

## Examen Final du 21/05/2025

### Béton Armé et Précontraint

#### Questions de cours (08 Points)

1. Quelle est la signification du diagramme contrainte-déformation du béton ? (2pts)
2. Expliquer la vérification à l'effort tranchant ? (2pts)
3. Expliquer brièvement la règle de trois pivots ? (2pts)
4. Que signifie la notion de « section fissurée » et « section non fissurée » ? (2pts)

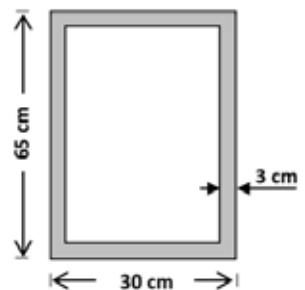
#### EX01 (12 Points)

Étudier le ferraillage d'une poutre à section rectangulaire creuse  
 $b = 30 \text{ cm}$ ,  $h = 65 \text{ cm}$  ( $d = 60 \text{ cm}$ ) et  $b_0 = 3 \text{ cm}$ , soumise à un moment de torsion pure  $T_u = 16 \text{ KN.m}$

- Béton:  $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$

- Acier:

- $Fe E 500$  pour les armatures longitudinales.
- $Fe E 240$  pour les armatures transversales.
- Fissuration préjudiciable.



Bon courage !

Dr Oualid badla

# Correction de l'Examen Final du 21/05/2025

## Béton Armé et Précontraint

### Questions de cours (08 Points)

- Quelle est la signification du diagramme contrainte-déformation du béton ? (2pts)

**Réponse :**

Ce diagramme montre comment le béton se comporte lorsqu'il est soumis à des contraintes. Il est non linéaire, car le béton a un comportement fragile. La contrainte maximale (fbu) est atteinte pour une déformation de l'ordre de 0,002 à 0,0035.

- Expliquer la vérification à l'effort tranchant ? (2pts)

**Réponse :**

La vérification à l'effort tranchant consiste à s'assurer que la poutre ne risque pas de rupture par cisaillement. Si l'effort tranchant est supérieur à la résistance du béton seul, des cadres doivent être disposés.

- Expliquer brièvement la règle de trois pivots ? (2pts)

**Réponse :**

Les trois pivots A, B et C correspondent aux déformations limites fixées pour les matériaux acier et béton. Ils permettent de définir trois domaines dans lesquels peut se trouver la droite des déformations d'une section :

- Domaine 1 : flexion simple ou composée, allongement maximal de l'acier sans épuisement de la résistance du béton.
- Domaine 2 : flexion simple ou composée, épuisement de la résistance du béton sur la fibre la plus comprimée.
- Domaine 3 : section entièrement comprimée.

- Que signifie la notion de « section fissurée » et « section non fissurée » ? (2pts)

**Réponse :**

**Section non fissurée :** le béton reprend une partie des efforts de traction (avant fissuration).

**Section fissurée :** le béton est fissuré en traction ; seul l'acier reprend ces efforts.

## Solution de Exercice :

1. Définition de l'aire  $\Omega$  :

- La section :  $\Omega = (b - b_0)(h - b_0) = (30 - 3)(65 - 3) = 1674 \text{ cm}^2$

- Le périmètre de l'aire  $\Omega$  :  $u = 2[(b - b_0) + (h - b_0)] = 178 \text{ cm}$

2. Calcul de la contrainte tangente de torsion:

$$b_0 = 3 \text{ cm} \prec D/6 = \frac{30}{6} = 5 \text{ cm}$$

$$b_0 \prec D/6 \Rightarrow \tau_u = \frac{T_u}{2\Omega b_0} = \frac{16 \times 10^{-3}}{2 \times 0.17 \times 0.03} \Rightarrow \tau_u = 1.57 \text{ MPa}$$

3. Vérification du béton au niveau des bielles :

3.1. Contrainte tangente limite :

$$\bar{\tau}_u = \min \left[ 0.15 \cdot \frac{f_{cj}}{\gamma_b}, 4 \text{ MPa} \right] = \min \left[ 0.15 \cdot \frac{25}{1.5}, 4 \text{ MPa} \right] = \min [2.5, 4] = 2.5 \text{ MPa}$$

3.2. Vérification :

$$\tau_u = 1.57 \prec \bar{\tau}_u = 2.5 \text{ CV}$$

4. Armatures longitudinales :

4.1. Calcul des armatures

$$\text{On a } \frac{\sum A_l}{u} \cdot f_{su} = \frac{T_u}{2\Omega} \Rightarrow \sum A_l = \frac{u \cdot T_u}{2 \cdot f_{su} \cdot \Omega} \text{ et } f_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

$$\sum A_l = \frac{1.78 \times 16 \times 10^{-3}}{2 \times 435 \times 0.17} \Rightarrow \sum A_l = 1.9 \text{ cm}^2$$

4.2. Vérification du pourcentage minimal :

$$b_0 \succ D/6 \Rightarrow \frac{\sum A_l \cdot f_e}{b_t \cdot u} \geq 0,4 \text{ MPa}$$

$$AN: \frac{1.9 \times 10^{-4} \times 500}{0.03 \times 1.78} = 1.78 \succ 0,4 \text{ MPa} \text{ CV} \Rightarrow \sum A_l = 1.9 \text{ cm}^2 \text{ soit 6 HA 8}$$

5. Armatures transversales :

5.1. Calcul des armatures

$$\text{D'après la règle des coutures on a } \frac{A_t}{S_t} \cdot f_{su} = \frac{T_u}{2\Omega} \Rightarrow S_t \leq \frac{2\Omega A_t \cdot f_{su}}{T_u}$$

$$f_{su} = \frac{240}{1.15} = 209 \text{ MPa}$$

$$\phi_t = 8 \text{ mm} \Rightarrow \phi_t = 6 \text{ mm} \Rightarrow A_t = \frac{\pi \cdot \phi_t^2}{4} = 0.28 \text{ cm}^2$$

$$S_t \leq \frac{2 \times 0.17 \times 0.19 \times 10^{-4} \times 209}{0.016} = 8,4 \text{ cm} \quad \text{On prend } S_t = 8 \text{ cm}$$

5.2. Vérification du pourcentage minimal :

$$\frac{A_t \cdot f_e}{b \cdot S_t} \geq 0,4 \text{ MPa} \quad \text{et } b = 2 \cdot b_t$$

$$\frac{A_t \cdot f_e}{2 \cdot b_t \cdot S_t} = \frac{0.19 \times 10^{-4} \times 240}{2 \times 0.03 \times 0.08} = 0.95 > 0,4 \text{ MPa} \quad CV$$

6. Schéma de ferraillage :

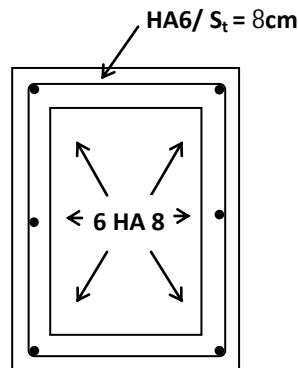


Schéma de ferraillage de la section étudiée