

Semestre S3

Bâtiments et ingénierie de l'entreprise

Eau et environnement

Travaux publics et transports

Examen partiel

COMPOSITION: BETON ARME

Documents permis – Calculatrices scientifiques simples permises - Durée : 1h15'

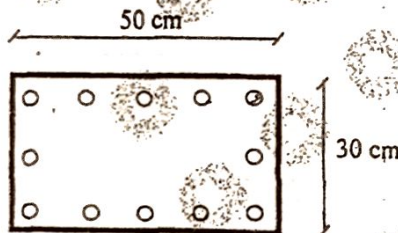
NB : Toutes les réponses doivent être encadrées et justifiées
Les dessins des coupes de ferrailage doivent être clairs
Il sera tenu compte de la présentation (5 %)
Il est obligatoire de répondre aux questions dans l'ordre de leur présentation
Les calculs doivent être effectués selon les Eurocodes

Ne pas oublier de Rendre le sujet

PROBLEME

Soit un tirant en béton armé ($30\text{cm} \times 50\text{cm}$) soumis à un effort de traction de 0.4705 MN sous combinaison quasi-permanente à l'ELS.

Le tirant est horizontal et a une longueur de 13 mètres.



Les hypothèses à considérer sont les suivantes :

- $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
- Classe du béton C25/30
- Classe d'exposition XC3
- Classe structurale S4
- Chargement de longue durée
- Pas de contrôle de qualité sur le chantier.
- Toutes les armatures sont dans de bonnes conditions d'adhérence.

NB :

- Faire tous les calculs avec 3 chiffres après la virgule au moins.
- Les unités à utiliser dans l'étude sont le MN et le m. L'unité des sections d'acier sera le cm^2 .
- Il appartient à l'étudiant de choisir convenablement toute donnée ou information supplémentaire nécessaire pour le calcul en justifiant le choix effectué.

Il est obligatoire de mettre tous les détails des calculs sur la copie.

Travail demandé

- 1) L'ingénieur propose 12 armatures HA 16 dans le tirant. Calculer l'enrobage nécessaire pour les armatures.
- 2) Pour la section d'armatures proposée, vérifier l'ouverture des fissures par le tableau forfaitaire.
- 3) Pour la section d'armatures proposée, calculer l'ouverture détaillée des fissures.
- 4) Dessiner une coupe transversale de ce tirant (avec armatures transversales).
- 5) Pour les valeurs obtenues précédemment, et en supposant que nous avons besoin d'effectuer un recouvrement des armatures dans trois sections différentes (donc à 33%), calculer la longueur de recouvrement nécessaire (prendre $\alpha_1 = 1$ et $\alpha_2 = 1$) et dessiner les sections de recouvrement (longitudinales et transversales).

OBLIGATOIRE - TABLEAU DES RESULTATS - (mettre les unités)

	Réponses		Réponses
<u>Tirant</u>		$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} =$	$6,705 \cdot 10^{-4}$
$c_{nom} =$	35 mm ✓	$s_{r,max} =$	402,333 mm ✓
$\sigma_s =$	194,985 N/mm ² ✓	$\omega_k =$	0,269 mm ✓
$A_{s,min} =$	20,001 cm ² ✓	Fissure vérifiée (oui ou non)	Oui ✓
$\omega_{max} =$	0,3 mm ✓	<u>Diamètre armatures transversales</u>	HA 8 (mm) ✓
Espacement maximal selon tableau forfaitaire =	256,263 mm ✓	<u>Esp. armatures transversales zone courante</u>	30 cm ✓
Espacement maximal entre armatures (le plus grand) =	10,7 cm ✓	<u>Esp. armatures transversales zone de recouvrement</u>	18 cm ✓
Tableau forfaitaire vérifié (oui ou non)	Oui ✓	$f_{bd} =$	9,7 MPa ✓
$\alpha_E =$	6,451 ✓	$\sigma_{sd} =$	194,985 N/mm ² ✓
$h_{c,eff} =$	10,75 cm ✓	$l_{b,req} =$	287,867 mm ✓
$A_{c,eff} =$	1257,75 cm ² ✓	$\alpha_6 =$	1,15 ✓
$\rho_{p,eff} =$	0,0192 ✓	$l_0 =$	332,197 mm ✓

Ne pas oublier de Rendre le sujet

Nom: Kansa Yara (A.P.P.)
Matricule: 130393

Cursus: 3^{ème} génie civil

Année universitaire: 2015 - 2016

Semestre académique: S3



MATIÈRE Béton armé

Note :

