



Département d'Hydraulique
3^{ème} année Licence Hydraulique

Durée : 2H00

EMD : Notions de Béton Armé

EXERCICE No 1 : (5 points, 0.5 point par question)

- 1- Pourquoi le béton fissure-t-il en traction ?
- 2- Pourquoi la FTP est-elle plus sévère ?
- 3- Donner quatre exemples d'actions accidentelles.
- 4- Quelle est la limite d'élancement pour la compression simple ?
- 5- Pourquoi réalise-t-on des joints de dilatation ?
- 6- Pourquoi effectue-t-on une vérification à l'ELS ?
- 7- Quelle est la valeur de la déformation ultime du béton comprimé au BAEL ?
- 8- Quels sont les trois types de fissuration ?
- 9- Comment évolue la longueur d'ancrage lorsque le diamètre augmente ?
- 10- En quoi consiste le recouvrement

EXERCICE No 2 : (5 points, 1 point par question)

Un poteau rectangulaire possède les caractéristiques suivantes :

Dimensions : 25×40 cm, longueur libre : $l_0 = 3.5$ m, appuis : encastré-libre.

Calculez : 1- le coefficient de longueur de flambement, 2- la longueur de flambement, 3- le rayon minimal de giration, 4- l'élancement, 5- vérifiez si le poteau risque de flamber ?

EXERCICE No 3 : (5 points, 1 point par question)

Un poteau de section 25×35 cm, est soumis à un effort de compression N_u qui vaut 1800 kN.

On utilise un béton avec $f_{c28} = 30$ MPa et $\gamma_b = 1.5$, et un acier de type FeE400. On prend $\gamma_s = 1.15$. Le facteur réducteur $\alpha = 0.75$, et l'enrobage est 2 cm.

Calculez : 1- la section réduite, 2- la section théorique d'acier, 3- les sections minimale et maximale d'acier, 4- la section d'acier finale, 5- proposez un ferrailage réel.

EXERCICE No 4 : (5 points, 1 point par question)

On utilise une barre de nuance FeE235 et de diamètre 12 mm, dans un béton de résistance $f_{c28} = 20$ MPa. **Déterminez :** 1- la résistance à la traction. 2- la contrainte d'adhérence limite.

3- la longueur de scellement droit en diamètres. 4- la longueur de scellement droit en centimètres. 5- Comparez avec la formule forfaitaire.



Département d'Hydraulique
3^{ème} année Licence Hydraulique

Durée : 2H00

Correction EMD : Notions de Béton Armé

SOLUTION EMD :

SOLUTION No 1 : (5 points, 0.5 point par question)

1- Pourquoi le béton fissure-t-il en traction ?

Réponse : Parce que sa résistance à la traction est faible. Environ 10 fois plus faible que sa résistance à la compression.

2- Pourquoi la FTP est-elle plus sévère ?

Réponse : Parce qu'elle correspond à : des milieux agressifs, avec des risques élevés de corrosion.

3- Donner quatre exemples d'actions accidentelles.

Réponse : 1- séisme, 2- explosion, 3- incendie, 4- choc de véhicule.

4- Quelle est la limite d'élanement pour la compression simple ?

Réponse : $\lambda \leq 70$

5- Pourquoi réalise-t-on des joints de dilatation ?

Réponse : Pour absorber : les variations thermiques, le retrait, et les déformations.

6- Pourquoi effectue-t-on une vérification à l'ELS ?

Réponse : Pour garantir : 1- le bon fonctionnement de l'ouvrage, 2- la limitation des fissures et des déformations, 3- la durabilité.

7- Quelle est la valeur de la déformation ultime du béton comprimé au BAEL ?

Réponse : $\varepsilon_{bc} = 3.5\%$

8- Quels sont les trois types de fissuration ?

Réponse : 1- FPP : fissuration peu préjudiciable, 2- FP : fissuration préjudiciable, 3- FTP : fissuration très préjudiciable.

9- Comment évolue la longueur d'ancrage lorsque le diamètre augmente ?

Réponse : Plus le diamètre augmente, plus la longueur d'ancrage nécessaire augmente.

10- En quoi consiste le recouvrement

Réponse : Le recouvrement consiste à superposer deux barres sur une certaine longueur afin d'assurer la continuité des armatures.



