

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

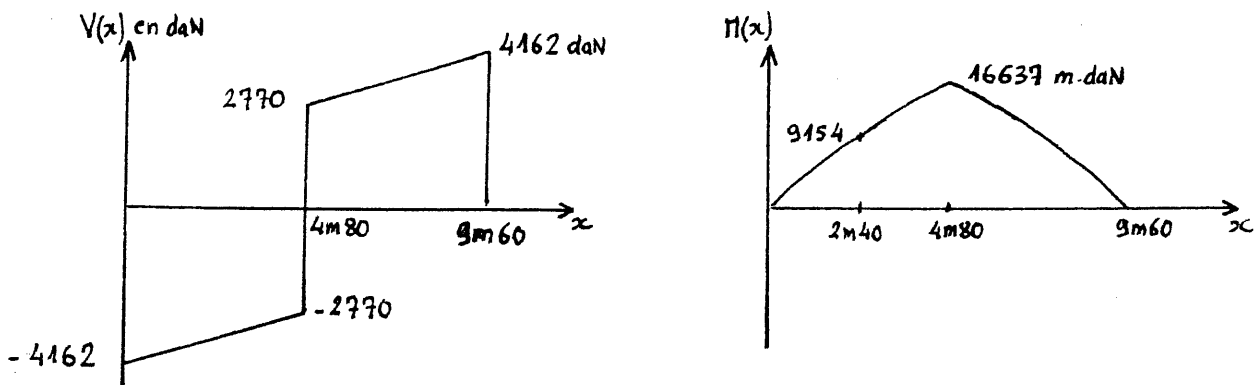
CORRIGE	BTS BATIMENT - Epreuve E4 - Sous épreuve U41	SESSION 2003	FEUILLE 1/6
	Bâtiment à usage commercial CONFIDENTIEL		

11) Calcul de P et q s'exerçant sur la poutre PLL3

- Poutre PLL3 :  $0\text{m}20 \times 0\text{m}80 \times 5\text{KN}/\text{m}^3 = 0,8\text{KN}/\text{m}$
  - Couverture :  $0,205\text{KN}/\text{m}^2 \times 3\text{m}21 = 0,658\text{KN}/\text{m}$
  - Suspentes :  $0,10\text{KN}/\text{m}^2 \times 3\text{m}21 = 0,321\text{KN}/\text{m}$
  - Neige :  $0,35\text{KN}/\text{m}^2 \times 3\text{m}21 = 1,124\text{KN}/\text{m}$
- }  $q = G + S_n = 2,90\text{KN}/\text{m}$

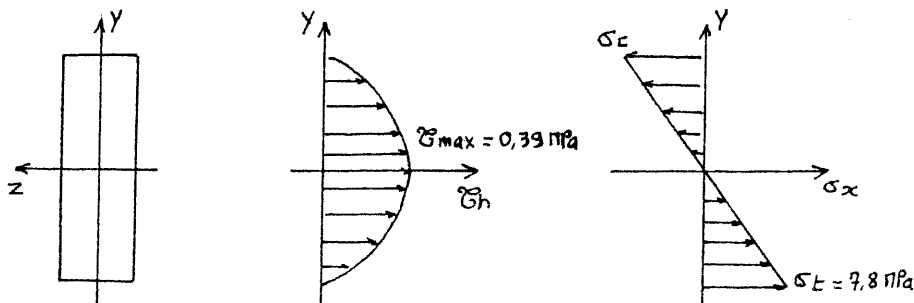
- Poutre PLL2 :  $0\text{m}20 \times 0\text{m}70 \times 5\text{KN}/\text{m}^3 \times 15\text{m}70 = 10,99\text{KN}$
  - Pannes PLL1 :  $0\text{m}11 \times 0\text{m}22 \times 5\text{KN}/\text{m}^3 \times 4\text{m}80 \times 4 = 2,32\text{KN}$
  - Couverture :  $0,205\text{KN}/\text{m}^2 \times 5\text{m} \times 6\text{m}42 \times 2 = 13,16\text{KN}$
  - Suspentes :  $0,10\text{KN}/\text{m}^2 \times 5\text{m} \times 6\text{m}42 \times 2 = 6,42\text{KN}$
  - Neige :  $0,35\text{KN}/\text{m}^2 \times 5\text{m} \times 6\text{m}42 \times 2 = 22,47\text{KN}$
- }  $P = G + S_n = 55,4\text{KN}$

