

II.1. Pré dimensionnement des planchers

Le plancher est une séparation entre les niveaux qui transmet les charges et les surcharges qui Lui sont directement appliquées aux éléments porteurs tout en assurant des fonctions de confort Comme l'isolation phonique, thermique et l'étanchéité des niveaux extrêmes.

Dans notre structure, on utilise de types de planchers :

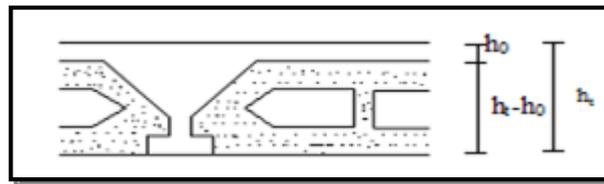


Figure II. 1: coupe d'un plancher à corps creux

h_t : L'ÉPAISSEUR TOTALE DU PLANCHER.

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

II.1.1. Détermination de l'épaisseur des planchers

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

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

L : La portée maximal entre nus d'appuis ;

h_t : Hauteur totale du plancher.

$$L = \min[L_{\max}(\text{sens } x) ; L_{\max}(\text{sens } y)] \Rightarrow L = \min[4,51 ; 4,20] \text{ m} = 4,20 \text{ m}$$

$$\frac{h_t}{L} \geq \frac{1}{22,5} \rightarrow h_t \geq \frac{L}{22,5} = \frac{420}{22,5} = 18,67 \text{ cm}$$

On adopte un plancher d'une épaisseur de :

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

II.1.2.Descente de charges des planchers

Charge Permanente

a.1) Plancher terrasse inaccessible

Tableau II. 1:charge permanente de plancher terrasse

Plancher	P (KN/m ²)
Protection en gravions roulé (e=5cm)	0,12
Étanchéité multicouche (2cm)	0,16
Forme de pente en béton (10cm)	2,2
Isolation thermique à liège (e=4cm)	0,16
Plancher en corps creux (ep = 16+4) cm	2,80
Enduit en plâtre(e=2cm)	0,2
	G=6.48

a.2) plancher RDC et étage courant

Tableau II.2 : charge permanente des planchers RDC et étage courant

Plancher	P (KN/m ²)
Cloison légère	1,00
Carrelage (2cm)	0.44
Mortier de pose (2cm)	0.4
Plancher en corps creux (ep = 16+4) cm	2,80
Enduit en plâtre (ep =2cm)	0,28
Lit de sable (2cm)	0.36
	G_e =5,28

a.3) Murs de façade:**Tableau II.3:** Murs de façade

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

Charge D'exploitation

- Terrasse inaccessible : Q= 1.00 KN/m²

- Etage courant : Q= 1.5 KN/m²

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

En construction, les poutres doivent avoir des sections régulières soit rectangulaires ou carrées.

Ces sections sont obtenues en satisfaisant aux conditions suivantes.

- Critère de rigidité.
- Condition du R.P.A 99.

a) Pré dimensionnement des poutres principales [p.p]

$$\text{a.1 Critère de rigidité : } \begin{cases} \frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \\ 0,3d < b \leq 0,4d \end{cases}$$

Avec :

h : hauteur de la poutre.

b : largeur de la poutre.

L : la portée de la poutre.

$$L = 490 \text{ cm} \Rightarrow \begin{cases} 32,66 \leq h \leq 42 \rightarrow h = 40 \text{ cm.} \\ 12,15 < b \leq 16,20 \rightarrow b = 35 \text{ cm.} \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} h \geq 30 \text{ cm} \\ b \geq 20 \text{ cm} \\ (h/b) \leq 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} h = 40 \geq 30 \text{ cm} \\ b = 35 \geq 20 \text{ cm} \\ (45/30) = 1,5 \leq 4 \end{cases} \dots\dots\dots \text{Vérifiée}$$

Donc la section adoptée pour les poutres principales est $(30 \times 40) \text{ cm}^2$.

b) Pré dimensionnement des Poutres secondaire [P.S]

b .1 Critère de rigidité : $\begin{cases} \frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{10} \\ 0,3d < b \leq 0,4d \end{cases}$

Pour : $L = 360 \text{ cm} \Rightarrow \begin{cases} 24 \leq h \leq 36 \rightarrow h = 35 \text{ cm} \\ 9,45 < b \leq 12,6 \rightarrow b = 35 \text{ cm} \end{cases}$

$$\begin{cases} h \geq 30 \text{ cm} \\ b \geq 20 \text{ cm} \\ (b/h) \leq 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} h = 35 \geq 30 \text{ cm} \\ b = 35 \geq 25 \text{ cm} \\ (h/b) = 0,85 \leq 4 \end{cases} \dots\dots\dots \text{vérifiée}$$

