

II. I-introduction :

Le pré dimensionnement des éléments résistants (Les planchers, Les poutres, Les poteaux, Les voiles) est une étape régie par des lois empiriques. Cette étape représente le point de départ et la base de la justification à la résistance.

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 :

$$\begin{cases} \frac{L}{15} \leq h_t \leq \frac{L}{10} \\ 0,3d \leq b \leq 0,4d \\ \frac{h_t}{b} \leq 3 \end{cases}$$

h_t : hauteur de la poutre ; b : largeur de la poutre de portée entre axe de la poutre.

d : hauteur utile ; L : la plus grande portée.

II-1-1 Poutres principales :

$$L_{\max} = 500 \text{ cm}$$

Celui des poutres principales, d'après le B.A.E.L 91 on a :

$$\begin{cases} L_{\max} = 500 \text{ cm} \\ d = 0,9h_t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 33,33 \text{ cm} \leq h_t \leq 50,0 \text{ cm} ; \text{On prend } h_t = 45 \text{ cm} \\ 12,15 \text{ cm} \leq b \leq 16,2 \text{ cm} ; \text{On prend } b = 30 \text{ cm} \end{cases}$$

D'après le R.P.A 99/2003, on a :

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

II-1-2 poutres secondaires :

$L_{\max} = 370 \text{ cm}$.

Celui des poutres secondaire, d'après le B.A.E.L 91 on a :

$$\begin{cases} L_{\max} = 370 \text{ cm} \\ d = 0,9h_t \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 24,67 \text{ cm} \leq h_t \leq 37,00 \text{ cm} ; \text{On prend } h_t = 40 \text{ cm} \\ 10,8 \text{ cm} \leq b \leq 14,4 \text{ cm} ; \text{On prend } b = 30 \text{ cm} \end{cases}$$

D'après le R.P.A 99/2003, on a :

$$\begin{cases} b = 30 \text{ cm} \geq 20 \text{ cm} ; \text{Condition vérifiée.} \\ h = 40 \text{ cm} \geq 30 \text{ cm} ; \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{h}{b} = 1,33 \leq 4 \text{ cm} ; \text{Condition vérifiée.} \end{cases}$$

II.1.3-résultat :

-La section des Poutres principales est :(30x45).

-La section des Poutres secondaires est :(30x40).

II.2- Pré dimensionnement Planchers:

II.2.1-Planchers à corps creux :

Le plancher à corps creux est composé de poutrelles régulièrement espacées, et disposées suivant la petite portée et des éléments creux (corps creux).

Le dimensionnement du plancher à corps creux est déterminé selon la condition de rigidité suivante :

$$\frac{ht}{L} \geq \frac{L}{22.5} = h_t \geq \frac{L}{22.5} \quad (\text{Article A6.8.424 BAEL 91}).$$

(L) : la plus grande portée entre nus d'appuis de poutrelles.

$$L = 370 - 30 = 340 \text{ cm}$$

h_t : la hauteur totale du plancher.

$$h_t \geq \frac{340}{22,5} = 15,11 \Rightarrow \text{On prend } ht = 20 \text{ cm}$$

Avec :

$h_0 = 4 \text{ cm}$: épaisseur de la dalle de compression.

$h = 16 \text{ cm}$: épaisseur du corps creux.

Les poutrelles:

D'après les règles (**BAEL91**), la longueur de la dalle de compression sera calculée à partir de la plus petite des valeurs suivantes de « b_1 ».

$$\left\{ \begin{array}{l} b_1 \geq (L_n - b_0) / 2. \\ b_1 \geq L / 10. \\ b_1 \geq (6 \div 8) h_0. \end{array} \right. \quad (\text{A 4.1.3 du BAEL 91}).$$

Avec :

- L_n : la distance entre axes de nervures ; $L_n = 65 \text{ cm}$.
- L : La portée entre nus d'appuis.
- h_0 : La hauteur de la nervure.
- b_0 : Épaisseur de la nervure.