12) Exploitation de la note de calcul de la poutre PLL3



Flexion : fibre supérieure :  $\sigma_x = -\frac{Mz}{I_z} y = -\frac{16637 \cdot 10^4 \text{ mm}^3}{\frac{200 \cdot 200^3}{12} \text{ mm}^4} \times (+400 \text{ mm}) = -7,80 \text{ MPa}$

Cisaillement : fibre moyenne :  $\tau_h = \frac{V_y S_G z}{b I_z} = \frac{41620 \text{ N} \times (200 \times 400 \times 200) \text{ mm}^3}{200 \text{ mm} \cdot \frac{200 \cdot 200^3}{12} \text{ mm}^4} = 0,39 \text{ MPa}$



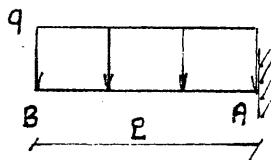
$|\sigma_x| = 7,8 \text{ MPa} \leq \sigma_{adm} = 10,9 \times 1,1 = 12 \text{ MPa}$

$\tau_h = 0,39 \text{ MPa} \leq \tau_{adm} = 1,3 \text{ MPa}$

Remarque : Poutre surdimensionnée afin de pouvoir fixer les poutres PLL2

CORRIGE	BTS BATIMENT - Epreuve E4 - Sous épreuve U41	SESSION 2003	FEUILLE
	Bâtiment à usage commercial CONFIDENTIEL		2/6

21) Calcul de la flèche sur l'auvent



$$\pi(x) = -q \frac{x^2}{2}$$

si poutre retournée :

$$\pi(x) = -\frac{q x^2}{2} + q l x - \frac{q l^2}{2}$$

$$y(x) = \frac{1}{EI_2} \left[ -\frac{q x^4}{24} + q l \frac{x^3}{6} - \frac{q l^2 x^2}{4} \right]$$

$$(C_1 = C_2 = 0)$$

$$y(x=l) = -\frac{q l^4}{8 EI_2}$$

\*  $E I_2 y''(x) = \pi_2 = -q \frac{x^2}{2}$

$$E I_2 y'(x) = -q \frac{x^3}{6} + C_1$$

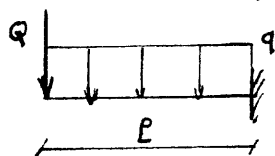
$$E I_2 y(x) = -q \frac{x^4}{24} + C_1 x + C_2$$

Conditions limites  $y'(x=l) = 0 \Rightarrow -q \frac{l^3}{6} + C_1 = 0 \Rightarrow C_1 = \frac{q l^3}{6}$

$$y(x=l) = 0 \Rightarrow -q \frac{l^4}{24} + \frac{q l^3}{6} l + C_2 = 0 \Rightarrow C_2 = -\frac{q l^4}{8}$$

Déformée :  $y(x) = \frac{1}{EI_2} \left[ -q \frac{x^4}{24} + \frac{q l^3}{6} x - \frac{q l^4}{8} \right]$

flèche en B :  $y(x=0) = \boxed{-\frac{q l^4}{8 EI_2}}$



\* Castigliano

$$\pi(x) = -q \frac{x^2}{2} - Q x \quad \frac{\partial \pi(x)}{\partial Q} = -x$$

