

PRE DIMENSIONNEMENT ET EVALUATION DES CHARGES

Le dimensionnement de la structure est effectué en respectant les conditions ci-après :

II-1 Poutres:

Une poutre est un élément dont les dimensions transversales sont faibles vis-à-vis sa portée.

II-1.1 Principe de calcul:

Si « L » est la longueur de la poutre, la hauteur de la poutre doit respecter la condition de flèche qui est donnée comme suit :

$$\frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \quad (\text{BAEL83 chapX.1})$$

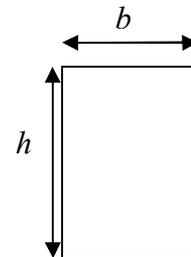


Figure II-1: Schéma d'une poutre.

Au plus de cette vérification, on doit respecter les normes imposées par le **RPA 99** (Règles Parasismiques Algériennes 99).

$$\begin{cases} b \geq 20\text{cm.} \\ h \geq 30\text{cm.} \\ \frac{h}{b} \leq 4. \\ b_{\max} \leq 1,5.h + b_1. \end{cases}$$

h : la hauteur de la poutre.

(Article 7.5.1 RPA 99).

b_1 : la longueur du poteau.

b_{\max} : la longueur maximale de la poutre.

Les sections obtenues des différentes poutres sont résumées dans le tableau suivant :

<i>Types des poutres</i>	<i>L_{\max} (cm)</i>	<i>$L/15$</i>	<i>$L/10$</i>	<i>h (cm)</i>	<i>b (cm)</i>
PP	480	32	48	45	30
PS	400	26,66	40	35	30

Tableau II-1 : Pré dimensionnement des poutres.

PP : poutres principales.

PS: poutres secondaires.

II-1.2 Vérification des conditions du RPA99:

• **Les Poutres principales:**

$$\left\{ \begin{array}{l} b = 30\text{cm} > 20\text{cm}. \\ h = 45\text{cm} > 30\text{cm}. \\ \frac{h}{b} = 1,5 < 4. \\ 30\text{cm} < 97,5\text{cm}. \end{array} \right.$$

• **Les Poutres secondaires:**

$$\left\{ \begin{array}{l} b = 30\text{cm} > 20\text{cm}. \\ h = 35\text{cm} > 30\text{cm}. \\ \frac{h}{b} = 1,17 < 4. \\ 30\text{cm} < 82,5\text{cm}. \end{array} \right.$$

II-1.3 Conclusion:

Les conditions sont satisfaites.

II-2 Plancher:

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

$$h_t \geq \frac{L}{22,5} \quad (\text{Article A6.8.424 BAEL91}).$$

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

$$L = 4000 \text{ cm}.$$

Où : 365: est la plus grande portée.

h_t : la hauteur totale du plancher.

$$h_t \geq \frac{400}{22,5} = 17,77. \quad \text{On prend : } h_t = 20\text{cm}.$$

Avec :

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

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

II-2.1 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_f ».

$$\begin{cases} b_l \geq (L_n - b_0) / 2. \\ b_l \geq L / 10. & (A 4.1.3 \text{ du BAEL } 91). \\ b_l \geq (6 ; 8) h_0. \end{cases}$$

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 : Epaisseur de la nervure.

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

On prend :

$b_0 = 12 \text{ cm}$.

b_l : doit vérifier les conditions :

$$\begin{cases} \blacksquare b_l \geq (65 - 12) / 2 \geq 26,5 \text{ cm}. \\ \blacksquare b_l \geq 365 / 10 \geq 36,5 \text{ cm}. \\ \blacksquare b_l = (6 ; 8) \cdot 4 = (24 ; 32) \text{ cm}. \end{cases}$$

$b_l = \min(26,5 ; 36,5 ; 32) \rightarrow$ on prend $b_l = 26,5 \text{ cm}$.

