

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 :

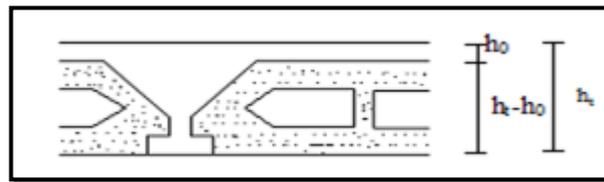


Figure II. 1: coupe d'un plancher à corps creux

h_t : L'ÉPAISSEUR TOTALE DU PLANCHER.

L : LA PLUS GRANDE PORTÉE ENTRE NUS D'APPUIS 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.

$$L = \min[L_{max}(sens x) ; L_{max}(sens y)] \Rightarrow L = \min[5,10 ; 3,80] \text{ m} = 3,80 \text{ m}$$

$$\frac{h_t}{L} \geq \frac{1}{22,5} \rightarrow h_t \geq \frac{L}{22,5} = \frac{360}{22,5} = 16 \text{ cm}$$

On adopte un plancher d'une épaisseur de :

$$h_t = 20 \text{ cm} \quad \left\{ \begin{array}{l} 16 \text{ cm} : \text{épaisseur du corps creux} \\ 4 \text{ cm} : \text{épaisseur de la dalle de compression} \end{array} \right.$$

II.1.2.Descente de charges des planchers

Charge Permanente :

a.1) Plancher terrasse inaccessible

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	

Tableau II. 1:charge permanente de plancher terrasse

a.2) plancher 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	

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

a.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	

Tableau II.3: Murs de façade

Charge D'exploitation

- Terrasse inaccessible : $Q = 1.00 \text{ KN/m}^2$
- Etage courant : $Q = 1.5 \text{ KN/m}^2$

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.

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

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

$$\begin{cases} h \geq 30 \text{ cm} \\ b \geq 20 \text{ cm} \\ (h/b) \leq 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} h = 40 \geq 30 \text{ cm} \\ b = 35 \geq 20 \text{ cm} \\ (40/35) = 1,14 \leq 4 \end{cases} \dots\dots\dots \text{Vérifiée}$$

Donc la section adoptée pour les poutres principales est $(35 \times 40) \text{ cm}^2$.

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

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

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

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

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

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 :

$$S=4,60+4,00=18\text{m}^2$$

La surface afférente du poteau circulaire est donnée par :

$$S=4,25+2+5,2=11,45\text{m}^2$$

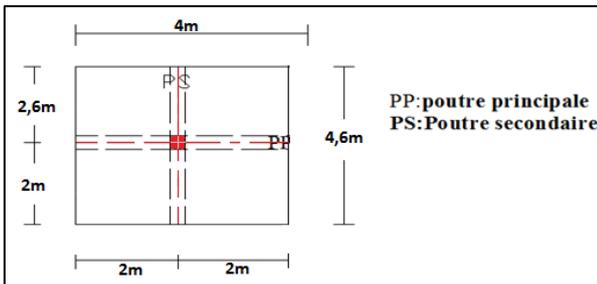


Figure II.2 : section afférente du poteau rectangulaire

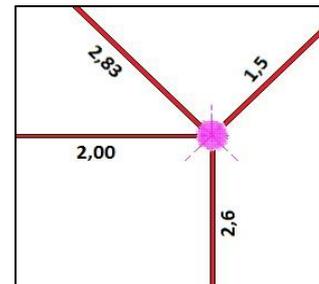


Figure II.3 : section afférente du poteau circulaire

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

Niveau	La loi de dégression (kN/m ²)	La charge (kN/m ²)
Terrasse	$NQ_0 = 1 \text{ KN/m}^2$	1
08	$NQ_1 = Q_0 + Q_1$	2,5
07	$NQ_2 = Q_0 + 0,95(Q_1 + Q_2)$	3,85
06	$NQ_3 = Q_0 + 0,90(Q_1 + Q_2 + Q_3)$	5,05
05	$NQ_4 = Q_0 + 0,85(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$	6,10
04	$NQ_5 = Q_0 + 0,80(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5)$	7,00
03	$NQ_6 = Q_0 + 0,75(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6)$	7,75
02	$NQ_7 = Q_0 + 0,71(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7)$	8,45
01	$NQ_8 = Q_0 + 0,69(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 + Q_8)$	9,28