$$\begin{aligned} \text{flèche en B sous } Q \text{ et } q &= \frac{\partial W}{\partial Q} = \frac{1}{2EI} \int_0^l 2 \pi(x) \frac{\partial \pi(x)}{\partial Q} dx = \frac{1}{EI} \int_0^l \frac{q x^3}{2} + Q x^2 dx \\ &= \frac{1}{EI} \left[ \frac{q x^4}{8} + Q \frac{x^3}{3} \right]_0^l = \frac{1}{EI} \left( \frac{q l^4}{8} + Q \frac{l^3}{3} \right) \end{aligned}$$

flèche en B sous q (Q=0) =  $\boxed{\frac{q l^4}{8 EI_2}}$

22) Calcul du profilé métallique constituant l'auvent

$$f = \frac{1,9 \text{ N/mm} \times 1800^4}{8 \times 210\,000 \text{ N/mm}^2 I_2} \leq \frac{l}{200} = \frac{1800}{200} = 9 \text{ mm} \Rightarrow I_2 \geq 1319143 \text{ mm}^4 \geq 132 \text{ cm}^4$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{IPE 100}}$$

CORRIGE	BTS BATIMENT - Epreuve E4 - Sous épreuve U41	SESSION 2003	FEUILLE 3/6
	Bâtiment à usage commercial CONFIDENTIEL		

3) Calcul armatures du poteau et schéma de ferrailage

$$e_f = \frac{e_0}{\sqrt{2}} = \frac{5280}{\sqrt{2}} = 3730 \text{ mm} \quad \lambda = \frac{e_f}{i} = \frac{e_f}{0,29a} = \frac{3730}{0,29 \cdot 400} = 32,1$$

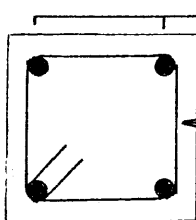
(poteau isolé encastré dans la fondation et articulé au sommet)

$$N_u = 1,35G + 1,5Q = 1,35 \times 106 + 1,5 \times 56 = 227,1 \text{ KN}$$

$$A \geq \left[ \frac{N_u}{\alpha} - \frac{B_r f_{cj}}{0,9 \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_{ce}} = \left[ \frac{227000 \text{ N}}{0,727} - \frac{380^2 \cdot 25}{0,9 \cdot 1,5} \right] \frac{1,15}{500} = -5432 \text{ mm}^2$$

$$\lambda \leq 50 \Rightarrow \alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 (\lambda/35)^2} = 0,727$$

$$A \text{ négatif} \Rightarrow \% \text{ mini} = \sup (0,2\% B = 3,2 \text{ cm}^2; 4 \text{ cm}^2/\text{ml p.} = 6,4 \text{ cm}^2) = 6,4 \text{ cm}^2$$



4 HA 16

$$\text{cadre HA 6 } e = \text{mini} [40 \text{ cm} : a + 10 \text{ cm}] = 40 \text{ cm}$$

(pas obligation de respecter Rs 15  $\phi$  al)

4) Calcul fondation et schéma de ferrailage

$$\text{Estimation poids de la fondation : } 1,20 \times 1,20 \times 0,84 \times 25 \text{ KN/m}^3 = 30,2 \text{ KN}$$

$$R_u = 1,35G + 1,5Q = 1,35 (106 + 30,2) + 1,5 \times 56 = 268 \text{ KN}$$

$$B \geq \sqrt{\frac{R_u}{\gamma_{u/2}}} = \sqrt{\frac{268000 \text{ N}}{0,4/2 \text{ N/mm}^2}} = 1158 \text{ mm} \Rightarrow B = 1200 \text{ mm}$$

$$h \geq \frac{B-b}{4} + e = \frac{1200-400}{4} + 30 = 230 \text{ mm}$$

ou

$$d \geq \frac{B-b}{4} = \frac{1200-400}{4} = 200 \Rightarrow h = d + e + 1,5 \phi = 245 \text{ mm}$$