$b_0 = (0,4 \div 0,6) h = (0,4 \div 0,6) 20 = (8 \div 12) \text{ cm}$; On prend : $b_0 = 12 \text{ cm}$.

b_1 : doit vérifier les conditions :

$$\left\{ \begin{array}{l} b_1 \geq (65 - 12) / 2 \geq 25 \text{ cm}. \\ b_1 \geq 470 / 10 \geq 47 \text{ cm}. \\ b_1 = (6 \div 8) .4 = (24 \div 32) \text{ cm}. \end{array} \right.$$

$b_1 = \min (25 ; 47 ; 30) \rightarrow$ on prend $b_1 = 26.5 \text{ cm}$.

$b = 2 b_1 + b_0 \Rightarrow b = 65 \text{ cm}$.

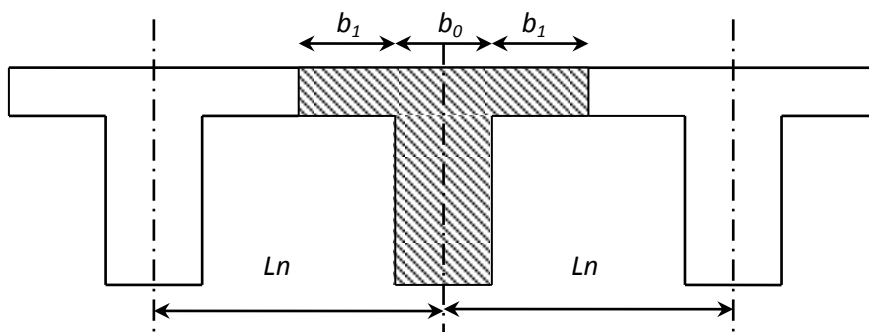


Figure II-1:Dimensions de la nervure.

II.2.3-Descente de charges des planchers :

a) Plancher terrasse inaccessible :

-Gravier roulé de Protection (4 cm) : 0.04 x 20	0.8 KN/m ²
-Étanchéité multicouche (2 cm) :	0,12 KN/m ²
-Forme de pente (10 cm) : 0.10 x 22	2,20 KN/m ²
-Isolation thermique en liège (4 cm)	0,16 KN/m ²
-Dalle à corps creux (16 + 4 cm).....	2,8 KN/m ²
-Enduit en ciment (1.5 cm) :	0,27 KN/m ²
	G = 6.35 KN/m ²
	Q = 1.00 KN/m ²

b)- Plancher étage courant :

-Carrelage (2 cm) : 0.02 x 20.....	0,40 KN/m ²
-Mortier de pose:.....	0,40 KN/m ²
-Sable fin pour mortier (2 cm) : 0.02 x 18.....	0,36 KN/m ²
-Plancher à corps creux (16+ 4 cm) :	2.8 KN/m ²
-Enduit en ciment (1.5cm) : 0.015x 18.....	0,27 KN/m ²
-Cloison légère :	0.75 KN/m ²
	G = 4,98 KN/m ²
	Q = 1.50 KN/m ²

Charge (KN/m ²)	RDC au 4 ^{eme} (KN/m ²)	Terrasse (KN/m ²)
G	4,98	6,35
Q	1,50	1,00

Tableau II.1 : les charges G et Q de différents étages

II.3-Pré dimensionnement des poteaux :

Niveau	G (KN/m ²)	La charge G cumulée (KN/m ²)
Terrasse	6,35	6,35
04	4,98	11,33
03	4,98	16,31
02	4,98	21,29
01	4,98	26,27
RDC	4,98	31,25

Tableau II.3 : La charge permanente cumulée (G)

Application de la loi de dégression :

Niveau	Q (KN/m ²)	La loi de dégression (KN/m ²)	La charge Q cumulée (KN/m ²)
Terrasse	1	$NQ_0 = 1$	1,00
04	1.5	$NQ_1 = Q_0 + Q_1$	2,50
03	1.5	$NQ_2 = Q_0 + 0,95(Q_1 + Q_2)$	3,85
02	1.5	$NQ_3 = Q_0 + 0,90(Q_1 + Q_2 + Q_3)$	5,05
01	1.5	$NQ_4 = Q_0 + 0,85(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$	6,10
RDC	1.5	$NQ_5 = Q_0 + 0,80(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5)$	7,00

Tableau II.2 : Dégression en fonction du nombre d'étage (Q)

Un poteau est un organe de structure d'un ouvrage sur lequel se concentrent de façon ponctuelle les charges de la superstructure (par exemple via un réseau de poutres ou de dalles d'un niveau supérieur) et par lequel ces charges se répartissent vers les infrastructures de cet ouvrage.

