



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010

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.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

TRAVAUX PUBLICS

EPREUVE E4

ETUDE DES OUVRAGES

UNITE U 41

MECANIQUE DES STRUCTURES

CORRIGE

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

PARTIE 1 : Vérification de la résistance d'un profilé HEB 180 de l'étaieement

Question 1-1 : calcul de F_i .

$$\begin{aligned} G_{\text{Hourdis}} &= 25 \times 0,24 \times 0,81 = 4,86 \text{ kN/m} \\ G_{\text{Coffrage}} &= 0,28 \text{ kN/m} \\ G_{\text{Poutre}} &= 4,38 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{\text{Equ Béton}} &= 4,25 \times 0,81 = 3,44 \text{ kN/m} \\ q &= 0,75 \times 0,81 = 0,61 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\Sigma p = 13,57 \text{ kN/m}$$

$$\Rightarrow F_i = (13,57 \times 10,8) / 2$$

$$\Leftrightarrow F_i = 73,278 \text{ kN}$$

Question 1-2 : vérification de la résistance du profilé HEB 180.

Question 1-2-1 :

$$M_0 = -\left[\frac{104 \times 0,76^2}{2}\right] \Leftrightarrow M_0 = -30,04 \text{ kN.m}$$

$$M_2 = -\frac{104 \times 0,88^2}{2} \Leftrightarrow M_2 = -40,27 \text{ kN.m}$$

Question 1-2-2 :

$$1,68 \times (-30,04) + 2(1,68 + 1,68)M_1 + 1,68 \times (-40,27) = 6EI \left(-\frac{104 \times 1,68^2}{24EI} - \frac{104 \times 1,68^2}{24EI} \right)$$

$$\Leftrightarrow M_1 = -19,11 \text{ kN.m}$$

Question 1-2-3 :

$$M_1 = 1,68Y_{A_2} - \frac{104 \times (1,68 + 0,88)^2}{2} = -19,11 \Leftrightarrow Y_{A_2} = 191,47 \text{ kN}$$

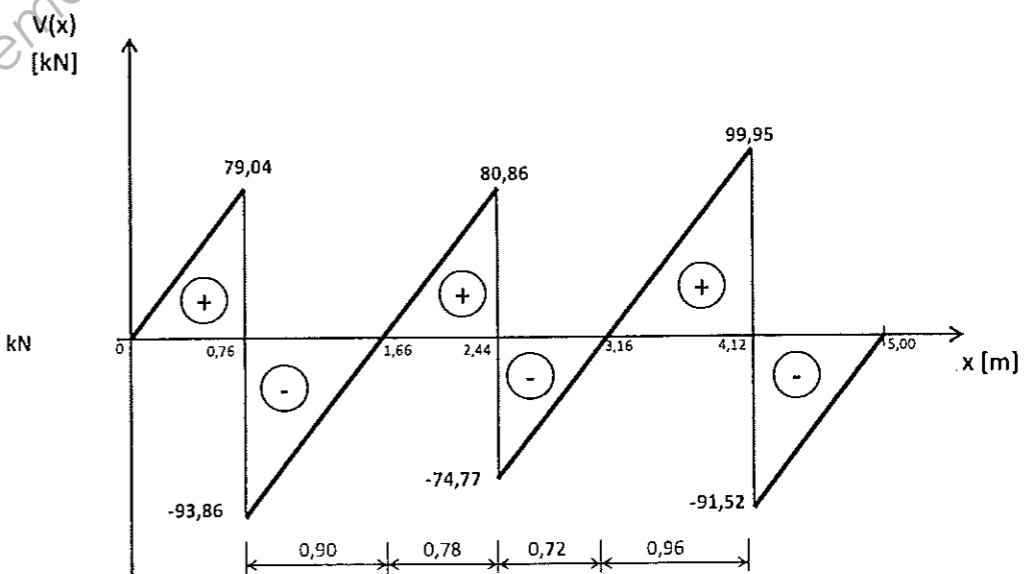
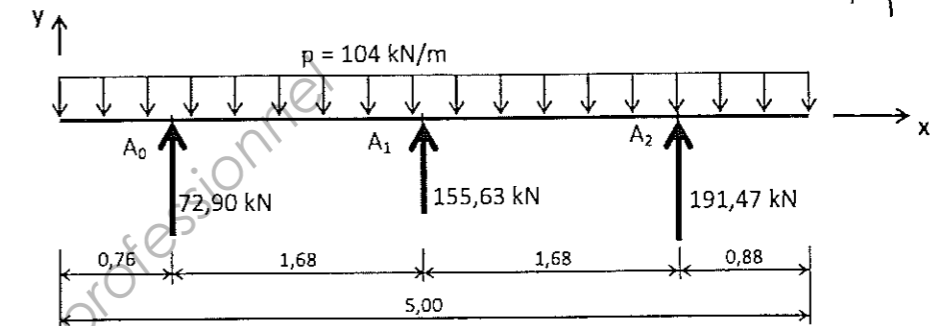
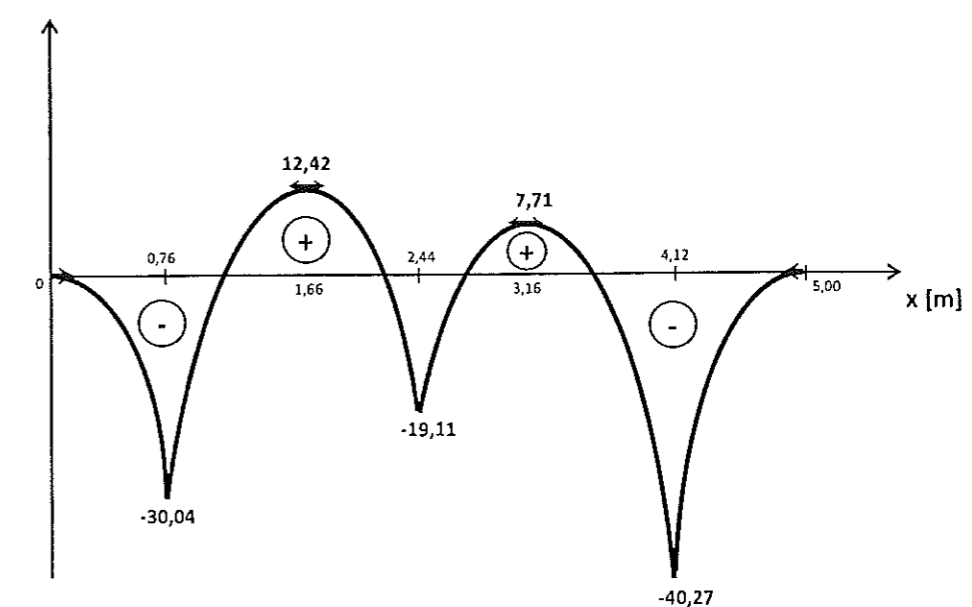
$$M_1 = -\left[-1,68Y_{A_0} + \frac{104 \times (1,68 + 0,76)^2}{2}\right] = -19,11 \Leftrightarrow Y_{A_0} = 172,90 \text{ kN}$$