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

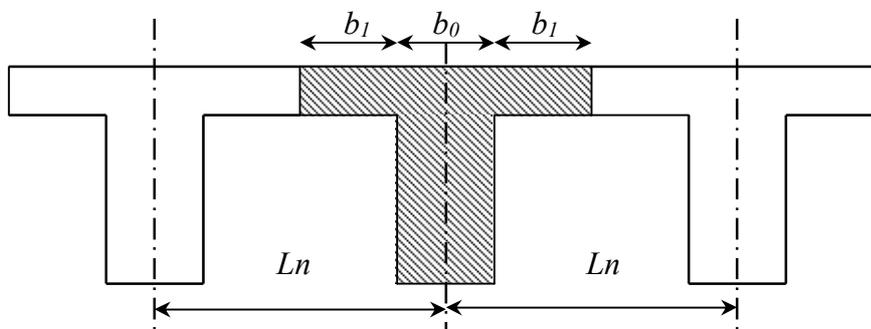


Figure II-2: Dimensions de la nervure.

II-3 La descente des charges:

L'évaluation des charges et surcharges est effectuée selon le DTR (Document Technique Réglementaire).

II-3.1 Plancher terrasse inaccessible:

Le plancher d'une terrasse inaccessible est schématisé dans la figure ci-dessous. Ce schéma est une coupe transversale qui définit les différentes composantes d'une terrasse inaccessible.

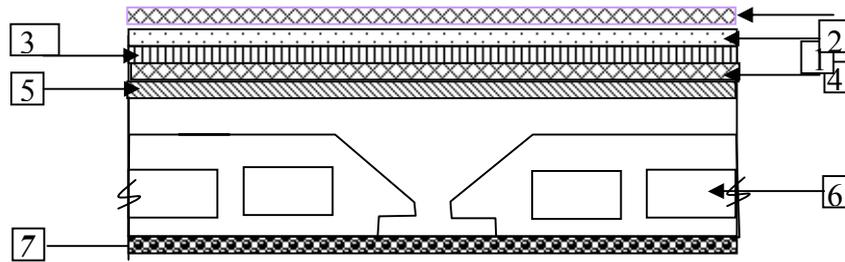


Figure II-3: Coupe transversale d'un plancher terrasse inaccessible.

• **Charge permanente (G):**

-plancher terrasse inaccessible:

- 1-protection en gravillon roulé (4cm).....0,80KN/m²
- 2-Etanchéité multicouche (2cm).....0,12KN/m²
- 3-Forme de ponté en béton léger (10cm).....2,2KN/m²
- 4-Chappe flottante en asphalte (2cm).....0,4KN/m²
- 5-Isolation thermique en liège (2,5cm).....0,03KN/m²
- 6-Plancher a corps creux + dalle de compression.....2,80KN/m²
- 7-Enduit en plâtre (2cm).....0,2KN/m²

$$G_t = 6,55\text{KN/m}^2$$

- **Surcharge d'exploitation (Q):**..... $Q = 1,00 \text{ KN/m}^2$.

II -3.2 Plancher RDC et étage courant:

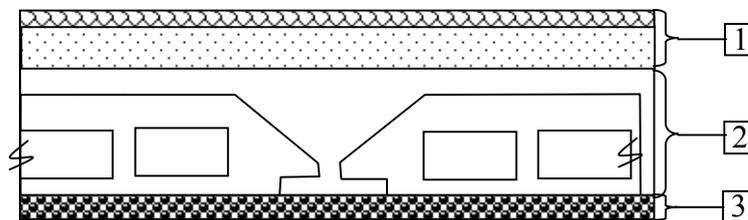


Figure II-4 : Coupe transversal du plancher étage courant.