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

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

On a deux sections différentes des poteaux : rectangulaire et circulaire

La surface afférente du poteau rectangulaire est donnée par

La surface afférente du poteau rectangulaire :

$$S = 4,50 + 4,12 = 8,62 \text{ m}^2$$

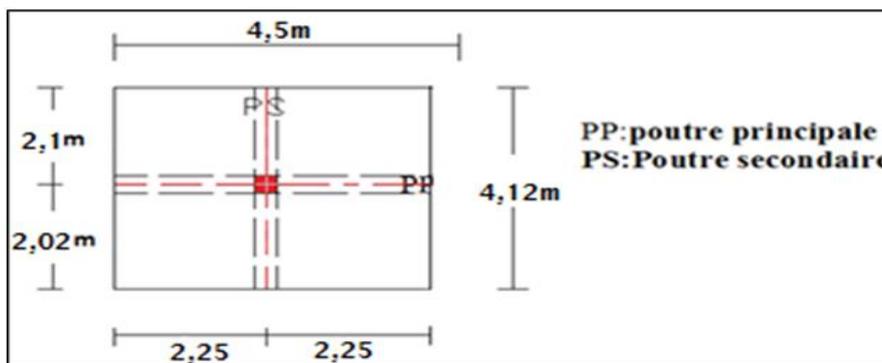


Figure II.2 : section afférente du poteau rectangulaire

a. Dégression des Surcharges d’exploitation

- 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 $n \geq 5$.

Tableau II.4:Dégression des Surcharges d’Exploitation

Niveau	La loi de dégression (kN/m ²)	La charge (kN/m ²)
Terrasse	$NQ_0 = 1\text{KN/m}^2$	1
06	$NQ_1 = Q_0 + Q_1$	2,5
05	$NQ_2 = Q_0 + 0,95(Q_1 + Q_2)$	3,85
04	$NQ_3 = Q_0 + 0,90(Q_1 + Q_2 + Q_3)$	5,05
03	$NQ_4 = Q_0 + 0,85(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$	6,10
02	$NQ_5 = Q_0 + 0,80(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5)$	7,00
01	$NQ_6 = Q_0 + 0,75(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6)$	7,75

b. Méthode de calcul

Leur pré dimensionnement doit respecter les trois conditions suivantes :

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

a) Condition de résistance

On sait que :

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

D’après BAEL 91 on prend $\frac{A}{Br} = 1\% = 0.01$ avec

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

θ : facteur de durée d’application des charges (θ=1)

K : Facteur correcteur pour la durée d'application des charges $K = 1$, les charges étant appliquée 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 due aux charges permanentes

N_q : Effort normal due aux charges d'exploitations

Il se calcul en appliquant la loi de régression des charges d'exploitations

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

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

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 :

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

$$\text{Donc } Br \geq 0,64 \times Nu$$

b) Conditions imposées par le RPA99

Pour zone : on a en zones IIa

$$1- \text{Min}(b_1, h_1) \geq 25 \text{ cm}$$

$$2- \text{Min}(b_1, h_1) \geq h_e / 20$$

$$1/4 < b_1/h_1 < 4$$

Avec h_e : la hauteur libre d'étage

b. Calcul de la section du poteau

1) Poteau rectangulaire

Exemples de calcul

1- Calcul de la section du poteau

a. poteau de (6^{ème} étage)

1. Effort normal ultime P_u

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

$$6^{\text{ème}} \text{ étage} \rightarrow \begin{cases} G = 6,48 \text{ KN/m}^2 \\ Q = 1,00 \text{ KN/m}^2 \end{cases} \rightarrow N_{1(\text{Plancher})} = 1.35 G + 1.5 Q$$

$$\Rightarrow N_{1(\text{Plancher})} = 10,73 \text{ KN/m}^2$$

$$\blacksquare N_{2(P.P)} = 1,35(25 \cdot 0,30 \cdot 0,40) = 4,05 \text{ KN/ml}$$

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

$m = 1$ Étages

Donc :

$$P_u = 10,73 \times 19,04 + 4,05 \times 4,6 + 4,00 \times 3,54$$

$$P_u = 237,44 \text{ KN}$$

$$N_u = 1,15 P_u = 1,15 \times 237,30 = 273,06 \text{ KN}$$

On sait bien que : $B_r \geq 0,64 N_u \Rightarrow B_r \geq 174,75 \text{ cm}^2$.

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

$$a = 13,23 \quad \text{Donc on prend : } B = (40 \times 40)$$

2. Vérification suivant RPA99 :

$$\begin{cases} \min(h_1, b_1) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(h_1, b_1) \geq \frac{h_e}{20} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{b_1}{h_1} \leq 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \min(40, 40) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(40, 40) \geq \frac{306}{20} = 18 \quad \dots \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{40}{40} = 1 \leq 4 \end{cases}$$

b. poteau : (5^{ème} étage)