$$172,90 + Y_{A_1} + 191,47 = 104 \times 5 \Leftrightarrow Y_{A_1} = 155,63 \text{ kN}$$

Question 1-2-4 :

DOCUMENT REPOSE DR 1

Schéma mécanique

Echelle :
1 cm \leftrightarrow 40 kNMf(x)
[kN.m]Echelle :
1 cm \leftrightarrow 10 kN.m

Question 1-2-5 :

- ➔ Moment fléchissant : $M_{\max} = -40 \text{ kN.m}$
 Classe 3
 $f_y = 235 \text{ MPa}$
 $\gamma_{M0} = 1$
 DT 6 $\Rightarrow W_{el} = 425,7 \text{ cm}^3$

$$M_{Ed} = M_{\max} = 0,04 \text{ MN.m} < M_{el,Rd} = W_{el} \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 425,7 \cdot 10^{-6} \times \frac{235}{1} = 0,10 \text{ MN.m}$$

\Rightarrow le profilé HEB 180 est vérifié vis-à-vis du moment fléchissant.

- ➔ Effort Tranchant : $V_{\max} = 100 \text{ kN}$
 $f_y = 235 \text{ MPa}$
 $\gamma_{M0} = 1$
 DT 6 $\Rightarrow A_v = 20,24 \text{ cm}^2$

$$V_{Ed} = V_{\max} = 0,10 \text{ MN} < V_{pl,Rd} = 0,58 A_v \times \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0,58 \times 20,24 \cdot 10^{-4} \times \frac{235}{1} = 0,27 \text{ MN}$$

\Rightarrow le profilé HEB 180 est vérifié vis-à-vis de l'effort tranchant.