Tableau II.4: Dégression des Surcharges d'Exploitation

b. Méthode de calcul

Leur pré dimensionnement doit respecter les trois conditions suivantes:

- condition de résistance
- condition imposée par le RPA99
- condition de stabilité

a) Condition de résistance

On sait que :

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

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

Br : Section nette du béton ; [$Br = (a-0,02)(b-0,02)m^2$]

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 appliquée généralement après 90jours

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 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

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

$$3- \text{Min}(b_1, h_1) \geq h_e / 20$$

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

Avec h_e : la hauteur libre d'étage

c. Calcul de la section du poteau

1) Poteau rectangulaire

Exemples de calcul

1- Calcul de la section du poteau

a. poteau de (8^{ème} étage)

1. Effort normal ultime P_u

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

$$8^{\text{ème}} \text{ étage} \rightarrow \begin{cases} G = 6,48 \text{ KN/m}^2 \\ Q = 1,00 \text{ KN/m}^2 \end{cases} \rightarrow N_{1(\text{plancher})} = 1,35 G + 1,5 Q$$

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

$$\blacksquare N_{2(P.P)} = 1,35(25 \cdot 0,35 \cdot 0,40) = 4,73 \text{ KN/ml}$$

$$\blacksquare N_{3(P.S)} = 1,35(25 \cdot 0,35 \cdot 0,35) = 4,13 \text{ KN/m.l}$$

$$m = 1 \text{ Étages}$$

Donc :

$$P_u = 10,73 \times 18,4 + 4,73 \times 4,6 + 4,00 \times 4,13$$

$$P_u = 235,71 \text{ KN}$$

$$N_u = 1,15 P_u = 1,15 \times 235,71 = 271,07 \text{ KN}$$

$$\text{On sait bien que : } B_r \geq 0,64 N_u \Rightarrow B_r \geq 173,48 \text{ cm}^2.$$

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

$$a = 13,19$$

$$\text{Donc on prend : } B = (35 \times 35)$$

2. Vérification suivant RPA99 :

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(h_1, b_1) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(h_1, b_1) \geq \frac{h_e}{20} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{b_1}{h_1} \leq 4 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \min(35, 35) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(35, 35) \geq \frac{306}{20} = 18 \text{Condition vérifiée.} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{35}{35} = 1 \leq 4 \end{array} \right.$$

b. poteau : (7^{ème} étage)

1. Effort normal ultime P_u :

$$P_u = N_1(\text{plancher}) \cdot S_{\text{aff}(\text{Plancher})} + N_2(P.P) \cdot L_{\text{aff}(P.P)} + N_3(P.S) \times L_{\text{aff}(P.S)} + N_2 \text{ poteau}(8^{\text{EME}} \text{ étage}) \times L_p$$

$$7^{\text{ème}} \text{ étage} \rightarrow \begin{cases} G = 5,28 \text{ KN/m}^2. \\ Q = 2,5 \text{ KN/m}^2. \end{cases} \rightarrow N_{1(\text{Plancher})} = 1.35 G + 1.5Q$$

