

II.1 Pré dimensionnement des planchers :

Les planchers sont des aires horizontales qui servent à limiter les étages, ils ont une épaisseur « e » faible par rapport à leur dimension en plan, leur fonction principale est de résister et supporter les charges et surcharges afin de les transmettre aux éléments porteurs.

Dans notre structure, on utilise des planchers à corps creux

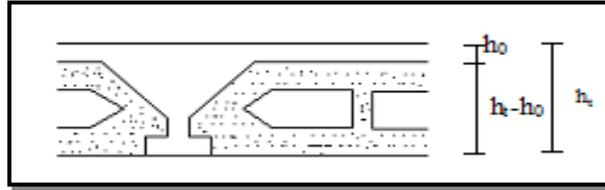


Figure II.1 : coupe d'un plancher à corps creux

h_t : L'ÉPAISSEUR TOTALE DU PLANCHER

L : LA PLUS GRANDE PORTEE ENTRE NUS D'APPUIS DES POUTRELLES

II.1.1 - L'épaisseur du plancher :

- 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.

- $L = \min[L_{\max}(\text{sens } x) ; L_{\max}(\text{sens } y)] \Rightarrow L = \min[3,80 ; 4,10] \text{ m} = 3,80 \text{ m}$
- $\frac{h_t}{L} \geq \frac{1}{22,5} \rightarrow ht \geq \frac{L}{22,5} = \frac{380}{22,5} = 16,89 \text{ cm}$

On adopte un plancher d'une épaisseur de :

$$h_t = 20 \text{ cm} : \begin{cases} 16 \text{ cm} : \text{épaisseur du corps creux} \\ 4 \text{ cm} \text{ épaisseur de la dalle de compression} \end{cases}$$

II.1.2 - Descente de charges des planchers :

Charge Permanente :**a. Plancher terrasse inaccessible :**

Plancher	P (KN/m ²)
1. Protection en gravillon roulé (5 cm)	1
2. Etanchéité multicouche (2 cm)	0,12
3. forme de pente en béton légère (7 cm)	2,2
4. Isolation thermique en polystyrène (4 cm)	0,16
5. Plancher à corps creux (ep = 16+4)	2,80
6. Enduit en ciment	0,36
	G = 6,64

Tableau II.1: charge permanente de plancher terrasse**b. Plancher étage courant :**

Plancher	P (KN/m ²)
1. Cloison légère (10 cm)	1
2. Lit de sable (2 cm)	0,45
3. Mortier de pose (2 cm)	0,4
4. Carrelage (2 cm)	0,4
5. Plancher à corps creux (ep= 16+4)	2,80
6. Enduit en ciment (2 cm)	0,36
	G= 5,41

Tableau II.2: charge permanente du plancher étage courant

c. Plancher 2 Sous-sols et RDC

Plancher	P (KN/m ²)
1. Lit de sable (2 cm)	0,45
2. Mortier de pose (2 cm)	0,4
3. Carrelage (2 cm)	0,4
4. Plancher à corps creux (ep= 16+4)	2,80
5. Enduit en ciment (2 cm)	0,36
	G= 4,41

Tableau II.3 : charge permanente des planchers sous-sols et RDC**c. Murs de façade :**

Plancher	P (KN/m ²)
1. Brique Creuse (10 cm)	0,9
2. Brique Creuse (15 cm)	1,35
3. Enduit extérieure en ciment (2 cm)	0,36
4. Enduit intérieure en plâtre (2 cm)	0,2
	G= 2,81

Tableau II.4 : Murs de façade**Charge d'exploitation :**

- terrasse inaccessible : $Q = 1.00 \text{ KN/m}^2$
- Etage courant : $Q = 1.5 \text{ KN/m}^2$
- Sous-sol et RDC : $Q = 2,5 \text{ KN/m}^2$

II.2 Pré dimensionnement des éléments porteurs :**1. Pré dimensionnement des poutres :**

On distingue deux types de poutres :

- Poutre principale : $L_{\max} = 4,10\text{m}$
- Poutre secondaire : $L_{\max} = 3,80\text{m}$

a)- **Poutres principales [P.P]:**

a.1) Critère de rigidité : selon le **B.A.E.L 91 :**

$$\begin{cases} \frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \\ 0,4d < b \leq 0,8d \end{cases}$$

Avec : h : hauteur de la poutre.

b : largeur de la poutre.

L : la portée de la poutre.