Les dimensions des poteaux doivent :

- 1- Respecter les critères de résistance.
- 2- Vérifier les conditions de RPA 99.
- 3- Vérifier les conditions de flambement.

II-3.1 Critère De Résistance: Soit :

N_u : effort normal apporté par les différents niveaux ;

$$N_{ul} = (1,35 G + 1,5 Q) S_{aff} + 1,35 (PP_{pp} \cdot L_{aff-pp} \cdot N_{PP} + PS_{ps} \cdot L_{aff-ps} \cdot N_{ps})$$

$$-N_{ul} = (1,35 G + 1,5 Q) S_{aff} + 1,35 (PP_{pp} \cdot L_{aff-pp} \cdot N_{PP} + PS_{ps} \cdot L_{aff-ps} \cdot N_{ps}) \times 1,15 \text{ pour les poteaux de centres ;}$$

$$-N_{ul} = ((1,35 G + 1,5 Q) S_{aff} + 1,35 (PP_{pp} \cdot L_{aff-pp} \cdot N_{PP} + PS_{ps} \cdot L_{aff-ps} \cdot N_{ps})) \times 1,1 \text{ pour les poteaux de rives et angles.}$$

$$N_{plancher} = (1,35 G + 1,5 Q) S_{aff}$$

$$N_{poutres\ principale} = 1,35 \cdot PP_{pp} \cdot L_{aff-pp} \cdot N_{PP}$$

$$N_{poutres\ secondaire} = 1,35 \cdot PS_{ps} \cdot L_{aff-ps} \cdot N_{ps}$$

PP_{pp} : poids propre de poutre principale ; L_{aff-pp} : La longueur afférente de la poutre principale.

N_{PP} : nombre des poutres principales ; PS_{ps} : poids propre de poutre secondaire.

L_{aff-ps} : La longueur afférente de la poutre secondaire ; N_{ps} : nombre des poutres secondaires.

a) Détermination de (a) :

$$\lambda = \frac{l_f}{i} = \frac{0,7 \times l_0}{i} \leq 50 ; i = \sqrt{\frac{I}{B}} ; B = a \times b ; I = \frac{b \times a^3}{12}$$

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

$$\text{Donc on remplaçant par la valeur de } i : \lambda = \frac{l_f}{0,289a} = \frac{0,7 \times l_0}{0,289a} \leq 50$$

Avec:

λ : Élançement mécanique d'une pièce comprimée.

L_f : Longueur de flambement = 0,7 L₀.

L_0 : Hauteur libre de poteau

.i : Rayon de giration de la section droite du béton seule.

b) Détermination de (b) : Selon le BAEL on a :

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

B_r : Section réduite du poteau ; $B_r = (a - 2)(b - 2)$ [cm]²

A_s : Section d'armature longitudinale ; $A_s = 0,7\% B_r$; Parce que Zone I

γ_b : coefficient de sécurité du béton $\gamma_b = 1,5$.

γ_s : coefficient de sécurité de l'acier $\gamma_s = 1,15$.

f_e : nuance de l'acier. $f_e = 400$ MPA.

α : Facteur réducteur de Nu, il est en fonction de λ ;

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

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

➤ **Application numérique :**

1- poteau de centre (RDC, 1^{ère}, 2^{ème}):

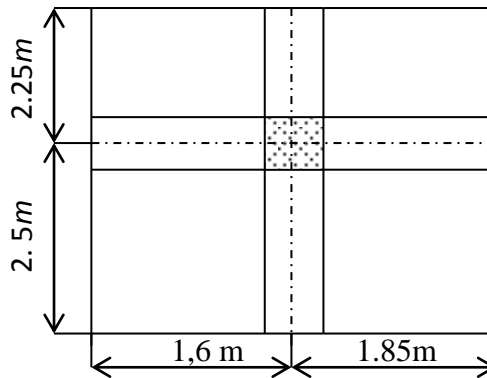


Figure II.2 : La surface afférente du poteau centre (RDC, 1^{ère}, 2^{ème})