• **Charge perma**

-Plancher R.D.C et étage courante:

- 1-Revêtement en carrelage (2,5cm).....0,50KN/m²
- 2-Mortier de pose (2,5cm).....0,50 KN/m²
- 3-Sable fin pour mortier (2cm).....0,34KN/m²
- 4-Plancher a corps creux (16+4).....2,80KN/m²
- 5-Cloison en brique creuses (10cm).....0,90KN/m²
- 6-Enduit en plâtre (2cm).....0,20KN/m²

$$G_t = 5,24\text{KN/m}^2$$

• **Charge permanente (G):**

-Murs de façade (extérieur):

- 1-Enduit extérieur en ciment (mortier) (2cm).....0,36KN/m²
- 2-brique creuses (15cm).....1,30KN/m²
- 3-Brique creuses (10cm).....0,90KN/m²
- 4-Enduit intérieur en plâtre (2cm).....0,20KN/m²

$$G_t = 2,76\text{KN/m}^2$$

• **Charge permanente (G):**

-Murs intérieur:

- 1-Enduit en plâtre (2cm).....0,20KN/m²
- 2-Brique creuse (10cm).....0,90KN/m²
- 3-Enduit en plâtre (2cm).....0,20KN/m²

$$G_t = 1,30\text{KN/m}^2$$

• **Surcharge d'exploitation (Q):**

1) surcharge d'exploitation du plancher R.D.C (magasin) + les 5 étages (habitation) $Q=1,50\text{KN/m}^2$

2) surcharge d'exploitation du plancher terrasse inaccessible $Q=1,00\text{KN/m}^2$

<i>charge</i>	<i>G</i> (kN/m ²)	<i>Q</i> (kN/m)	<i>ETAT</i>	$q_u=1,35G+1,5Q$	<i>Bande</i>	$q=Bande^*$ $q_{u,s}$
<i>Etage</i>				$q_s=G+Q$		
Plancher terrasse	6,55	1,00	<i>ELU</i>	10,342	0,65	6,7
			<i>ELS</i>	7,55		4,9
Plancher d'étage courant	5,24	1,50	<i>ELU</i>	8,574	0,65	5,6
			<i>ELS</i>	6,74		4,4

II-4 Poteaux:

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-4.1 Critère De Résistance:

Soit :

N_u : effort normal apporté par les différents niveaux ;

Br : section réduite du béton d'où $Br = (b-2cm)(a-2cm)$; (a, b : dimensions du poteau).

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. $f_e = 400 \text{ MPa}$.

A : section d'armature longitudinale.

α : coefficient dépend de l'élanement .

On doit vérifier que :

$$N_u = \alpha \left[\frac{Br \times f_{c28}}{0,9 \times \gamma_b} + A \frac{f_e}{\gamma_s} \right] \dots\dots\dots \text{BAEL 91.}$$

• **Remarque :**

• Comme le nombre d'étage de ce bâtiment est supérieur à 5 ; l'évaluation des charges d'exploitation sera effectuée à l'aide de la loi de dégression.

• Il est préférable de prendre $\lambda \leq 35$, alors, on prend $\lambda = 35$ pour que toutes les armatures participent à la résistance.

$$\alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \times \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} . \quad \text{Si } \lambda \leq 50 \dots \text{BAEL 91.}$$

II-4.2 Application de la loi de dégression :

- ▶ Soit « S_0 » est la surcharge appliquée au toit ou à la terrasse.
- ▶ Soit « S_i » est la surcharge appliquée à l'étage numéro (i).
- ▶ Les étages étant numérotés de haut en bas.
- ▶ On calcul la somme (\sum) de surcharge totale à considérer au dessous de plancher de l'étage numéro (i) .

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{(étage 0)} \rightarrow S_0. \\ \text{(étage 1)} \rightarrow S_0 + S_1. \\ \text{(étage 2)} \rightarrow S_0 + 0,95(S_1 + S_2). \\ \text{(étage 3)} \rightarrow S_0 + 0,90(S_1 + S_2 + S_3). \\ \vdots \\ \text{(étage n)} S_n \rightarrow S_0 + \left(\frac{3+n}{2.n} \right) \cdot (S_1 + S_2 + \dots + S_n). \end{array} \right.$$

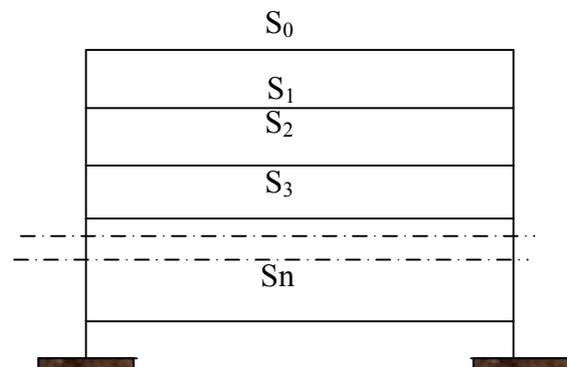


Figure II-6 : Schéma de dégression.

