

Généralités :

Pour répondre à toutes les questions, il est nécessaire d'utiliser les fiches jointes à la composition.

Les résultats aux questions doivent être exprimés en kNm, kN ou MN, MNm, la section d'aciers pour les sollicitations en flexion doit être exprimée en cm^2 pour les poutres, ou cm^2/m pour les dalles, la section d'acier des armatures transversales des poutres en cm^2/m .

La composition comporte 4 exercices à traiter obligatoirement et notée sur 20 points.

Exercice n°1 : Questions de cours

- 1- Pour prédimensionnement une poutre (coffrage), on aura besoin de connaître :
 - a. Type d'ouvrage (charge d'exploitation différente) ☐
 - b. La classe de béton utilisée ☐
 - c. La portée de la poutre ☒

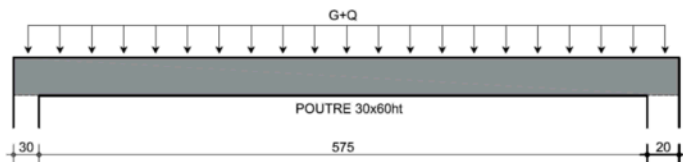
- 2- La différence entre une longrine de redressement et un buton :
 - a. Longrine est principalement calculée sous « Moment fléchissant » et le buton sous « effort normale » ☒
 - b. Longrine est principalement calculée sous « effort normale » et le buton sous « Moment fléchissant » ☐

- 3- Dans un poteau, les armatures transversales (cadres) sont rapprochées :
 - a. Aux extrémités (pied et en tête de poteau) car l'effort tranchant est maximum ☒
 - b. Au milieu du poteau car le moment fléchissant est maximum ☐

Exercice n°2 : Optimisation

Un cabinet d'architecte a transmis à votre bureau d'étude une vue en plan d'un parking et vous demande la structure à mettre en place. (Voir plan ANNEXE 1)

Votre rôle est de dessiner sur cette vue les poteaux et poutres que vous allez mettre en place afin de reprendre la dalle haute du sous-sol. Il est également important d'indiquer le sens de portée de vos dalles, leur épaisseur et la section des poutres mises en place (hauteur et base).

Exercice n°3 : Calcul d'une poutre isostatique**Données :**

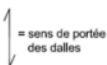
- Classe du béton : C25/30
- Classe d'exposition du béton : XC2
- G : 2350 kg/m (poids propre non compris)
- Q : 2850 kg/m
- $d_g = 20$ mm
- Classe Structurale : S4
- Durée de vie du bâtiment : 50 ans
- $\alpha = 90^\circ$
- $\theta = 45^\circ$
- Aciers : $F_{yk} = 500$ MPa

1. Calculer P_u .
2. Calculer le moment de flexion maximal en travée (M_{max}).
3. Calculer la section d'armatures inférieures de la poutre.
4. Déterminer les armatures inférieures.
5. Reprendre les questions 3 et 4 en prenant $0,35M_{max}$ pour le calcul des armatures supérieures.
6. Calculer l'effort tranchant maximal V_{max} (à l'ELU).
7. Vérifier que $V_{max} \leq V_{Rdmax}$.
8. Calculer la section d'acier transversale maximale et la comparer à la section minimale à mettre en place.
9. Définir les armatures transversales et les espacements.
10. Dessiner la coupe de la poutre avec les armatures choisies.

Exercice n°4 : Descente de charges

COFFRAGE - HT RDC

Légende :



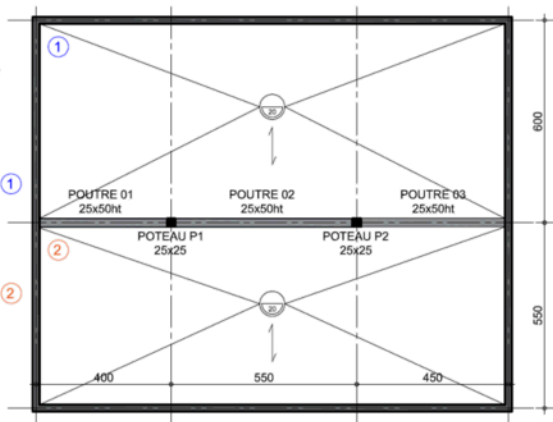
 Voile béton

$G=150 \text{ kg/m}^2$
 $Q=250 \text{ kg/m}^2$

Charges appliqués
sur les dalles
P.P non compris

$G=150 \text{ kg/m}^2$
 $Q=200 \text{ kg/m}^2$

Charges appliqués
sur les dalles
P.P non compris



Avec l'aide des données indiquées sur le plan, déterminer les charges G et Q à l'ELS qui sont reprises en tête des poteaux P1 et P2.