20/20
En chiffres

Bravo

Date 27-10-2015

Remarques:

EXERCICE N°	NOTE
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
TOTAL	

Problème :

$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$N = 0,4705 \text{ MN}$

Classe du béton C25/30

XC3

S4

longue durée

pas de contrôle $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$

bonnes conditions d'adhérence

1) 12 HA 16 $\Rightarrow c_{min,b} = 16 \text{ mm}$

XC3 $\Rightarrow c_{min,du} = 25 \text{ mm}$

$\Rightarrow c_{nom} = \max(c_{min,b}, c_{min,du}) + \Delta c_{dev}$
 $= 25 + 10 = 35 \text{ mm}$

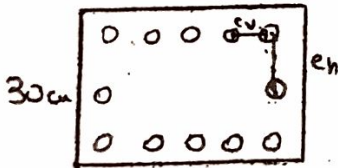
2) $A_s = \frac{\sum \pi r^2}{\sigma_s} \rightarrow$ effort de traction $\Rightarrow \sigma_s = \frac{0,4705}{24,13 \times 10^{-4}} = 194,985 \text{ MPa}$

XC3 $\Rightarrow w_{max} = 0,3 \text{ mm}$

$\begin{cases} 250 = 200a + b \\ 300 = 160a + b \end{cases} \Rightarrow a = -\frac{5}{4}$
 $\Rightarrow b = 500$

$e_{max} = 194,985 \times \frac{5}{4} + 500 = 256,268 \text{ mm}$ (d'après le tab forfaitaire)

50 cm



$e_v = \frac{50 - 2 \times 3,5 - 1,6}{4} = 10,35 \text{ cm} < 25,626 \text{ cm}$

$e_h = \frac{30 - 2 \times 3,5 - 1,6}{2} = 10,7 \text{ cm} < 25,626 \text{ cm}$

d'après le tab, les espacements sont vérifiés

Propre 5

et de m̄ ces espacements sont ∴ > max { ϕ, 2,5cm }

3) $A_{smin} \sigma_s = K_c \cdot K_t \cdot f_{cteff} \cdot A_{ct}$

$A_{smin} \times 194,985 = 2,6 \times (0,8 \times 0,5)$

$A_{smin} = 20,001 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{vérifier}$

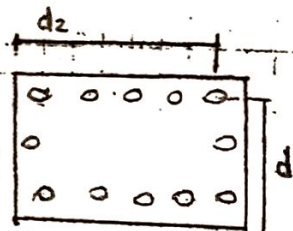
$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s}{E_s} - K_t \frac{f_{cteff}}{f_{cteff}} (1 + \alpha E P_{eff})$$

$\alpha E = \frac{E_s}{E_{cm}} = \frac{800}{31} = 6,451$

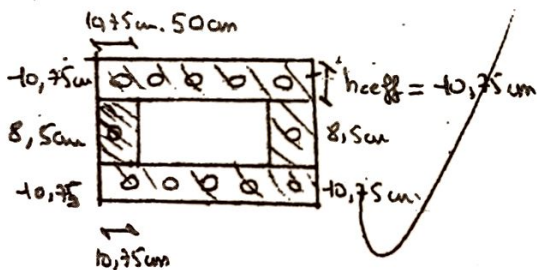
$d_2 = 50 - 3,5 - \frac{1,6}{2} = 45,7 \text{ cm}$
 $2,5(50 - 45,7) = 10,75 \text{ cm}$

$f_{cteff} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} = 15 \text{ cm} \\ 2,5(h-d) = 10,75 \text{ cm} \end{array} \right.$

$\Rightarrow h_{cteff} = 10,75 \text{ cm}$



$d = 30 - 3,5 - \frac{1,6}{2} = 25,7$



$A_{cteff} = 2 \times (10,75 \times 50) + 2 \times (8,5 \times 10,75)$
 $= 1257,75 \text{ cm}^2$

$P_{eff} = 0,0192$

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 6,705 \cdot 10^{-4}$ avec $K_t = 0,14$ $f_{cteff} = 2,6 \text{ MPa}$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} \stackrel{?}{>} 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{0,6 \times 194,985}{200\,000} = 5,84 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \text{oui}$$

$$S_{rmax} = 3,4 c + 0,425 K_1 K_2 \frac{\phi}{\rho_{req}}$$

$$= 3,4 \times 35 + 0,425 \times 0,8 \times \frac{16}{0,0192}$$

$$= 402,333 \text{ mm}$$

$$w_k = S_{rmax} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$$

$$= 402,333 \times 6,705 \cdot 10^{-4} = 0,269 \text{ mm} < 0,3 \text{ mm} : \text{Vérifié}$$