PARTIE 2 : Vérification de la flèche d'un HEB 180 de l'étalement**Question 2-1 :**

$$\int_{A_z}^B M \times \bar{M} dx = \int_{4,12}^5 \begin{matrix} \xrightarrow{0,88} \\ \ominus \\ \xrightarrow{0,88} \\ \ominus \\ -32,91 \end{matrix} \times \begin{matrix} \xrightarrow{0,88} \\ \ominus \\ \xrightarrow{0,88} \\ \ominus \\ -0,88 \end{matrix} dx = \frac{1}{4} \times 0,88(-32,91)(-0,88) = 6,371 \text{ kN.m}^2$$

$$\Rightarrow EI \Delta_{V_B} = 5,3 + 6,4$$

$$\Leftrightarrow \Delta_{V_B} = \frac{11,7 \text{ kN.m}^2}{EI}$$

Question 2-2 :

$$E_{acier} = 210\,000 \text{ MPa}$$

$$DT 6 \Rightarrow I = 3831 \text{ cm}^4$$

$$\Rightarrow \Delta_{V_B} = \frac{0,0117}{210\,000 \times 3831 \cdot 10^{-8}} = 1,45 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\Leftrightarrow \Delta_{V_B} = 1,45 \text{ mm}$$

Question 2-3 :

$$\overline{\Delta_{V_B}} = \frac{L_{A,B}}{300} = \frac{880}{300} \Leftrightarrow \overline{\Delta_{V_B}} = 2,9 \text{ mm}$$

$$\Delta_{V_B} = 1,45 \text{ mm} < \overline{\Delta_{V_B}} = 2,9 \text{ mm}$$

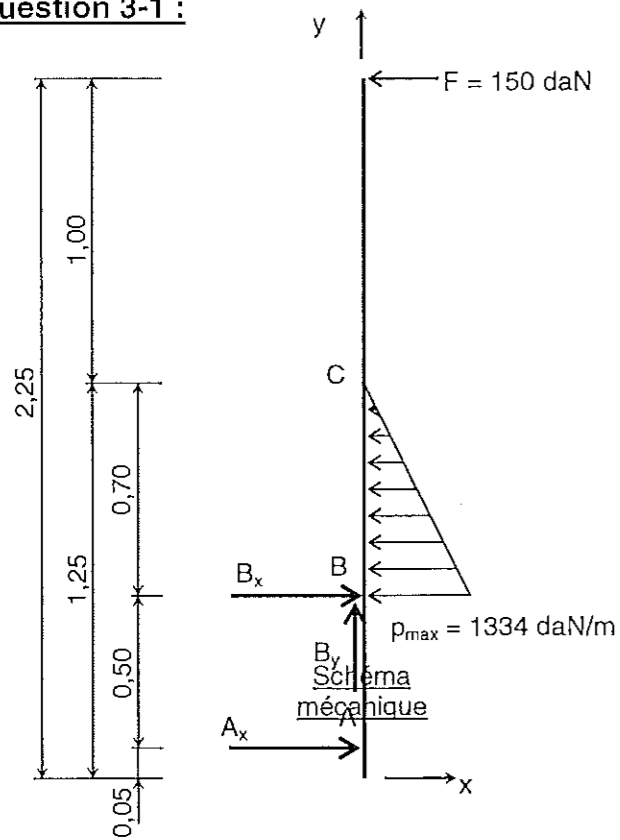
\Rightarrow le profilé HEB 180 est vérifié vis-à-vis de la flèche.

\Rightarrow le profilé HEB 180 est vérifié vis-à-vis des critères de résistance et de déformation, donc le profilé HEB 180 convient.

PARTIE 3 : Vérification d'un élément du coffrage de rive

⇒ le rail HALFEN est soumis à un effort de traction de 1345 daN

Question 3-1 :



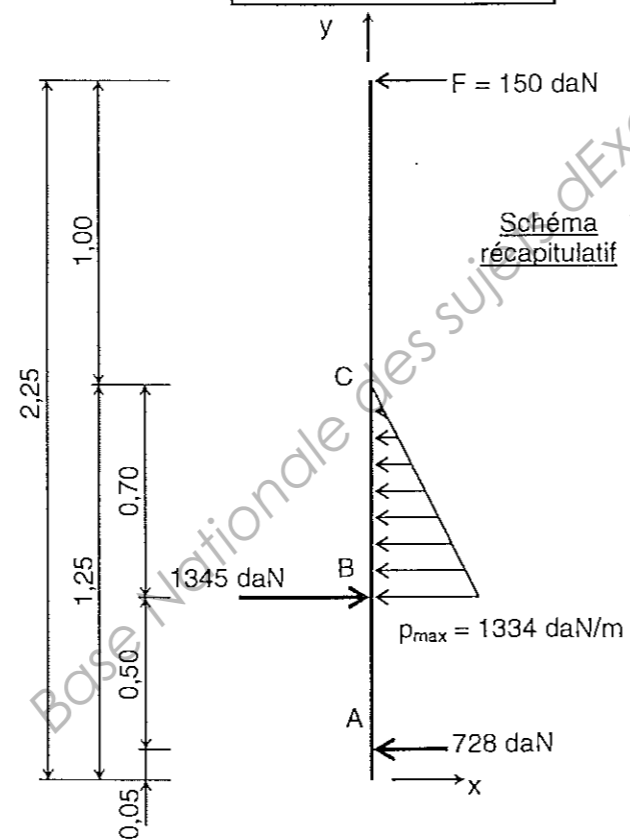
P.F.S. :