Fiche d'aide aux calculs (partie 1)

Dalle de planchers : Bâtiments courants

- $h \geq L/30 \rightarrow$ dalle portant dans une direction
- $h \geq (L/30) \times 0,9 \rightarrow$ dalle en continuité portant dans une direction
- h ou $e \geq L/35 \rightarrow$ dalle portant dans deux directions
 - avec $L = \sqrt{l_x \times l_y}$
- Avec $L =$ portée entre axes

Poutres :

- Isostatique : $h = L/10$
- En continuité : $L/15 \leq h \leq L/12$
- Largeur : $0,3h \leq b \leq 0,6h$
- Avec $L =$ portée entre axes

Calcul des armatures en flexion simple :

- $\mu = \frac{M_{Ed}}{b d^2 f_{cd}} \leq 0,372$ sinon il faut modifier la section de la poutre
- $z = 0,5 \times d \times (1 + \sqrt{1 - 2 \times \mu})$
- $A_s = \frac{M_{Ed}}{z \times f_{yd}} \geq A_{smin} = 0,26 \times b \times d \times f_{ctm} / f_{yk}$ (A vérifier pour les aciers inférieurs)
- Avec :
 - $f_{cd} = f_{ck} / 1,5$
 - $f_{yd} = f_{yk} / 1,15$
 - $f_{ctm} = 0,3 f_{ck}^{2/3}$
 - $d = 0,9h$

Vérification de l'effort tranchant maximal lorsque $\alpha = 90^\circ$ et $\theta = 45^\circ$:

- $V_{Rdmax} = 0,45 \times v \times f_{cd} \times b \times d$
- Avec :
 - $v = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,54$
 - $z = 0,9d$

Calcul des armatures transversales :

- $A_{t/st} = \frac{V_{max}}{z \times f_{yd}} \geq 0,08 \times \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} \times b$
- Avec :
 - $z = 0,9d$

Fiche d'aide aux calculs (partie 3)

Tableau de section des armatures (cm ²)											
Diamètre	Poids	Nombre de barres									
(mm)	kg/ml	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,221	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,392	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,613	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	0,882	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,201	1,54	3,08	4,62	6,16	7,70	9,24	10,78	12,32	13,85	15,39
16	1,568	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	2,45	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,829	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,274	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	9,78	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

Fiche d'aide aux calculs (partie 4)