Armatures transversales:

$$\phi_t = \frac{\phi_e}{4} = \frac{16}{4} = 4 \text{ mm}$$

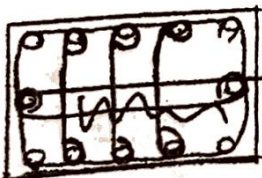
On choisit HA 8.

distance entre cadre

esp en zone courante: $S_t = a = \text{petit côté} = 30 \text{ cm}$

esp en zone de recouvrement: $S_t^I = 0,6 \times 30 = 18 \text{ cm}$

5 HA 16



4cl + 4cp HA 8 @ 30 cm

5 HA 16

Propre 9

5) $P_f = 33\%$.

$\alpha_1 = \alpha_2 = 1.$

$f_{bd} = 2,25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd}.$

$\eta_2 = 1 \quad \phi \leq 32 \text{ mm}$

$\eta_1 = 1$ bonnes conditions d'adhérence.

$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0.05}}{1,5} = \frac{1,8}{1,5} = 1,2.$

$f_{bd} = 2,25 \times 1,2 = 2,7 \text{ MPa}.$

$l_{bqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{F_{sd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{194,985}{2,7} = 288,867 \text{ mm}.$

Recouvrement:

$l_0 = \frac{\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6}{1} l_{bqd} > l_{0 \text{ min}}$

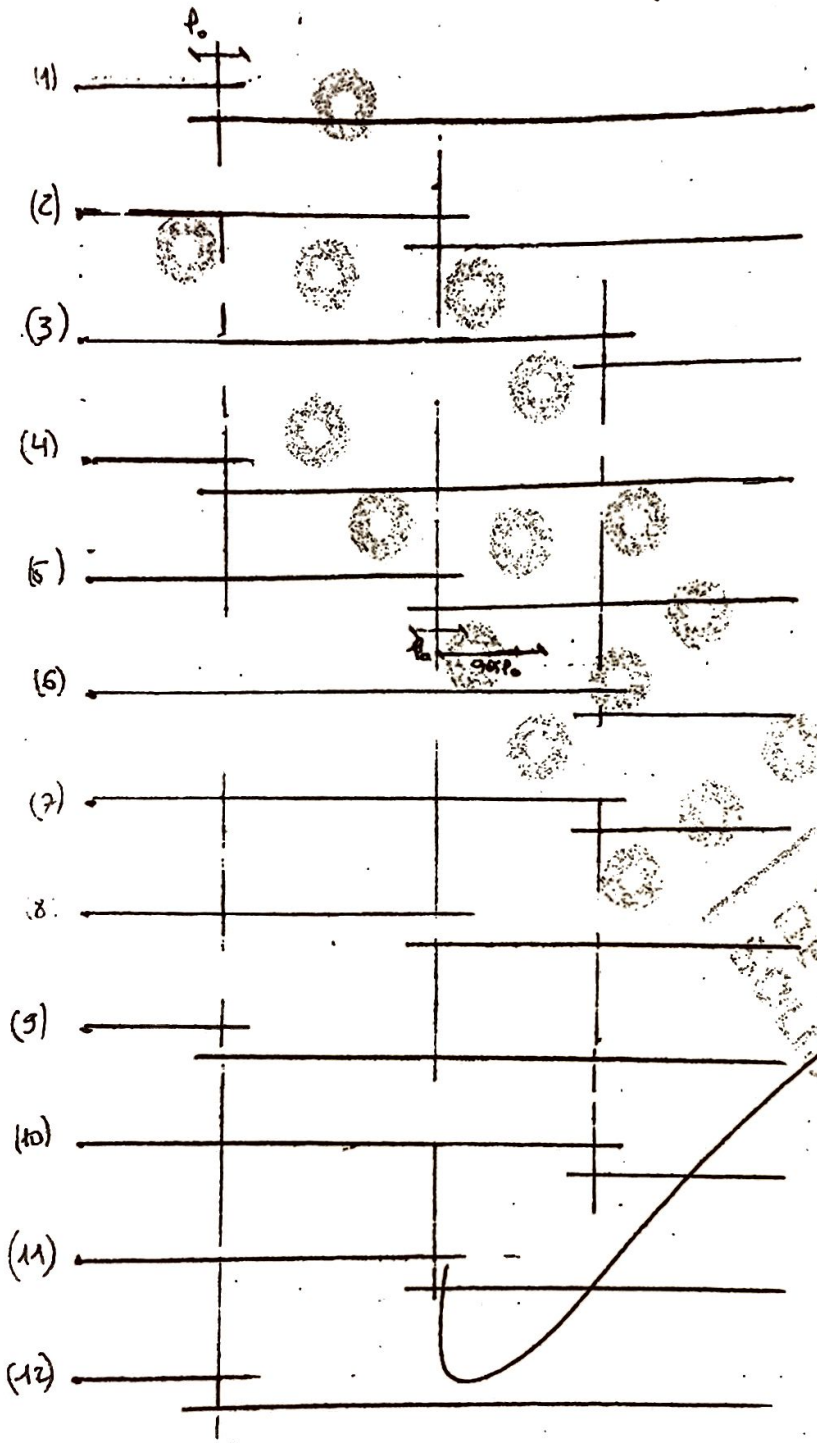
$\alpha_6 = 1,15 \Rightarrow l_0 = 1,15 \times 288,867 = 332,197 \text{ mm}$