• **Remarque:**

-Le coefficient $\frac{3+n}{2.n}$ est valable pour $n \geq 5$.

-Dans notre travail on applique la loi de dégression pour les charges permanentes et les charges d'exploitations.

La charge dans chaque étage :

La charge cumuler:

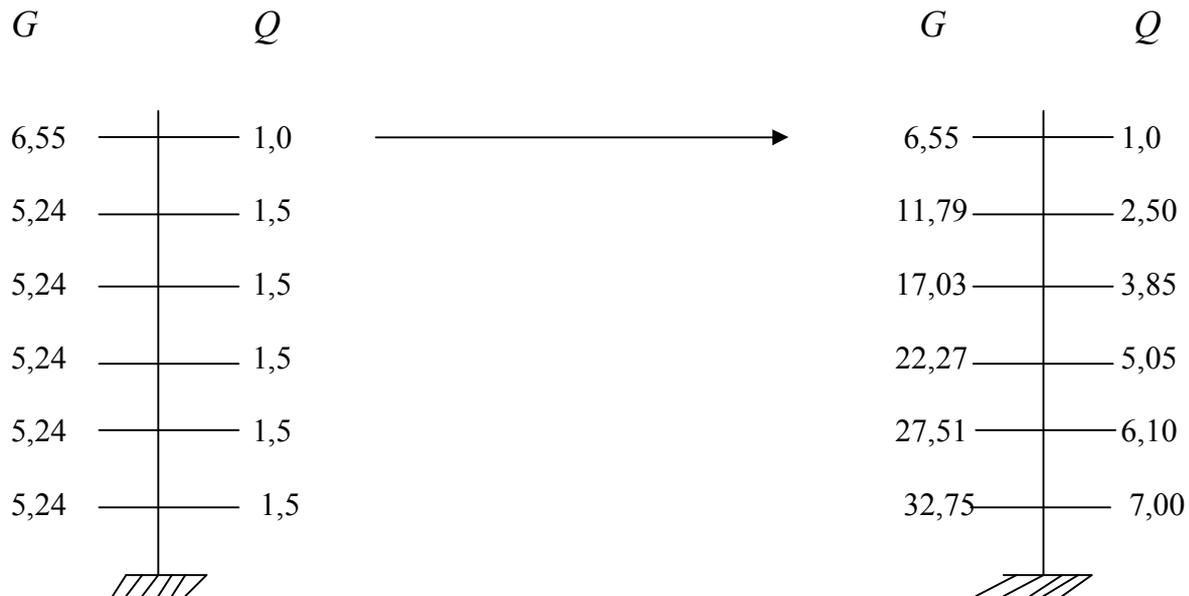


Schéma des dégressions des charges.

• **Application:**

$$\lambda \leq 50 : \alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2\left(\frac{\lambda}{45}\right)^2} = \frac{0,85}{\beta}$$

$$\beta = 1 + 0,2\left(\frac{\lambda}{45}\right)^2 \Rightarrow \beta = 1 + 0,2\left(\frac{21,53}{45}\right)^2 = 1,05$$

$$B_r \geq \frac{\beta \cdot N_u}{\left[\frac{\sigma_b}{0,9} + 0,85 \left(\frac{A}{Br} \right) \cdot \frac{f_e}{\gamma_s} \right]}$$

On peut prendre : $\frac{A}{Br} = 1\% = \frac{1}{100}$

$$\sigma_s : \text{contrainte d'acier} : \sigma_s = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

σ_{bc} : résistance de calcul du béton : $\sigma_{bc} = 0,85 \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b} = 0,85 \times \frac{25}{1,5} = 14,17 \text{ MPa}$.