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

$$\blacksquare N_{2(P.P)} = 1,35(25 \cdot 0,35 \cdot 0,40)2 = 9,45 \text{ KN/m.l}$$

$$\blacksquare N_{3(P.S)} = 1,35(25 \cdot 0,35 \cdot 0,35)2 = 8,27 \text{ KN/m.l}$$

$$m = 2 \text{ Étages}$$

$$N_{\text{POTEAU}} = 1,35(25 \cdot 0,35 \cdot 0,35) = 4,13 \text{ KN/m.l}$$

Donc :

$$P_u = 10,88 \times 18,4 + 9,45 \times 4,6 + 8,27 \times 4,00 + 4,13 \times 3,06$$

$$P_u = 289,38 \text{ KN}$$

$$N_u = 1,15 P_u = 1,15 \times 289,38 = 332,79 \text{ KN}$$

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

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

$$a = 14,61 \text{ cm}$$

Donc on prend : $B = (35 \times 35)$

2. Vérification suivant RPA99

$$\left\{ \begin{array}{l} \min(h_1, b_1) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(h_1, b_1) \geq \frac{h_e}{20} \\ \frac{1}{4} \leq \frac{b_1}{h_1} \leq 4 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \min(35, 35) \geq 25 \text{ cm} \\ \min(35, 35) \geq \frac{306}{20} = 15.3 \\ \frac{1}{4} \leq \frac{35}{35} = 1 \leq 4 \end{array} \right. \quad \dots\dots \text{Condition vérifié}$$

	Q	G	Nu(Poutre	Nu(Poutre	Nu	Nu	Pu (kg)	Nu=1,15xPu (kN)	Br=0,65xNu (cm ²)	h ₁ * b ₁
	(KN)	(kN)	Principal(kN))	Secondaire(kN))	poteau x	(plancher(kN))				
8 ^{ieme} étage	1	6,84	4,73	4,13	0	10,73	235,71	271,07	173,48	35X35
7 ^{ieme} étage	2,5	11,76	9,45	8,27	4,13	10,88	289,38	332,79	212,98	35*35
6 ^{ieme} étage	3,85	17,04	17,18	12,4	8,27	28,78	683,49	786,01	503,05	35*35
5 ^{ieme} étage	5,05	22,32	18,9	16,54	12,4	37,71	884,91	1017,64	651,29	40*40
4 ^{ieme} étage	6,1	27,6	23,63	20,67	17,8	46,41	1099,79	1264,76	809,45	40*40
3 ^{ieme} étage	7	32,88	28,35	24,81	23,2	54,89	1310,62	1507,21	964,61	40*40
2 ^{ieme} étage	7,45	38,16	33,08	28,94	28,6	62,69	1508,94	1735,28	1110,58	45*45
1 ^{ieme} étage	8,45	43,44	37,8	33,08	35,43	71,32	1726,90	1985,94	1271,00	45*45
RDC	9,28	48,72	42,53	37,21	42,27	79,69	1940,12	2231,14	1427,93	45*45

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

2) Poteaux circulaires : RDC et les étages courant

a. Calcul de la section du poteau : RDC

$$S = 11,45 \text{ m}^2$$

1. Effort normal ultime P_u

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

$$\text{RDC} \rightarrow \begin{cases} G = 48,72 \text{ KN/m}^2 \\ Q = 9,28 \text{ KN/m}^2 \end{cases} \rightarrow N_{1(\text{plancher})} = 1,35G + 1,5Q$$

$$\Rightarrow N_{1(\text{plancher})} = 79,69 \text{ KN/m}^2$$

$$N_{2(P.P)} = 1,35(25 \cdot 0,35 \cdot 0,40)9 = 42,53 \text{ KN/m.l}$$

$$N_{3(P.S)} = 1,35(25 \cdot 0,35 \cdot 0,35)9 = 37,21 \text{ KN/m.l}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{POTEAU}} &= 1,35[(0,35 \times 0,35) \times 3 + (0,40 \times 0,40)3 + (0,45 \times 0,45)2] \times 25 \\ &= 42,27 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$m = 1 \text{ Étages}$$

Donc :

$$P_u = 79,69 \times 11,45 + 42,53 \times 5,66 + 37,21 \times 4 + 42,27 \times 3,06$$

$$P_u = 1431,36 \text{ KN}$$

$$N_u = 1,15P_u$$

$$N_u = 1646,06 \text{ KN}$$

On sait bien que : $B_r \geq 0,64 N_u \Rightarrow B_r \geq 1053,48 \text{ cm}^2$.