Pour $L = 410 \text{ cm} \Rightarrow \begin{cases} 30 \leq h \leq 41 \rightarrow h = 35 \text{ cm.} \\ 14,4 < b \leq 28,5 \rightarrow b = 30 \text{ cm.} \end{cases}$

a.2) Condition du R.P.A 99 :

$$\bullet \begin{cases} h \geq 30 \text{ cm} \\ b \geq 20 \text{ cm} \\ (h/b) \leq 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} h = 35 \geq 30 \text{ cm} \\ b = 30 \geq 20 \text{ cm} \\ (35/30) = 1,3 \leq 4 \end{cases} \dots\dots\dots \text{Vérfiée}$$

Donc la section adoptée pour les poutres principales est $(30 \times 35) \text{ cm}^2$.

b)- **Poutres secondaires [P.S]:**

b.1) Critère de rigidité : selon le **B.A.E.L 91 :**

$$\begin{cases} \frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \\ 0,4d < b \leq 0,8d \end{cases}$$

Pour $L = 380 \text{ cm} \Rightarrow \begin{cases} 25,33 \leq h \leq 38 \rightarrow h = 30 \text{ cm.} \\ 12,6 < b \leq 25,2 \rightarrow b = 30 \text{ cm.} \end{cases}$

b.2) Condition du R.P.A 99 :

$$\bullet \begin{cases} h \geq 30 \text{ cm} \\ b \geq 20 \text{ cm} \\ (h/b) \leq 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} h = 30 \geq 30 \text{ cm} \\ b = 30 \geq 20 \text{ cm} \\ (35/30) = 1 \leq 4 \end{cases} \dots\dots\dots \text{Vérfiée}$$

La section adoptée pour les poutres principales est $(30 \times 30) \text{ cm}^2$.

2. Pré dimensionnement des poteaux :

Le calcul est basé en premier lieu sur la section du poteau le plus sollicité (central), la section afférente est la section résultante de la moitié des panneaux entourant le poteau.

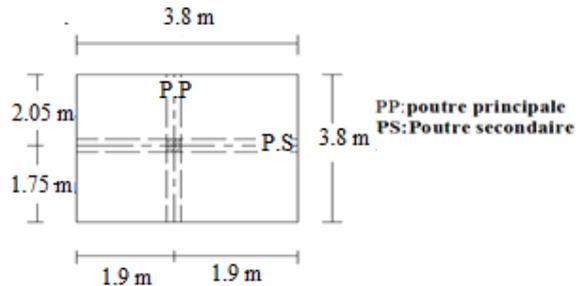


Figure II.1 : section afférente du poteau

La surface afférente du poteau est donnée par :

$$S = 3,80 \times 3,80 = 14,44 \text{ m}^2$$

a) Descente de charges :

Niveau	Loi de dégression	Q (KN/m ²)	Charge permanente cumulée (KN/m ²)
terrasse	$NQ_0 = 1,00$	1,5	6,64
05	$NQ_1 = Q_0 + Q_1$	2,5	12,05
04	$NQ_2 = Q_0 + 0,95(Q_1 + Q_2)$	3,85	17,46
03	$NQ_3 = Q_0 + 0,90(Q_1 + Q_2 + Q_3)$	5,05	22,87
02	$NQ_4 = Q_0 + 0,85(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$	6,1	28,28
01	$NQ_5 = Q_0 + 0,80(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5)$	7,00	33,69
RDC	$NQ_6 = Q_0 + 0,75(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6)$	8,5	38,1
2 ^{ème} Sous-sol	$NQ_7 = Q_0 + 0,71(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7)$	9,875	42,51
1 ^{er} Sous-sol	$NQ_8 = Q_0 + 0,69(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8)$	11,35	46,92

Tableau II.5 : évaluation des charges

b) Méthode de calcul :

Leur pré dimensionnement doit respecter les deux conditions suivantes :

- a. condition de résistance.
- b. condition imposée par le RPA99.

a. Condition de résistance :

On sait que :

$$\beta_r \geq \frac{K \cdot \beta \cdot N_u}{\left[\theta \cdot \left(\frac{\sigma_{bc}}{0,9} \right) + 0,85 \cdot \left(\frac{A}{\beta_r} \right) \cdot \sigma_s \right]}$$

$$\frac{A}{Br} = 1\% = 0.01$$

D'après BAEL 91 on prend avec :

B_r : Section nette du béton ; [$B_r = (a-0,02)(b-0,02)$ m²]

θ : facteur de durée d'application des charges ($\theta=1$)

K: Facteur correcteur pour la durée d'application des charges $K=1$, les charges étant appliquées généralement après 90 jours

σ_{bc} : Résistance de calcul du béton en compression à l'état ultime.

$$N_u = 1,35 N_g + 1,5 N_q$$

N_g : Effort normal du aux charges permanentes

N_q : Effort normal du aux charges d'exploitations. Il se calcul en appliquant la loi de digression des charges d'exploitations