En introduisant les valeurs dans l'inégalité

$$\beta_r \geq \frac{1,2 \text{ Nu}[\text{N}]}{\left[\frac{14,17}{0,9} + 0,85 \left(\frac{1}{100} \right) \frac{400}{1,15} \right]} = 0,077 \text{ Nu} \quad ; \quad \begin{array}{l} \gamma_b = 1,5 \\ \gamma_s = 1,15 \end{array}$$

$$\beta_r \geq 0,077 \text{ Nu}.$$

II-4.3 Les conditions de RPA 99: (article 7-4-1).

Les dimensions de la section transversale des poteaux doivent satisfaire les conditions suivantes :

- $\min (b ; h) \geq 25 \text{ cm}$.
- $\min (b ; h) \geq \frac{he}{20}$.
- $0,25 < b / h < 4$.

II-4.4 Critère de flambement:

$$\lambda = \frac{l_f}{i} \quad (\text{BAEL91}).$$

Avec:

λ : Élancement mécanique d'une pièce comprimée.

L_f : Longueur de flambement = $0,5 \times L_0$.

L_0 : Hauteur libre de poteau.

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

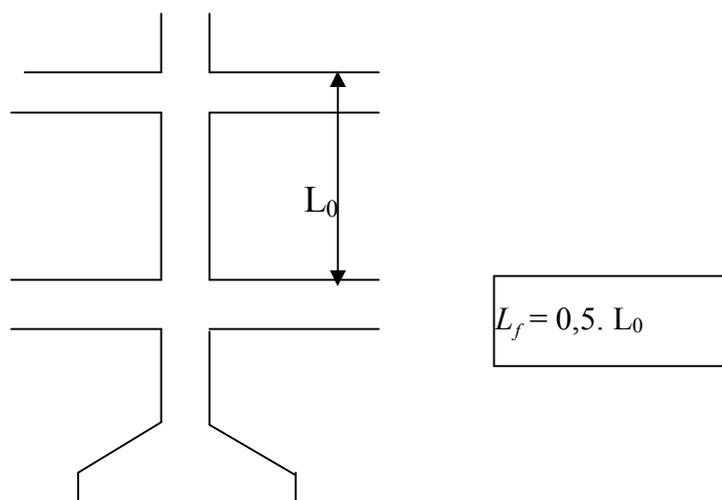


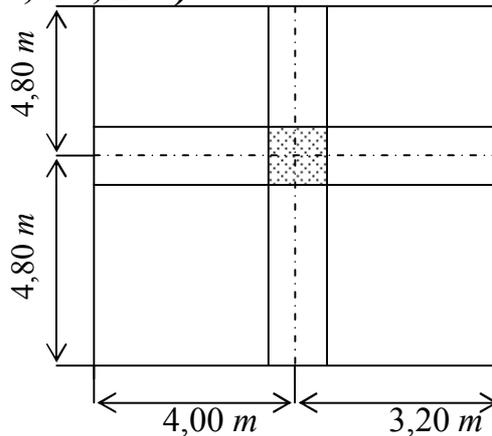
Figure II-7 : Longueur de flambement de poteau

• **Remarques:**

- Pour le pré dimensionnement des poteaux on considère trois (3) types de poteaux : centre ; rive et angle.
- Pré dimensionnement des poteaux de la structure consiste à étudier le poteau le plus défavorable.
- La section obtenue sera généralisée par les autres poteaux de même niveau.

• **Exemples de calcul:**

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



La surface afférente du poteau centre

✚ **La surface afférente de plancher:**

$$S_{aff} = 17,28 \text{ m}^2$$

✚ **La charge permanente sur le poteau:**

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

Avec :

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

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

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

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.

Les charges vont être majoré par **15%**. $Nu=1,15 \cdot Pu$.