SOLUTION No 2 : (5 points, 1 point par question)

1. Valeur du coefficient de la longueur de flambement k

Pour un poteau encastré-libre : $k = 2$

2. Longueur de flambement

$$l_f = kl_0$$

$$l_f = 2 \times 3.5 \text{ m} = 7.0 \text{ m} = \mathbf{700 \text{ cm}}$$

3. Rayon de giration minimal

Pour rectangle :

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{B}} = \sqrt{\frac{ba^3}{12ab}} = \sqrt{\frac{a^2}{3 \times 4}} = \frac{a}{2\sqrt{3}} = \frac{25}{3.464} = \mathbf{7.22 \text{ cm}}$$

4. Élancement

$$\lambda = \frac{700}{7.22} \approx \mathbf{97}$$

5. Vérification du risque de flambage

Si $\lambda \leq 70$, alors le poteau ne risque pas flamber, et si $\lambda > 70$, alors le poteau risque de flamber. Dans notre cas, on a :

$$\lambda = 97 \geq 70 \Rightarrow \mathbf{\text{Donc le poteau risque de flamber.}}$$

SOLUTION No 3 : (5 points, 1 point par réponse)

1. Section réduite

$$B_r = (25 - 2)(35 - 2) = 23 \times 33 = 759 \text{ cm}^2 = \mathbf{0.0759 \text{ m}^2}$$

2. Calcul de la section théorique

$$A_{scth} = \left[\frac{N_u}{\alpha} - B_r \frac{f_{c28}}{0.9\gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

$$A_{scth} = \left[\frac{1.800}{0.75} - 0.0759 \times \frac{30}{0.9 \times 1.5} \right] \frac{1.15}{400}$$

$$A_{scth} = [2.400 - 1.6867] \frac{1.15}{400}$$

$$A_{scth} = [2.400 - 1.6867] \frac{1.15}{400}$$

$$A_{scth} = 0.00205 \text{ m}^2 = \mathbf{20.5 \text{ cm}^2}$$

3. Calcul des sections minimale et maximale d'acier, Amin et Amax

$$A_{min} = \max(4u, 0.2\%B) \text{ et } A_{max} = 5\%B$$

Périmètre :



$$u = 2(25 + 35) = 120 \text{ cm} = 1.2 \text{ m}$$

$$4u = 4.8 \text{ cm}^2$$

$$0.2\%B = 0.2\% \times (25 \times 35) = 1.75 \text{ cm}^2$$

$$\text{Donc : } A_{\min} = \max(4.8 \text{ cm}^2, 1.75 \text{ cm}^2) = \mathbf{4.8 \text{ cm}^2}$$

$$\text{Et } A_{\max} = 5\%B = 5\% \times (25 \times 35) = \mathbf{43.75 \text{ cm}^2}$$

4. Calcul de la section d'acier finale

$$\max(A_{\text{sctH}}, A_{\min}) \leq A_{\text{sc}} \leq A_{\max}$$

$$\max(20.5, 4.8) \leq A_{\text{sc}} \leq 43.75$$

$$\mathbf{20.5 \leq A_{\text{sc}} \leq 43.75}$$

5. Proposition d'un Ferrailage réel

On propose un choix de : **8HA20**, et la Surface : $A_{\text{sc}} = \mathbf{25.12 \text{ cm}^2}$

SOLUTION No 4 : (5 points, 1 point par question)

1. Résistance à la traction

$$f_{c28} = 20 \text{ MPa} \leq 60 \text{ MPa} \Rightarrow$$

$$f_{t28} = 0.6 + 0.06 \cdot f_{c28} = 0.6 + 0.06 \times 20 = \mathbf{1.8 \text{ MPa}}$$

2. Contrainte d'adhérence limite

$$\tau_{su} = 0.6 \cdot \psi_s^2 \cdot f_{t28} \text{ avec } \psi_s = 1.0 \text{ pour RL}$$

$$\tau_{su} = 0.6 \times (1.0)^2 \times 1.8 = \mathbf{1.08 \text{ MPa}}$$

3. Longueur de scellement droit en diamètres

La longueur de scellement droit est égale à :

$$l_s = \frac{\phi \cdot f_e}{4 \tau_{su}}$$

$$f_e = 235 \text{ MPa pour FeE235}$$

$$l_s = \frac{\phi \times 235}{4 \times 1.08} = 54.4\phi \approx \mathbf{54\phi}$$

4. Longueur de scellement droit en centimètres

Pour RL12, un scellement droit de : $l_s = 54 \times 1.2 \text{ cm} \approx \mathbf{65 \text{ cm}}$

5. Comparaison avec la formule forfaitaire

Pour la formule forfaitaire, $l_s = 50 \phi$ pour les aciers Rond Lisses (R.L.) de nuance FeE235.

$$\text{Donc : } l_s = 50 \times 1.2 = \mathbf{60 \text{ cm}}$$