1. Effort normal ultime P_u

$$P_u = N_1(\text{plancher}) \cdot S_{\text{aff}(\text{Plancher})} + N_2(P.P) \cdot L_{\text{aff}(P.P)} + N_3(P.S) \times L_{\text{aff}(P.S)} + N_2 \text{ poteau}(5^{\text{ème}} \text{ étage}) \times L_P$$

$$5^{\text{ème}} \text{ étage} \rightarrow \begin{cases} G = 5,28 \text{ KN/m}^2 \\ Q = 2,5 \text{ KN/m}^2 \end{cases} \rightarrow N_{1(\text{Plancher})} = 1.35 G + 1.5 Q$$

$$\Rightarrow N_{1(\text{Plancher})} = 10,88 \text{ KN/m}^2$$

$$\blacksquare N_{2(P.P)} = 1,35(25 \cdot 0,30 \cdot 0,40) \cdot 2 = 8,10 \text{ KN/ml}$$

$$\blacksquare N_{3(P.S)} = 1,35(25 \cdot 0,30 \cdot 0,35) \cdot 2 = 7,08 \text{ KN/ml}$$

$m = 2$ Étages

$$N_{POTEAU} = 1,35(25 \cdot 0,40 \cdot 0,40) = 5,40 \text{ KN/m.l}$$

Donc :

$$P_u = 10,88 \times 19,04 + 8,10 \times 4,5 + 7,08 \times 4,22 + 5,40 \times 3,06$$

$$P_u = 290 \text{ KN}$$

$$N_u = 1,15 P_u = 1,15 \times 290 = 333,5 \text{ KN}$$

$$B_r \geq 0,64 N_u \Rightarrow B_r \geq 212,98 \text{ cm}^2$$

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

$$a = 18,28 \text{ cm}$$

Donc on prend : $B = (40 \times 40)$

2. Vérification suivant RPA99

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(h_1, b_1) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(h_1, b_1) \geq \frac{h_e}{20} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{b_1}{h_1} \leq 4 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \min(40, 40) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(40, 40) \geq \frac{306}{20} = 15.3 \\ \frac{1}{4} \leq \frac{40}{40} = 1 \leq 4 \end{array} \right. \quad \dots \text{Condition}$$

Tableau II.5 : Tableau récapitulatif des sections des poteaux
Rectangulaires des différents étages

	Q	G	Nu(Poutre	Nu(Poutre	Nu poteaux	Nu	Pu (kg)	Nu=1,15xPu (kN)	Br=0,64xNu (cm ²)	h ₁ * b ₁
	(KN)	(kN)	Principal (kN)	Secondaire (kN))		(plancher (kN))				
6^{ème} étage	1	6,84	4,05	3,54	0	10,73	237,46	273,08	174,77	40*40
5^{ème} étage	2,5	11,76	8,1	7,08	5,4	10,88	282,30	324,64	207,77	40*40
4^{ème} étage	3,85	17,04	12,15	10,62	8,1	28,78	652,71	750,61	480,39	40*40
3^{ème} étage	5,05	22,32	16,2	14,16	10,8	37,71	858,07	986,78	631,54	40*40
2^{ème} étage	6,1	27,6	20,25	17,7	27,33	46,41	1101,52	1266,75	810,72	45*45
1^{ème} étage	7	32,88	24,3	21,24	34 ,17	54,89	1726,90	1985,94	1271,00	45*45
RDC	7,45	38,16	28,35	24,78	41,01	62,69	1940,12	2231,14	1427,93	45*45

1. Vérification des poteaux au flambement

1-Poteaux rectangulaires

$$\lambda = \frac{Lf}{i} \leq 35$$

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

I : Moment d'inertie de la section du poteau

1. B : section du béton

λ : l'élanement $\frac{Lf}{bi}$

$$Lf = 0,7L0 \Rightarrow \lambda = 3,46 \times \frac{0,7L0}{a}$$

Tableau II. 6 : Tableau de vérification des poteaux rectangulaires au flambement

Niveau	(a,b)cm ²	l ₀ (m)	a(cm)	l _f = 0,7l ₀ (m)	λ
RDC	(45*45)	3,06	0,45	2,14	23,53
Etage, 1, 2					
Etage 3, 4,5 ,6	(40*40)	3,06	0,40	2,14	26,47

- Tout les conditions sont vérifiées pour les poteaux

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 :

$$a \geq h_e / 20$$

$$a \geq \frac{h_e}{20} \Rightarrow a \geq \frac{306}{20} = 15.3$$

$$\Rightarrow a = 20\text{cm}$$

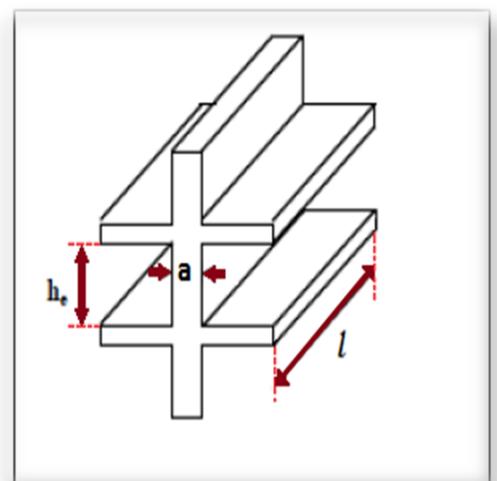


Figure II. 4 : Coupe de voile