✚ Application numérique :

$$Pu = (1,35 \cdot 32,75 + 1,5 \cdot 7) 17,28 + 1,35 (0,45 \cdot 0,3 \cdot 25 \cdot 6 \cdot 4,8) + 1,35 (0,35 \cdot 0,3 \cdot 25 \cdot 6 \cdot 3,6)$$

$$\Rightarrow Pu = 1153,197 \text{ KN.}$$

$$Nu=1,15 \cdot 1153,197 = 1326,176 \text{ KN.}$$

$$Br \geq 0,077 \cdot Nu \longrightarrow Br \geq 0,077 \cdot 1326,176 \cdot 10$$

$$Br \geq 10211,55 \text{ cm}^2$$

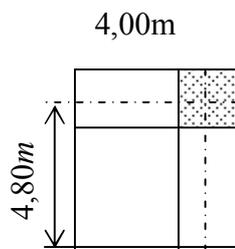
Ce-ci donne $Br = (a-2cm) \times (b-2cm) \geq 10211,55 \text{ cm}^2 \Rightarrow a=b \geq 20,12 \text{ cm..}$

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

Vérification les conditions imposée par RPA-99 (zone I).

- $\min (b ; h) = \min (45 ; 45) \geq 25 \text{ cm}$ condition vérifiée.
- $\min (b ; h) = 45 \text{ cm} \geq \frac{he}{20} = 400 / 20 = 20 \text{ cm}$ condition vérifiée.
- $0,25 < b / h < 4$ $0,25 < 45/45 = 1 < 4$ condition vérifiée.

2- poteau d'angle : (RDC, 1^{ère}, 2^{ème}):



La surface afférente du poteau d'angle.

$$S_{aff} = (2 \cdot 2,4) = 4,4 \text{ m}^2.$$

$$G = 32,75 \text{ KN / m}^2 ; Q = 7 \text{ KN / m}^2 .$$

$$Pu = ((1,35 \cdot 32,75) + (1,5 \cdot 7) 4,4 + 1,35 \cdot (0,45 \cdot 0,3 \cdot 25 \cdot 6 \cdot 4,8) + 1,35 \cdot (0,35 \cdot 0,3 \cdot 25 \cdot 6 \cdot 0,3).$$

$$Pu = 414,48 \text{ KN.}$$

$$Nu=1,10 \cdot Pu \longrightarrow Nu=1,10 \cdot 414,48 = 455,928 \text{ KN.}$$

$$Br \geq 0,077 \times Nu \longrightarrow Br \geq 0,077 \cdot 455,928 \cdot 10.$$

$$Br \geq 351,06 \text{ cm}^2.$$

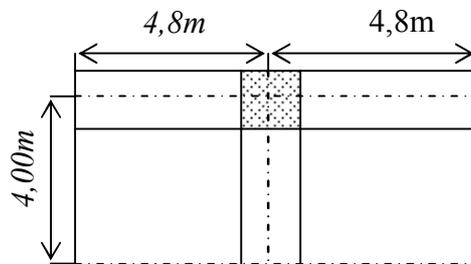
Ce-ci donne $Br = (a-2 \text{ cm}) \times (b-2 \text{ cm}) \geq 351,06 \text{ cm}^2 \Rightarrow a=b \geq 16,15 \text{ cm}.$

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

• **Vérification les conditions imposée par RPA-99** (zone I).

- $\min(b; h) = \min(45; 45) \geq 25 \text{ cm}$ condition vérifiée.
- $\min(b; h) = 45 \text{ cm} \geq \frac{h_e}{20} = 400 / 20 = 20 \text{ cm}$ condition vérifiée.
- $0,25 < b/h < 4 \Rightarrow 0,25 < 45/45 = 1 < 4$ condition vérifiée.