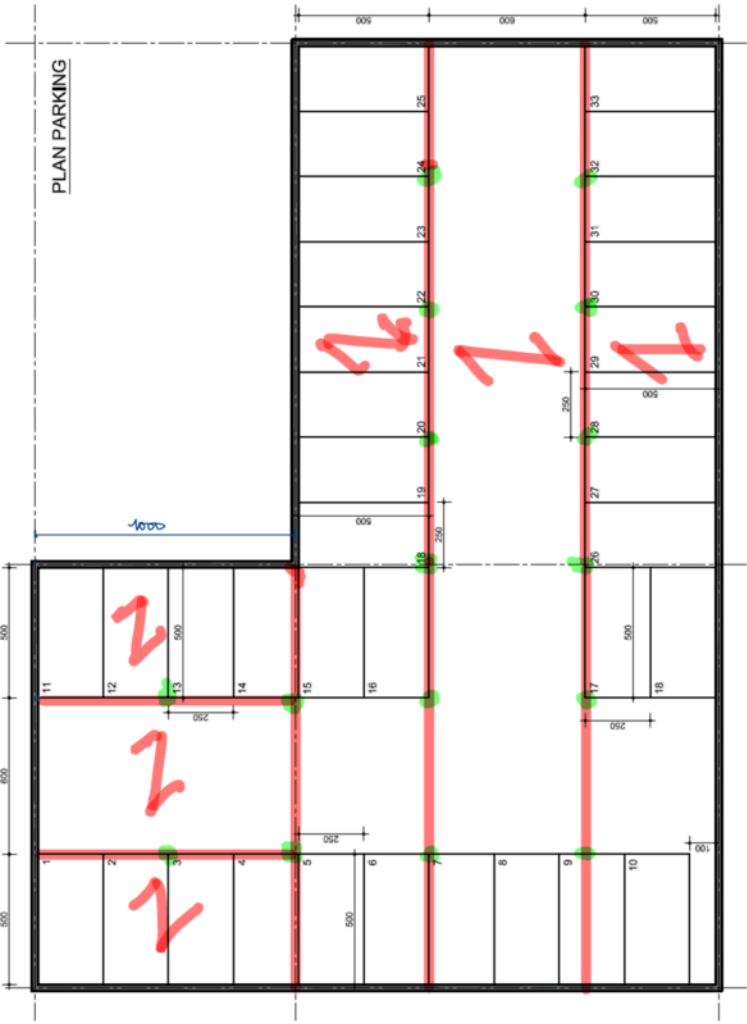
Nombre de barres/lit										
	n = b/6						n = (3*b)/ø			
Diamètre	6	8	10	12	14	16	20	25	32	40
Base (cm)										
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
12	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0
14	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
16	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
18	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1
20	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1
22	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1
24	4	4	4	4	4	4	3	2	2	1
26	4	4	4	4	4	4	3	3	2	2
28	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2
30	5	5	5	5	5	5	4	3	2	2
32	5	5	5	5	5	5	4	3	3	2
34	5	5	5	5	5	5	5	4	3	2
36	6	6	6	6	6	6	5	4	3	2
38	6	6	6	6	6	6	5	4	3	2
40	6	6	6	6	6	6	6	4	3	3
42	7	7	7	7	7	7	6	5	4	3
44	7	7	7	7	7	7	6	5	4	3
46	7	7	7	7	7	7	6	5	4	3
48	8	8	8	8	8	8	7	5	4	3
50	8	8	8	8	8	8	7	6	4	3
52	8	8	8	8	8	8	7	6	4	3
54	9	9	9	9	9	9	8	6	5	4
56	9	9	9	9	9	9	8	6	5	4
58	9	9	9	9	9	9	8	7	5	4
60	10	10	10	10	10	10	9	7	5	4
62	10	10	10	10	10	10	9	7	5	4
64	10	10	10	10	10	10	9	7	6	4
66	11	11	11	11	11	11	9	8	6	5
68	11	11	11	11	11	11	10	8	6	
70	11	11	11	11	11	11	10	8	6	5
72	12	12	12	12	12	12	10	8	6	5
74	12	12	12	12	12	12	11	8	7	5
76	12	12	12	12	12	12	11	9	7	5

$$R_{max} = 7$$

$$\frac{L}{D} < 0,4$$

sur-delà en
porte dans deux
directions.

ANNEXE 1



- Exo 3
- 1) optimisation (voir Annexe 1)
- 2) Calcul de b et P_u .
- * dalle en continu
- $\Rightarrow R_{all} = \frac{L}{20} \cdot q_0 \cdot b = \frac{600}{20} \cdot 0,3 = 18 \text{ cm} \Rightarrow b = 80 \text{ cm}$
- 3) Détermination de la section de la poutre.
- On est en continuité : $\frac{L}{15} \leq h \leq \frac{L}{12}$
- $\frac{600}{15} \leq h \leq \frac{600}{12}$ $40 \leq h \leq 50$
- $\Rightarrow h = 50 \text{ cm}$.

$0,3h \leq b \leq 0,6h$

$0,3 \cdot 50 \leq b \leq 0,6 \cdot 50$ $15 \leq b \leq 30$

$\Rightarrow b = 30$

* dalle = 80 cm

* $h = 50$ et $b = 30$ cm : poutre.