hyp: HA 10

$$\Rightarrow h = 250 \text{ mm}$$

6 HA 8 e = 200

enrobage : 3 cm

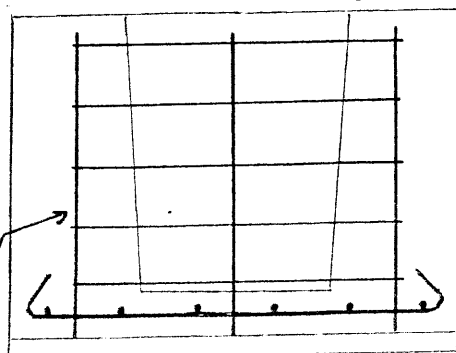
$$A_{st} \geq \frac{R_u (B-b)}{8 d f_{su}} \times 1,1 = 280 \text{ mm}^2$$

$$\text{avec } R_u = 1,35 \cdot 106 + 1,5 \cdot 56 = 227,1 \text{ KN}$$

$$d = 250 - (30 + 10 + 5) = 205 \text{ mm}$$

coeff 1,1 pour fiss. prej (DTU : 2.34)

cadres + 6 barres pour cage armatures



CORRIGE	BTS BATIMENT - Epreuve E4 - Sous épreuve U41	SESSION 2003	FEUILLE 4/6
	Bâtiment à usage commercial CONFIDENTIEL		

51) Epure d'ariéts des barres de la poutre 250 x 440 gife E

\* Section d'acier en travée

$$M_u = 65 \text{ m.kN} \quad f_{c3} = 25 \text{ MPa} \quad f_{cE} = 500 \quad f_{su} = 435 \text{ MPa}$$

$$\text{pivot A} \quad y_u = 62 \text{ mm} \quad \sigma_{st} = f_{su} = 435 \text{ MPa} \quad A_{st} = 403 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \boxed{4 \text{ HA } 12} \quad A_{st} = 452 \text{ mm}^2$$

\* Section d'acier sur appui

$$M_u = 92 \text{ m.kN} \quad y_u = 90 \text{ mm} \quad \text{pivot A} \Rightarrow \sigma_{st} = f_{su} = 435 \text{ MPa} \quad A_{st} = 588 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \boxed{4 \text{ HA } 14} \quad A_{st} = 616 \text{ mm}^2$$

\* Calcul des moments résistants

$$\text{travée} \begin{cases} M_{r1} = 0,8h A_{st} \sigma_{st} = 0,8 \cdot 440 \cdot 226 \cdot 435 = 34,6 \cdot 10^6 \text{ mm.N} = 34,6 \text{ m.kN} \\ M_{r2} = 2 \times M_{r1} = 69,2 \text{ m.kN} \end{cases}$$

$$\text{Appui} \begin{cases} M'_{r1} = 0,8h A_{st} \sigma_{st} = 0,8 \cdot 440 \cdot 308 \cdot 435 = 47,2 \cdot 10^6 \text{ mm.N} = 47,6 \text{ m.kN} \\ M'_{r2} = 2 \times M'_{r1} = 94,4 \text{ m.kN} \end{cases}$$

Remarque : Le candidat peut aussi prendre  $z = d - 0,4 y_u$  au lieu de  $0,8h$

\* Tracé de l'épure

Décalage de  $z = 0,8h = 0,8 \cdot 440 = 352 \text{ mm}$  (soit 7 mm sur l'épure)

Mise en tension linéaire ( $0 \rightarrow \sigma_{st}$ ) des barres sur  $\phi_s = 50 \phi$