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



La surface afférente du poteau de rive.

$$S_{aff} = (2,4 + 2,4) \cdot 2 = 9,8 \text{ m}^2.$$

$$G = 32,75 \text{ KN/m}^2; P = 7,00 \text{ KN/m}^2.$$

$$Pu = ((1,35 \cdot 32,75) + (1,5 \cdot 7)) \cdot 9,8 + 1,35 (0,45 \cdot 0,3 \cdot 25 \cdot 6 \cdot 4,8) + 1,35 (0,45 \cdot 0,3 \cdot 25 \cdot 6 \cdot 1) = 557,94 \text{ KN}.$$

$$Nu = 1,10 \cdot 557,94 = 613,734 \text{ KN}.$$

$$Br \geq 0,077 \times Nu \longrightarrow Br \geq 0,077 \cdot 613,734 \cdot 10$$

$$Br \geq 472,58 \text{ cm}^2$$

Ce-ci donne $Br = (a-2 \text{ cm}) \times (b-2 \text{ cm}) \geq 472,58 \text{ cm}^2 \Rightarrow a=b \geq 24,68 \text{ cm}.$

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

• **Vérification les conditions imposée par RPA-99** (zone I).

- $\min(b; h) = \min(45; 45) \geq 25 \text{ cm}$ condition vérifiée.
- $\min(b; h) = 45 \text{ cm} \geq \frac{h_e}{20} = 400 / 20 = 20 \text{ cm}$ condition vérifiée.
- $0,25 < b/h < 4 \Rightarrow 0,25 < 30/30 = 1 < 4$ condition vérifiée.

<i>Les types</i>	<i>Les étages</i>	<i>S.aff</i>	<i>P_U (KN)</i>	<i>N_u=1,15P_U</i>	<i>N_u=1,10P_U</i>	<i>B_r cm²</i>	<i>Section</i>
<i>Poteau de Centre</i>	<i>RDC</i> <i>1^{ère}</i> <i>2^{ème}</i>	17,28	1153,19	1326,17		1024,55	45x45
	<i>(3-4-5)</i> <i>ème</i>	17,28	600,95	691,092		532,09	40x40
<i>Poteau d'angle</i>	<i>RDC</i> <i>1^{ère}</i> <i>2^{ème}</i>	4,4	414,48		455,928	351,06	45x45
	<i>(3-4-5)</i> <i>ème</i>	4,4	213,78		234,78	180,78	40x40
<i>Poteau de rive</i>	<i>RDC</i> <i>1^{ère}</i> <i>2^{ème}</i>	9,7	557,94		613,734	472,58	45x45
	<i>(3-4-5)</i> <i>ème</i>	9,7	282,477		310,72	239,25	40x40

Tableau II-3 : Tableau récapitulatif des sections des poteaux des différents étages.

II-5 Pré dimensionnement des voiles :**II-5.1 Les voiles de contreventement :**

L'épaisseur de voile doit satisfaire la condition de **RPA99** (article 7-7-1).

$$\begin{cases} L \geq 4 \times e. \\ e \geq \frac{he}{20}. \end{cases}$$

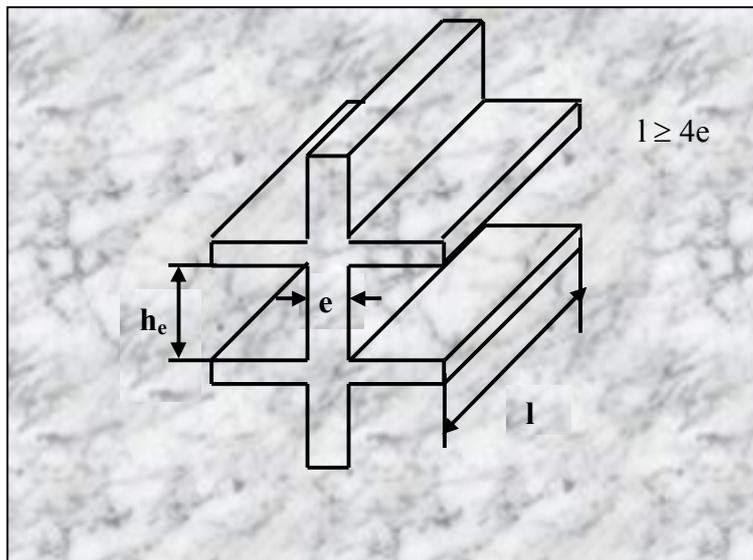
Avec :

L : largeur du voile correspond à la portée minimale = 285cm.