β : coefficient qui dépend de l'élanement du poteau.

$$\beta = 1 + 0,2(\lambda / 35)^2 \quad \text{avec } \lambda \leq 35$$

Pour toutes les armatures participe on prend $\lambda = 35 \rightarrow \beta = 1,2$

$$\sigma_s = \frac{f_e}{\delta_s} = 348 \text{MPa} : \text{résistance de calcul des aciers à L'ELU}$$

La formule (*) est simplifiée et devient :

$$\beta_r \geq (1,2 \cdot N_u) \cdot 10 / \left[\left(\frac{14,20}{0,90} \right) + 0,85 \cdot \left(\frac{1}{100} \right) \cdot 348 \right]$$

Donc : $B_r \geq 0,64 \times Nu$

b. Conditions imposées par le RPA99 :

en (zone I) on a :

- 1- $\text{Min}(b_1, h_1) \geq 25\text{cm}$
- 2- $\text{Min}(b_1, h_1) \geq h_e/20$
- 3- $1/4 < b_1/h_1 < 4$

Avec :

h_e : la hauteur libre d'étage.

c) Calcul de la section du poteau :

Exemple de calcul :

* Poteau de (5^{ème} étage)

1. Effort normal ultime : P_u

$$P_u = N_1 (\text{plancher}) \cdot S_{\text{aff}(\text{Plancher})} + N_2 (P.P) \cdot L_{\text{aff}(P.P)} + N_3 (P.S) \times L_{\text{aff}(P.S)}$$

$$\bullet \text{ 5^{ème} étage} \rightarrow \begin{cases} G = 5,41 \text{ KN/m}^2 \\ Q = 1 \text{ KN/m}^2 \end{cases} \quad N_{1\text{plancher}} = 1,35 G + 1,5 Q$$

$$N_1 = 8,8 \text{ KN/ml}$$

$$\bullet N_{2(P.P)} = 1,35(25 \cdot 0,30 \cdot 0,35) = 3,54 \text{ KN/ml}$$

$$\bullet N_{3(P.S)} = 1,35(25 \cdot 0,30 \cdot 0,30) = 3,04 \text{ KN/ml}$$

$$m = 1 \text{ Étages}$$

Donc :

$$P_u = 8,8 \times 14,44 + 3,54 \times 3,80 + 3,04 \times 3,80$$

$$P_u = 152,08 \text{ KN}$$

$$N_u = 1,15 P_u = 1,15 \times 152,08 = 174,89 \text{ KN}$$

$$\text{On sait bien que : } B_r \geq 0,64 N_u \quad B_r \geq 111,93 \text{ cm}^2$$

$$a = \sqrt{Br} + 0.02$$

$$a = 10.60 \text{ cm}$$

Donc on prend : $B = (30 \times 30) \text{ cm}^2$.

2. Vérification suivant RPA99 :

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(h_1, b_1) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(h_1, b_1) \geq \frac{h_e}{20} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{b_1}{h_1} \leq 4 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \min(30, 30) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(30, 30) \geq \frac{306}{20} = 15.3 \text{ ...Condition vérifiée.} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{30}{30} = 1 \leq 4 \end{array} \right.$$

* Poteau : (4^{ème} étage)

1. Effort normal ultime : P_u

$$P_u = N_1(\text{plancher}) \cdot S_{\text{aff}(\text{plancher})} + N_2(P.P) \cdot L_{\text{aff}(P.P)} + N_3(P.S) \times L_{\text{aff}(P.S)} + N_2 \text{ poteau}(5^{\text{EME}} \text{ etage}) \times L_p$$

$$\bullet \text{ 4}^{\text{ème}} \text{ étage} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} G = 5,41 \text{ KN/m}^2 \\ Q = 1,5 \text{ KN/m}^2 \end{array} \right\} \quad N_{1\text{plancher}} = 1,35 G + 1,5 Q$$

$$\Rightarrow N_{1(\text{plancher})} = 18,45 \text{ KN/m}^2$$

$m = 2$ Étages

- $N_{\text{POTEAU}} = 1,35(25 \cdot 0,30 \cdot 0,30) = 3,04 \text{ KN/m.l}$
- $N_{2(P.P)} = 1,35(25 \cdot 0,30 \cdot 0,35)2 = 7,08 \text{ KN/m.l}$
- $N_{3(P.S)} = 1,35(25 \cdot 0,30 \cdot 0,30)2 = 6,08 \text{ KN/m.l}$

$$\text{Donc : } P_u = 18,45 \times 14,44 + 7,08 \times 3,80 + 6,08 \times 3,80 + 3,04 \times 3,06$$

$$P_u = 325,73 \text{ KN}$$

$$N_u = 1,15 P_u = 1,15 \times 325,73 = 374,59 \text{ KN}$$

$$B_r \geq 0,64 N_u \Rightarrow B_r \geq 239,74 \text{ cm}^2$$

$$a = \sqrt{B_r} + 0,02$$

$$a = 15,50 \text{ cm}$$

Donc on prend : $B = (30 \times 30) \text{ cm}^2$.