Remarques : Vérification ELS avec charge neige =  $1 \text{ kN/m}^2$  (Hors sujet)

$$\sigma_{bc} = 11,2 \text{ MPa} \leq \overline{\sigma}_{bc} = 15 \text{ MPa}$$

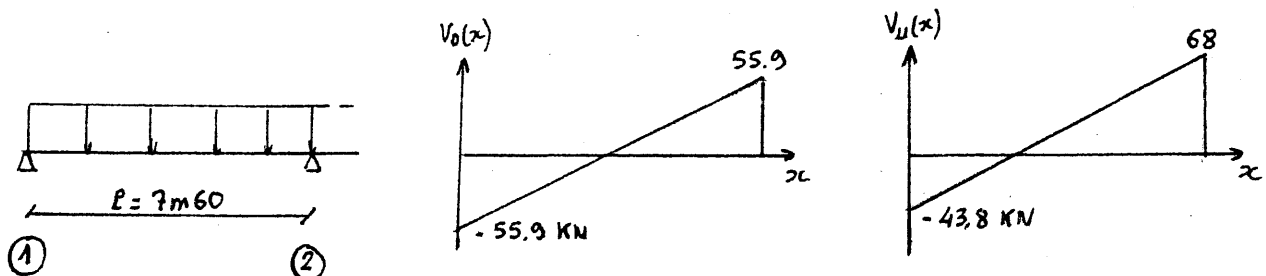
$$f_{pèche} = 0,485 \cdot \frac{5}{384} \cdot \frac{qL^4}{EI_2} = 0,485 \cdot \frac{5}{384} \cdot \frac{10,6 \text{ N/mm} \cdot 7600^4}{250 \cdot 440^3 \cdot 10721} = 11,7 \text{ mm}$$

$$\text{avec } E = \frac{1}{3} \cdot 11000 \sqrt[3]{f_{c3}} = 10721 \text{ MPa}$$

↓  
 $\boxed{1,64\%}$

CORRIGE	BTS BATIMENT - Epreuve E4 - Sous épreuve U41	SESSION 2003	FEUILLE
	Bâtiment à usage commercial		5/6
CONFIDENTIEL			

52) Conditions sur appuis poutre 250 x 440 poutre E



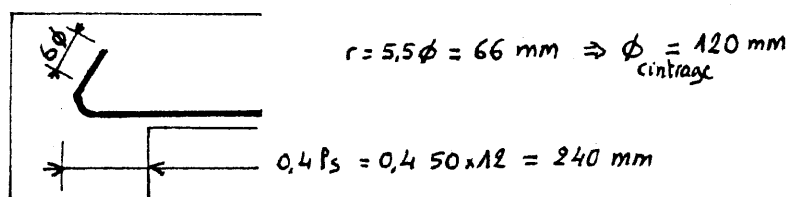
$$\text{travée 1 : } \frac{\pi w - \pi e}{L} = \frac{0 - (-92 \text{ m} \cdot \text{kN})}{7.60} = +12.1 \text{ kN}$$

\* Appui ① :  $V_u = -55.9 + 12.1 = -43.8 \text{ kN}$

$$A_s \frac{f_c}{\gamma_s} \geq V_u \Rightarrow A_{\text{min}} \geq \frac{43.8 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 1.15}{500 \text{ MPa}} = 101 \text{ mm}^2$$

$$2 \text{ HA } 12 = 226 \text{ mm}^2 \geq A_{\text{min}} = 101 \text{ mm}^2$$

Les 2 HA 12 seront ancrés normalisés, ce qui dispense de tout calcul.