$$D = 0,02 + 2 \times \sqrt{\frac{B_r}{\pi}}$$

$$D = 36,64$$

Donc on prend : **D=50cm**

	Q	G	Nu(Poutre	Nu(Poutre	Nu	Nu	Pu (kg)	Nu=1,15xPu (kN)	Br=0,65xNu (cm ²)	h ₁ * b ₁
	(kN)	(kN)	Principal(kN))	Secondaire(kN))	poteau x	Plancher(kN)				
8 ^{ieme} étage	1	6,84	4,73	4,13	0	10,73	166,15	191,07	122,29	40X40
7 ^{ieme} étage	2,5	11,76	9,45	8,27	4,13	10,88	223,78	257,35	164,70	40X40
6 ^{ieme} étage	3,85	17,04	17,18	12,4	8,27	28,78	501,68	576,93	369,23	40X40
5 ^{ieme} étage	5,05	22,32	18,9	16,54	12,4	37,71	642,86	739,29	473,14	45X45
4 ^{ieme} étage	6,1	27,6	23,63	20,67	17,8	46,41	802,29	922,63	590,48	45X45
3 ^{ieme} étage	7	32,88	28,35	24,81	23,2	54,89	959,18	1103,06	705,96	45X45
2 ^{ieme} étage	7,45	38,16	33,08	28,94	28,6	62,69	1108,31	1274,56	815,72	50X50
1 ^{ieme} étage	8,45	43,44	37,8	33,08	35,43	71,32	1271,30	1461,99	935,68	50X50
RDC	9,28	48,72	42,53	37,21	42,27	79,69	1431,36	1646,06	1053,48	50X50

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

1. Vérification des poteaux au flambement

1-Poteaux rectangulaires

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

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

I : Moment d'inertie de la section du poteau

1. B : section du béton

$$\lambda : \text{l'élancement } \frac{L_f}{bi}$$

$$L_f = 0,7L_0$$

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

Niveau	(a, b)cm ²	l ₀ (m)	a(cm)	l _f = 0,7l ₀ (m)	λ
RDC Etage, 1, 2	(45*45)	3,06	0,45	2,14	23,53
Etage 3, 4,5	(40*40)	3,06	0,40	2,14	26,47
Etage 6, 7,8	(35*35)	3,06	0,35	2,14	30,25

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

2-Poteaux circulaire

$$\lambda = 4L_f/D \geq 35$$

$$L_f = 0,7L_0$$

Niveau	l ₀ (m)	D (cm)	l _f = 0,7l ₀ (m)	λ
RDC Etage 1, 2	3,06	0,50	2,14	17,12
Etage 3, 4,5	3,06	0,45	2,14	19,02
Etage 6, 7,8	3,06	0,40	2,14	21,40

Tableau II. 8: Tableau de vérification des poteaux circulaires au flambement

- Tout les conditions sont vérifiées pour les deux types des 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 :

$$a \geq h_e / 20$$

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

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

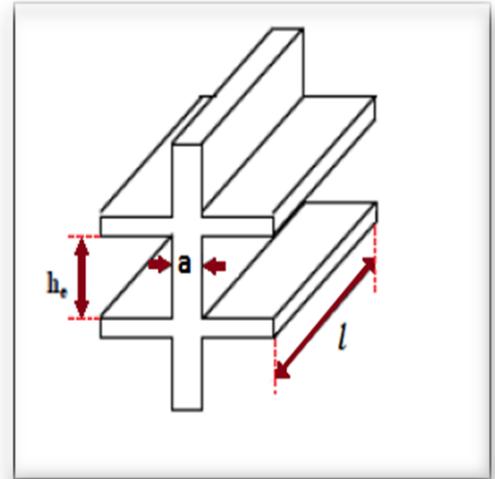


Figure II. 4: Coupe de voile