$$\begin{cases} A_x + B_x = \frac{1334 \times 0,7}{2} + 150 \\ B_y = 0 \\ 0,5B_y = \frac{1334 \times 0,7}{2} \left(0,5 + \frac{0,7}{3}\right) + 150 \times 2,2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} A_x = -728 \text{ daN} \\ B_y = 0 \\ B_x = +1345 \text{ daN} \end{cases}$$

Question 3-2 :

DT 9 ⇒ pour $F_z = 1345 \text{ daN}$ ⇒ rail HTA 54/33



PARTIE 4 : Armatures d'un poteau de la Culée

Question 4-1 :

Poteau : $b = 600 \text{ mm}$
 $h = 1000 \text{ mm}$
 $l = 4,71 \text{ m}$

- 10.1 $l = 4,71 \text{ m} > 3h = 3 \text{ m}$ vérifié
- 10.2 $20 \text{ MPa} < f_{ck} = 30 \text{ MPa} < 50 \text{ MPa}$ vérifié
 $400 \text{ MPa} < f_{yk} = 500 \text{ MPa} < 600 \text{ MPa}$ vérifié
 $b = 600 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$ vérifié
 $d' = 50 \text{ mm} < \text{Min} [0,3 \cdot b = 0,3 \times 600 = 180 \text{ mm} ; 100 \text{ mm}] = 100 \text{ mm}$ vérifié

Question 4-2 :

$$A_c = b \times h = 0,6 \times 1 \quad \boxed{A_c = 0,6 \text{ m}^2}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{30}{1,5} \quad \boxed{f_{cd} = 20 \text{ MPa}}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{500}{1,15} \quad \boxed{f_{yd} = 435 \text{ MPa}}$$

Question 4-3 :

→ Section d'armatures longitudinales : A_s

$$\lambda = \frac{l_0 \sqrt{12}}{b} = \frac{4,71 \sqrt{12}}{0,6} \Leftrightarrow \lambda = 27,19$$

$$\lambda < 60 \Rightarrow \alpha = \frac{0,86}{1 + \left(\frac{\lambda}{62}\right)^2} = \frac{0,86}{1 + \left(\frac{27,19}{62}\right)^2} \Leftrightarrow \alpha = 0,721$$

$$b = 0,600 \text{ m} > 0,500 \text{ m} \Rightarrow k_h = 1$$

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} = \alpha k_h [A_c f_{cd} + A_s f_{yd}] \Leftrightarrow 2 \leq 0,721 \times 1 \times [0,6 \times 20 + A_s \times 435]$$

$$\Leftrightarrow A_s \geq \frac{1}{435} \left(\frac{2}{0,721} - 0,6 \times 20 \right)$$

$$\Leftrightarrow A_s \geq -0,021 \text{ m}^2$$

La solution est négative, on mettra donc en place le ferrailage minimum :

$$A_{s,min} = \max \left[0,10 \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} ; 0,002 A_c \right] = \max \left[0,10 \frac{2}{435} ; 0,002 \times 0,6 \right]$$

$$\Leftrightarrow A_{s,min} = \max [4,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 ; 12 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2]$$

$$\Leftrightarrow A_{s,min} = 12 \text{ cm}^2$$

⇒ Choix des armatures longitudinales :

pour une section rectangulaire, armatures symétriques par moitié sur chaque face et $\phi_l \geq \phi_{l,min} = 8 \text{ mm}$

$$\text{Choix : } 6 \text{ HA } 16 \quad A_{s,6 \text{ HA } 16} = 12,06 \text{ cm}^2$$

→ Armatures transversales :

Diamètre :

$$\phi_c = \max \left[\frac{6 \text{ mm}}{4} ; \phi_{l,max} \right] = \max \left[6 \text{ mm} ; \frac{16}{4} = 4 \text{ mm} \right] \Leftrightarrow \phi_c = 6 \text{ mm}$$

Espacement :

$$s_{cl,z} \leq s_{cl,max} = \min [400 \text{ mm} ; 20 \phi_{l,min} ; b]$$

$$\Leftrightarrow s_{cl,z} \leq s_{cl,max} = \min [400 \text{ mm} ; 20 \times 16 = 320 \text{ mm} ; 600 \text{ mm}]$$

$$\Leftrightarrow s_{cl,z} = 320 \text{ mm}$$

Question 4-4 :

Schéma de ferrailage