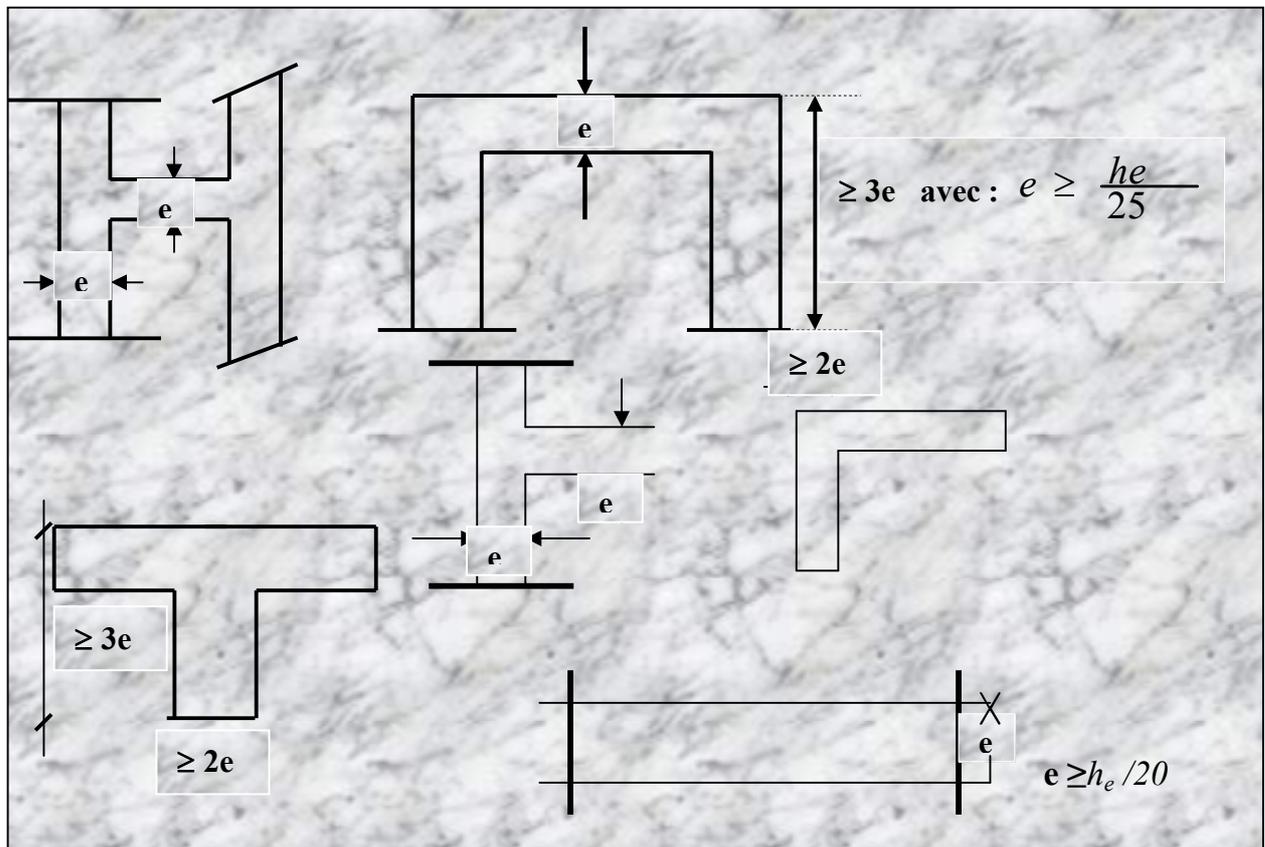
e : épaisseur de voile.

he : correspond à la hauteur libre d'étage = 3,06-0,2=2,86m.

$$\begin{cases} e \leq \frac{285}{4} = 71,25 \text{ cm} . \\ \quad \text{et} \\ e \geq \frac{286}{20} = 14,3 \text{ cm} . \end{cases} \quad \longrightarrow \quad \text{On prend } e = 20 \text{ cm}.$$



« Coupe de voile en élévation ».



« Coupe de voile en plan ».