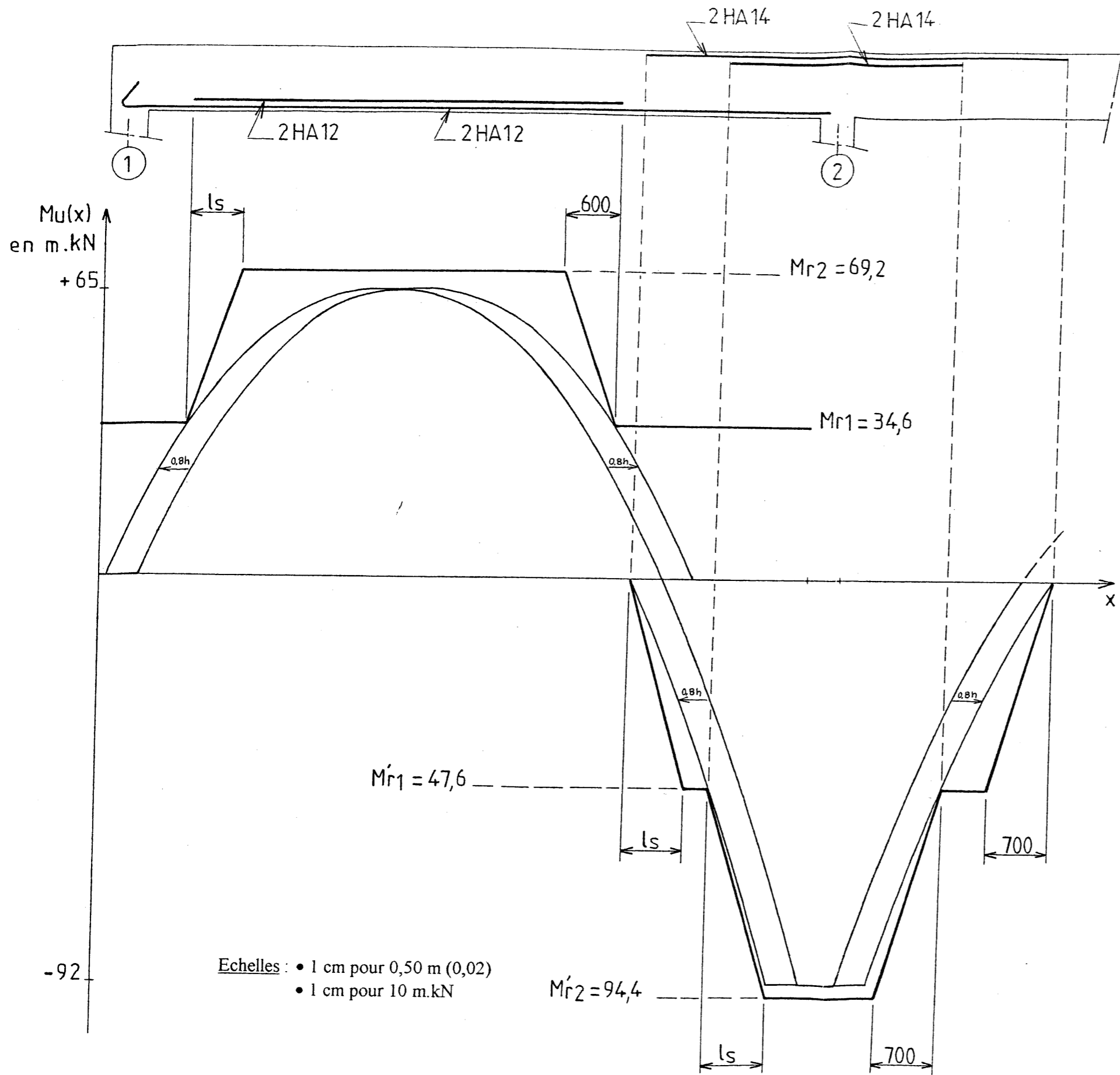


\* Appui ② :  $V_u = 55.9 + 12.1 = 68 \text{ kN}$

$$A_s \frac{f_c}{\gamma_s} \geq V_u - \frac{\pi u}{0.9 d} \Rightarrow A_s \geq \frac{1.15}{500} \left( 68000 \text{ N} - \frac{92 \cdot 10^6 \text{ mm} \cdot \text{N}}{0.9 \cdot 396} \right)$$