Exercice 3

- 1- Calcul de P_u .
- $P_u = 1,35G + 1,5Q$
- travaux G.
- $G = 8350 + 25 \text{ kN} \cdot \text{m}^3 \cdot (0,3 \cdot 0,6)$
- $= 28 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$
- $P_u = 1,35 \cdot 28 + 1,5 \cdot 28,5 = 80,55 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$

2) Calcul de M_{max}

$M_{max} = \frac{P_u l^2}{8} = \frac{80,55 \cdot 6^2}{8} = 362,475 \text{ kN} \cdot \text{m}$

- 3) Calcul de la section des armatures inférieures

* $\mu = \frac{M_{ed} \cdot \eta}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{362,475 \cdot 10^3}{0,3 \cdot (0,3 \cdot 0,6)^2 \cdot \frac{25}{1,5}} = 0,2436$

* $\rho_{cd} = \frac{f_{yk}}{f_{cd}} = \frac{25}{1,5} = 16,67$

* $\xi = 0,5 \cdot d \cdot \left(1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} \right)$

$= 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,2436} \right)$

$\xi = 0,46145 \text{ m}$

* $A_s = \frac{M_{ed}}{\xi \cdot f_{yk}} = \frac{362,475 \cdot 10^3}{0,46145 \cdot \frac{500}{1,15}} = 0,001807 \text{ m}^2$

$= 18,07 \text{ cm}^2$

* $f_{yk} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{500}{1,15} = 434,783 \text{ MPa}$

* $A_{smin} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \rho_{ctm} = 0,26 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot \frac{0,3 \cdot 25}{500}$

$= 0,000216 \text{ m}^2$

$A_{smin} = 2,16 \text{ cm}^2$

$\Rightarrow A_s > A_{smin}$

- $A_s/st = \frac{V_{max}}{z \cdot f_{yk}} \geq 0,08 \times \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} \times b$
- Avec : $z = 0,9d$

Pour les dalles on considère que $b = 1 \text{ m}$.

- 4- Choix des armatures inférieures.
- on a $b = 30 \text{ cm}$ et $A_s = 18,07 \text{ cm}^2$

$\Rightarrow 4 \text{ HA } 20 + 4 \text{ HA } 14 \Rightarrow 12,57 + 6,16 = 18,73 \text{ cm}^2$

- 5- refaire Pour les armatures sup en passant $M_{ed} = 0,35 M_{max}$.

* $\mu = \frac{M_{ed} \cdot \eta}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{0,35 \cdot 362,475 \cdot 10^3}{0,3 \cdot (0,3 \cdot 0,6)^2 \cdot \frac{25}{1,5}} = 0,0870$

* $\rho_{cd} = \frac{f_{yk}}{f_{cd}} = \frac{25}{1,5} = 16,67$

* $\xi = 0,5 \cdot d \cdot \left(1 + \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} \right)$

$= 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - 2 \cdot 0,087} \right)$

$\xi = 0,51538 \text{ m}$

* $A_s = \frac{M_{ed}}{\xi \cdot f_{yk}} = \frac{126,87 \cdot 10^3}{0,51538 \cdot \frac{500}{1,15}} = 0,000566 \text{ m}^2$

$= 5,66 \text{ cm}^2$

on a $A_s > A_{smin}$

- Choix des armatures sup.

$4 \text{ HA } 14 \Rightarrow A_s = 6,16 \text{ cm}^2$

- 6- Calcul de V_{max}

$V_{max} = \frac{P_u l}{2} = \frac{80,55 \cdot 6}{2} = 241,65 \text{ kN}$

- 7- Vérifions que $V_{max} < V_{Rdmax}$

$V_{Rdmax} = 0,45 \cdot \eta \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}$

$= 0,45 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot \frac{25}{1,5} \cdot 10^3$

$V_{Rdmax} = 656,1 \text{ kN}$

$\Rightarrow V_{max} < V_{Rdmax}$

- 8) calcul de ρ_{st} des armatures transversales.

* $A_{s/st} =$

* $\frac{V_{max}}{z \cdot f_{yk}} = \frac{241,65 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 0,3 \cdot \frac{500}{1,15}}$

$= 0,0011436 \text{ m}^2/\text{m}$

$= 11,44 \text{ cm}^2/\text{m}$

* $0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} \cdot b$

$$\begin{aligned}
 & \bullet 0,08 * \frac{\sqrt{\frac{25}{500}}}{1,15} * 0,3 = 0,0000276 \text{ m}^2 \\
 & = 2,76 \text{ cm}^2 / \text{m}
 \end{aligned}$$