

Solution de l'exercice N°1 (5 Pts)

Données de l'étude				
Effort de service	G + Q	N _{ser} =	0.35 (0.5)	MN.m
Effort ultime	1.35 G + 1.5 Q	N _u =	0.495 (0.5)	MN.m
Contraintes de calcul				
Contrainte limite du béton en traction	0.6 + (0.06 x f _{c28})	f _{t28} =	1.98 (0.5)	MPa
Contrainte de traction de l'acier (ELU)	f _e / 1.15	f _{su} =	434.78 (0.5)	MPa
Contrainte de traction de l'acier (ELS)	FTP: mini (1/2 f _e ; 90 x ((η x f _{ij}) ^{1/2}))	σ _{st} =	160.19 (0.5)	MPa
Section théorique des aciers tendus				
Section théorique d'acier à l' ELU	N _u / f _{su}	A _u =	11.38 (0.5)	cm ²
Section théorique d'acier à l' ELS	N _{ser} / σ _{st}	A _{ser} =	21,84 (0.5)	cm ²
Section théorique à retenir	max (A _u ; A _{ser})	A _{st} =	21,84 (0.5)	cm ²
Choix d'une section commerciale			4HA25+4HA10 (0.5)	
Vérifications réglementaires				
Condition de non fragilité	A _{st} x f _e > [(a x a) x f _{t28}]		Vérifié (0.5)	
Détermination des armatures transversales				
Diamètre des aciers transversaux	FTP = maxi (8; fl/4)	f _t =	8	mm
Espacement des aciers transversaux	St = mini (a + 10 cm; 40 cm)	St =	40	cm
Longueur de scellement droit	ls = 50 fl pour HA 500	ls =	75	cm

Solution de l'exercice N°2 (5 Pts)

Données				
Effort ultime	1.35 G + 1.5 Q	N _u =	1.8975 (0.5)	MN
Nu/2 appliq. aps 90 j ==>>> K= 1		K =	1	
Résultats				
Périmètre de la section	(2 x a) + (2 x b)	u =	1.2	m
Moment quadratique de la section	(a ⁴ / 12)	I _{min} =	0.000675	m ⁴
Aire de la section	(a x a)	B =	0.09	m ²
Aire de la section - 2 cm périphérique	(a - 0.02) x (a - 0.02)	Br =	0.0784	m ²
Longueur de flambement	Deux extrémités encastées.	L _f = L ₀ /2	1.75 (0.5)	m
Rayon de giration	(I _{min} / B) ^1/2	i =	0.08660254 (0.5)	m
Elancement	(L _f / i)	λ =	20.21 (0.5)	
Control : Elancement <70		Control :	Vérifié (0.5)	
Coefficient d'élancement (α)	Si λ < 50 : α = (0,85/(1+0.2 (1 / 35) ²))/K	α =	0.799 (0.5)	
Section théorique d'acier	[(Nu/α) - ((Br x f _{c28}) / 1.35)] x (1.15/f _e)	A _{th} =	2.376 (0.5)	cm ²
Section maximale d'acier	(5 % B)	A _{max} =	45 (0.5)	cm ²
Section de calcul minimale	Max (0.2% B; 4u; A _{th}) = max(1.8; 4.8; 2.37)	A _{sc} =	4.8 (0.5)	cm ²
Control : Asc < Amax		Control :	Vérifié (0.5)	
Choix d'une section commerciale	Choix des filants dans les angles	Choix 1 :	4 HA 14 (0.5)	
Diamètre des aciers transversaux	f _t < (fl / 3)	f _t =	6	mm
Espacement des aciers transversaux	St = mini (a+10 cm; 15 fl; 40 cm)	St =	21	cm

Solution de l'exercice N°3 (10 Pts)**Contraintes de calcul :**

Contrainte de compression du béton à l'ELU : $f_{bu} = 13.60 \text{ MPa}$ (0.5)

Contrainte de traction des aciers : $f_{su} = 434.78 \text{ MPa}$ (0.5)

Calcul des moments réduits :

Moment ultime réduit (μ_u) :

$$\mu_u = \frac{M_u}{b d^2 \cdot \sigma_{bc}} \Leftrightarrow \mu_u = \frac{0,5}{0,3 \cdot (0,54)^2 \cdot 12,46} = 0.654 \quad (0.5)$$

$\mu_u \geq \mu_l = 0,372 \Rightarrow$ La section est à armatures doubles. (0.5)

Moment Résistant du béton (M_R):

$$M_R = \mu_l b d^2 f_{bu} = 0.372 * 0.30 * (0.54^2) * 12.46 = 0.405 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad (0.5)$$

Moment résiduel (M_r) :

$$M_r = M_u - M_R = 0.5 - 0.405 = 0.095 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad (0.5)$$

Calcul des armatures comprimées :

$$A_{sc} = \frac{M_r}{(\sigma_{sc} \cdot (d - d'))} = \frac{0.095}{434.78 * (0.54 - 0.05)} = 4.45 \text{ cm}^2 \quad (0.5)$$

Le choix peut être : 4HA12=4,52 cm² (0.5)

Calcul des armatures tendues (A_{st}) :

$$A_{st} = \frac{1}{\sigma_{st}} \left(\frac{M_r}{(d - d')} + \frac{M_R}{d (1 - 0.4 \alpha_l)} \right) = \frac{1}{434.8} \left(\frac{0.095}{0.49} + \frac{0.405}{0.54 (1 - 0.4 * 0.617)} \right) = 27.36 \text{ cm}^2 \quad (0.5)$$

Choix des sections commerciales des aciers tendus :

Le choix peut être : 4HA25+4HA16=27.67 cm² (6HA25=29.45cm²) (0.5)

Vérification à ELS :

La position de l'axe neutre :

$$b \frac{y^2}{2} + n A_{sc} (y - d') - n A_{st} (d - y) = 0$$

$$y^2 + 40.53y - 1833.18 = 0 \quad (0.5) \quad (0.5) \quad (0.5)$$

$$y = 7.79 \text{ cm}$$

Le moment d'inertie :

$$I_x = b \frac{y^3}{3} + n A_{sc} (y - d')^2 + n A_{st} (d - y)^2$$

$$I_x = 889 \, 174.27738 \text{ cm}^4 = 0.00889 \text{ m}^4$$

Les contraintes sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{bc} = \frac{M_s}{I_x} y = \frac{0.25}{0.00889} * 0.0779 = 2.19 \text{ MPa} \\ \bar{\sigma}_{bc} = 0.6 * f_{c28} = 0.6 * 22 = 13.2 \text{ MPa} \end{array} \right. \Rightarrow \sigma_{bc} \leq \bar{\sigma}_{bc} \quad (0.5) \quad (0.5) \quad (0.5)$$

et

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{st} = \frac{n M_s}{I_x} (d - y) = \frac{15 * 0.25}{0.00889} * (0.54 - 0.0779) = 194.92 \text{ MPa} \\ FTP : \bar{\sigma}_{st} = \min\left(\frac{1}{2} f_e; 90 \sqrt{\eta * f_{t28}}\right) = 157.74 \text{ MPa} \end{array} \right. \Rightarrow \sigma_{st} \geq \bar{\sigma}_{st} \quad (0.5) \quad (0.5) \quad (0.5)$$

Alors l'E.L.S n'est pas vérifié. (0.5)