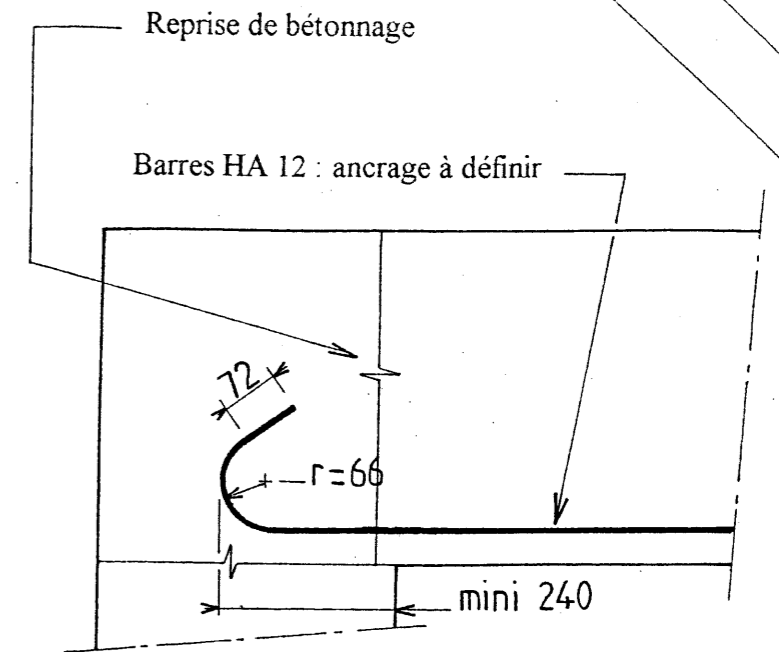
négatif ⇒ pas besoin d'acier.

On peut faire un ancrage droit de la longueur que l'on veut (on n'est pas obligé de respecter les  $10 \phi$  de l'article A.6.1.222 car  $A_{cal}$  est négative, cet article étant valable si les aciers sont tendus).



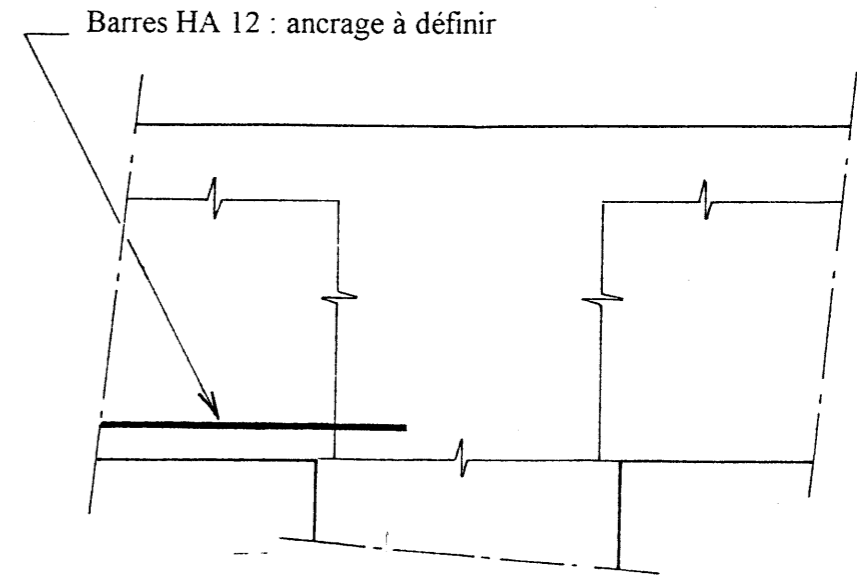
Echelles : • 1 cm pour 0,50 m (0,02)  
 • 1 cm pour 10 m.kN

DOCUMENT REPONSE QUESTION 51 : Epure d'arrêts des barres sur poutre file E



DOCUMENT REPONSE QUESTION 52  
 Détail ancrage sur appui file 2

Echelle : 1/10



DOCUMENT REPONSE QUESTION 52  
 Détail ancrage sur appui file 1

<b>CORRIGE</b>	BTS BATIMENT - Epreuve E4 - Sous épreuve U41		SESSION	FEUILLE
	Bâtiment à usage commercial		2003	6/6
	<b>CONFIDENTIEL</b>			