La surface afférente de plancher :

$$S_{aff} = L \times l = (1,85 + 1,6) \times (2,25 + 2,5) = 16,39 \text{ m}^2.$$

$$N_{plancher} = (1,35 G + 1,5 Q) S_{aff} = (1,35 \times 31,25 + 1,5 \times 7) \times 16,39 = 863,55 \text{ KN}.$$

$$N_{poutres principale} = 1,35 \times 0,30 \times 0,45 \times 4,75 \times 6 \times 25 = 129,85 \text{ KN}.$$

$$N_{poutres secondaire} = 1,35 \times 0,3 \times 0,40 \times 3,45 \times 6 \times 25 = 83,84 \text{ KN}$$

$$Nu = (N_{plancher} + N_{poutres principale} + N_{poutres secondaire}) \times 1,15.$$

$$= (863,55 + 129,85 + 83,84) \times 1,15 = 1238,83 \text{ KN}.$$

a) Détermination de « a » :

On a : $L_0 = 3.06 \text{ m}$; $L_f = 0,7 \times 3.06 = 214.2 \text{ cm}$.

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214.2}{0.289a} \leq 50 \rightarrow a \geq \frac{214.2}{50 \times 0.289} \rightarrow a \geq 14.82 \text{ cm}.$$

On prend : $a = 45 \text{ cm} \rightarrow i = 0.289 \times 45 = 13.00 \text{ cm}$.

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214.2}{13.01} = 16.46 < 50 \text{ condition vérifié.}$$

b) Détermination de « b » :

$$B_r = (45 - 2)(b - 2) = 43(b - 2) [\text{cm}]^2$$

$$A_s = 0.7\% \times B_r = 0,007 \times [43(b - 2)] = 0.301(b - 2) [\text{cm}]^2 \quad 0.7\% \text{ car zone I}$$

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{16.46}{35} \right)^2} = 0.81$$

$$1238,83 \leq 0.81 \left[\frac{43(b - 2)25}{0.9 \times 1.5 \times 10} + \frac{0.301(b - 2)400}{1.15 \times 10} \right]$$

$$1238,83 \leq 0.81(b - 2)90,09 \rightarrow 1238,83 \leq 72,98b - 145,94 \rightarrow b \geq \frac{1384,77}{72.98} = 18,97 \text{ cm}.$$

On prend $b = 45 \text{ cm}$.

c) Vérification des conditions du R.P.A 99/2003 (zone I)

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(a ; b) = 30 \text{ cm} > 25 \text{ cm} ; \text{Condition vérifiée.} \\ \min(a ; b) = 45 \text{ cm} > \frac{h_e}{20} = \frac{306}{20} = 15,3 \text{ cm} ; \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{1}{4} < \frac{a}{b} \Leftrightarrow 0.25 < 1 ; \text{Condition vérifiée.} \end{array} \right.$$

2-poteau de centre (3^{ème}, 4^{ère}, 5^{ème}):

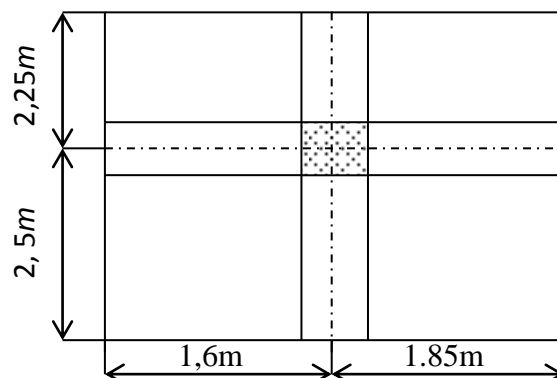


Figure II.3 : La surface afférente du poteau centre (3^{ème}, 4^{ère}, 5^{ème})