$l_{0 \text{ min}} = \max \{ 0,3 \alpha_6 l_{bqd}, 15 \phi, 200 \text{ mm} \}$
 $= \max \{ 99,659, 240, 200 \text{ mm} \} = 240 \text{ mm}.$

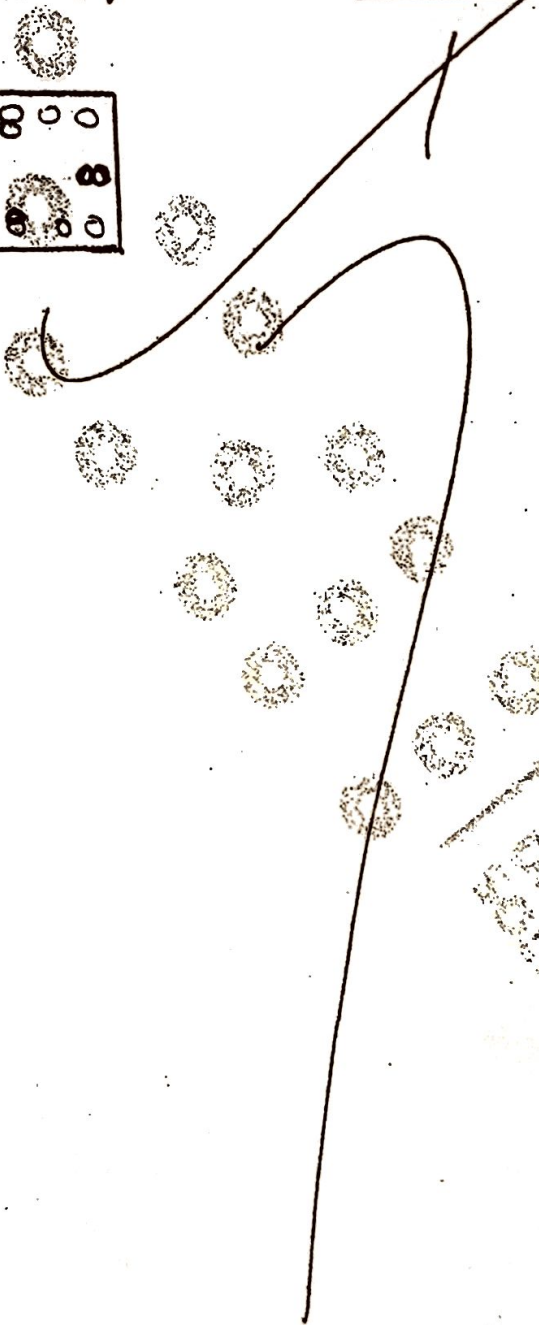
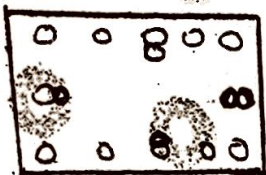
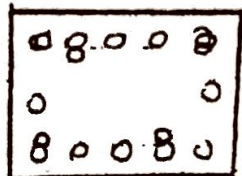
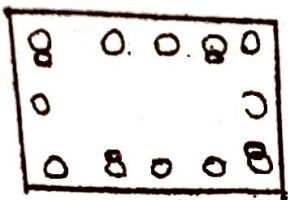
$l_0 > l_{0 \text{ min}}.$

Propre 11

$$P_1 = 33\% \Rightarrow \frac{4}{12}$$



UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN
FAKULTÄT FÜR
INGENIEURWISSENSCHAFTEN
UND ARCHITEKTUR



RECEIVED
DEPT. OF THE ARMY
WASHINGTON, D.C.