2. Vérification suivant RPA99 :

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(h_1, b_1) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(h_1, b_1) \geq \frac{h_e}{20} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{b_1}{h_1} \leq 4 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \min(30, 30) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(30, 30) \geq \frac{306}{20} = 15,3 \text{ ...Condition vérifiée.} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{30}{30} = 1 \leq 4 \end{array} \right.$$

	Q(KN)	G(KN)	Nu(P.P) (KN)	Nu(P.S) (KN)	Nu (pot) KN	Nu (KN)	Pu (kg)	$Nu = 1,15xPu$ (KN)	$Br = 0,64xNu$ (cm ²)	$b1 \times h1$ (cm ²)
5iem étage	1,00	6,64	3,54	3,04	0	9,37	160,31	184,36	117,99	30*30
4iem étage	2,5	12,05	7,08	6,08	3,04	20,02	325,73	374,59	239,74	30*30
3iem étage	3,85	17,46	10,62	9,12	7,17	29,35	487,97	561,17	356,15	35*35
2iem étage	5,05	28,28	14,16	12,16	11,30	45,75	646,90	743,94	476,12	35*35
1er étage	6,1	33,69	17,7	15,2	15,43	54,63	805,83	926,71	593,09	35*35
RDC	7,00	38,1	21,24	18,24	19,56	61,94	962,78	1107,20	708,61	35*35
S-SOL	8,5	42,51	24,78	21,28	24,96	70,14	1135,42	1305,74	835,67	40*40
S-SOL	9,875	46,92	28,32	24,32	30,36	78,15	1308,06	1504,27	962,73	40*40

Tableau II.6 : Tableau récapitulatif des sections des poteaux rectangulaires des différents étages.

d) Vérification des poteaux au flambement :

On a : $\lambda = \frac{L_f}{i} \leq 35$

$$i = \sqrt{\frac{I}{B}} \text{ et } I = \frac{b \times a^3}{12} \Rightarrow i = a/\sqrt{12}$$

I : Moment d'inertie de la section du poteau

B : section du béton

λ : l'élancement $\frac{L_f}{bi}$

$$L_f = 0,7L_0 \Rightarrow \lambda = 3,46 \times \frac{0,7L_0}{a}$$

Niveau	Section (cm ²)	L ₀ (m)	L _f (m)	a(m)	λ
2 S-sols	40*40	3,06	2,14	0,4	18,53
RDC	35*35	3,57	2,50	0,4	21,62
Etage 1, 2,3	35*35	3,06	2,14	0,35	21,18
Etage 4,5	30*30	3,06	2,14	0,3	24,70

Tableau II.7 : Tableau de vérification des poteaux au flambement

II.3 Pré dimensionnement des voiles :

Sont considérés comme voiles les éléments satisfaisants à la condition $L \geq 4a$

a : épaisseur du voile

L : la largeur du voile

L'épaisseur de voile doit satisfaire la condition imposée par RPA99 :

$$a \geq h_e / 20$$

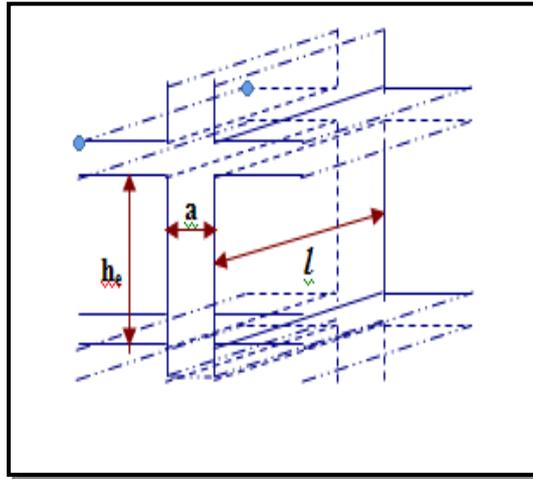


Figure II.2: Coupe de voile

1. Étage courant + Sous - sol :

$$a \geq \frac{h_e}{20} \Rightarrow a \geq \frac{306}{20} = 15,30$$
$$\Rightarrow a = 20\text{cm}$$

2. RDC :

$$a \geq \frac{h_e}{20} \Rightarrow a \geq \frac{357}{20} = 17,85$$
$$\Rightarrow a = 20\text{cm}$$