La surface afférente de plancher :

$$S_{aff} = L \times l = (1.85 + 1.6) \times (2.25 + 2.5) = 16,39 \text{ m}^2.$$

$$N_{plancher} = (1,35 G + 1,5 Q) S_{aff} = (1.35 \times 31,25 + 1.5 \times 7) \times 16.39 = 863,55 \text{ KN}.$$

$$N_{poutres principale} = 1.35 \times 0.30 \times 0.45 \times 4.75 \times 3 \times 25 = 64,93 \text{ KN}.$$

$$N_{poutres secondaire} = 1,35 \times 0.3 \times 0.40 \times 3,45 \times 3 \times 25 = 41,71 \text{ KN}.$$

$$N_u = (N_{plancher} + N_{poutres principale} + N_{poutres secondaire}) \times 1,15 = (863,55 + 64,93 + 41,71) \times 1,15 = 1115,72 \text{ KN}.$$

a) Détermination de « a » :

$$\text{On a : } L_0 = 3.06 \text{ m ; } L_f = 0,7 \times 3.06 = 214.2 \text{ cm}.$$

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214.2}{0.289a} \leq 50 \rightarrow a \geq \frac{214.2}{50 \times 0.289} \rightarrow a \geq 14.82 \text{ cm}$$

$$\text{On prend : } a = 40 \text{ cm} \rightarrow i = 0.289 \times 40 = 11.56 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{L_f}{i} = \frac{214.2}{11.56} = 18.53 < 50 \text{ condition vérifiée.}$$

b) Détermination de « b » :

$$B_r = (40 - 2)(b - 2) = 38(b - 2) [\text{cm}]^2$$

$$A_s = 0.7\% \times B_r = 0,007 \times [38(b - 2)] = 0.266(b - 2) [\text{cm}]^2 \quad 0.7\% \text{ car zone I}$$

$$\alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{18.53}{35} \right)^2} = 0.8$$

$$1115,72 \leq 0.8 \left[\frac{38(b - 2)25}{0.9 \times 1.5 \times 10} + \frac{0.266(b - 2)400}{1.15 \times 10} \right]$$

$$1115,72 \leq 0.8(b - 2)79.62 \rightarrow 1115,72 \leq 63.69b - 127.39 \rightarrow b \geq \frac{1243,11}{63.69} = 20,88 \text{ cm}$$

$$\text{On prend } b = 40 \text{ cm}.$$

c) Vérification des conditions du R.P.A 99/2003 (zone I):

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(a ; b) = 30 \text{ cm} > 25 \text{ cm} ; \text{Condition vérifiée.} \\ \min = 30 \text{ cm} > \frac{h_e}{20} = \frac{306}{20} = 15,3 \text{ cm} ; \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{1}{4} < \frac{a}{b} \Leftrightarrow 0.25 < 1 ; \text{Condition vérifiée.} \end{array} \right.$$

Les types	Les étages	Section
Poteau de Centre	RDC-1 ^{ère} -2 ^{ème}	(45x45)
	3 ^{ème} -4 ^{ème} -5 ^{ème}	(40x40)
Poteau de rive	RDC-1 ^{ère} -2 ^{ème}	(45x45)
	3 ^{ème} -4 ^{ème} -5 ^{ème}	(40x40)
Poteau d'angle	RDC-1 ^{ère} -2 ^{ème}	(45x45)
	3 ^{ème} -4 ^{ème} -5 ^{ème}	(40x40)

Tableau II.4 : sections des poteaux de différents étages

II.4-Pré dimensionnement des voiles :

II.4.1-Voiles de contreventement :

Les voiles sont des éléments rigides en béton armé 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.

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

$$\begin{cases} e \geq \max\left(\frac{he}{22} ; 15\right) \text{ cm} \\ L \geq 4e \text{ et } e_{\min} = 15 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow e \geq \frac{he}{22} \rightarrow e \geq \frac{306}{22} \rightarrow e \geq 13,91 \text{ cm}$$

Avec :

L : Longueur du voile.

e : Epaisseur du voile.

he : Hauteur d'étage.

On adopte des voiles d'épaisseur $e = 16 \text{ cm}$.