

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Constructions Métalliques

SESSION 2016

E4. Analyse et Calcul des Structures

U4.1 Mécanique

Éléments indicatifs de corrigé

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES
SESSION 2016	SUJET	Épreuve : U41 Mécanique	Calculatrice autorisée
Durée : 4h00	Coefficient : 3	CORRECTION	Page : 1/6

Partie 1 : Étude des caractéristiques géométriques des poteaux de la palée de stabilité file G

1.1 Section droite du PRS réel

Q1-1 ane 700×10 aie = 70 cm^2
 semelle 880×14 aie = $39,8 \text{ cm}^2$) $\rightarrow A_1 = 70 + 2 \times 39,8 = 149,6 \text{ cm}^2$

Q1-2 $I_{G1y} = \frac{1 \times 70^3}{12} + 2 \times \left(\frac{88 \times 14^3}{12} + 39,8 \times 35,7^2 \right) = 28583 + 99933 = 128516 \text{ cm}^4$

Q1-3 $I_{G1z} = \frac{70 \times 1^3}{12} + 2 \times \left(\frac{1,4 \times 88^3}{12} \right) = 5,83 + 5182 = 5188 \text{ cm}^4$

1.2 Section droite du PRS renforcé

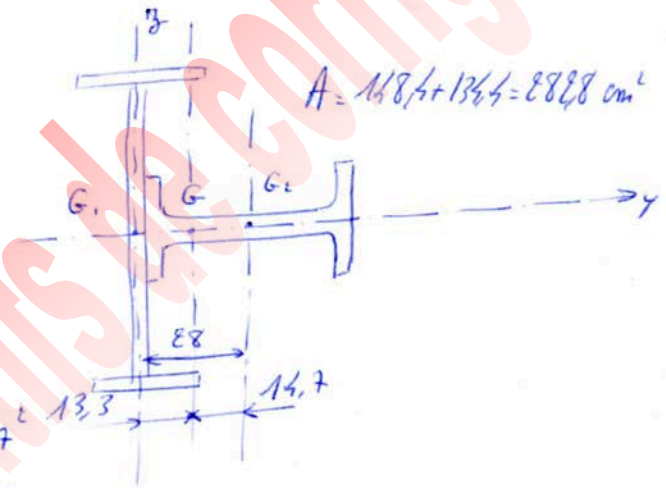
Q1-4 par symétrie $z_G = 0$

$y_G = \frac{134,4 \times \left(\frac{55}{2} + \frac{1}{2} \right)}{2898} = 13,3 \text{ cm}$

Q1-5 $I_{Gy} = 128516 + 26665 = 155181 \text{ cm}^4$

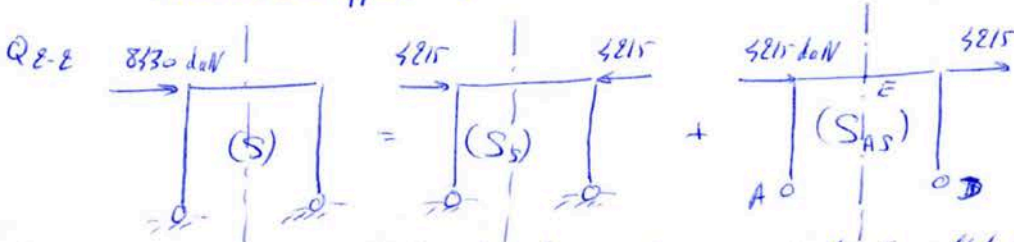
$I_{Gz} = 5188 + 149,6 \times 13,3^2 + 67116,5 + 134,4 \times 14,7^2$
 $= 5188 + 26250 + 67116,5 + 29042,5$

$I_{Gz} = 127597 \text{ cm}^4$



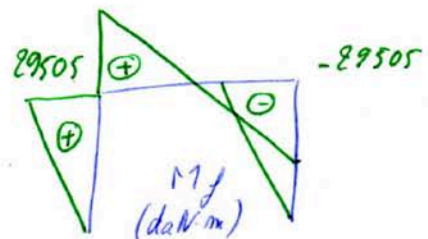
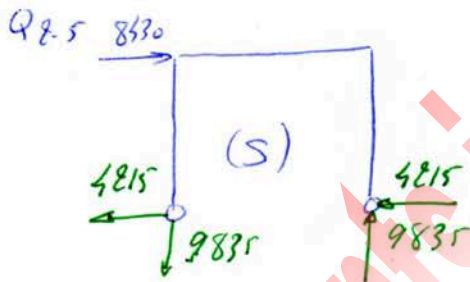
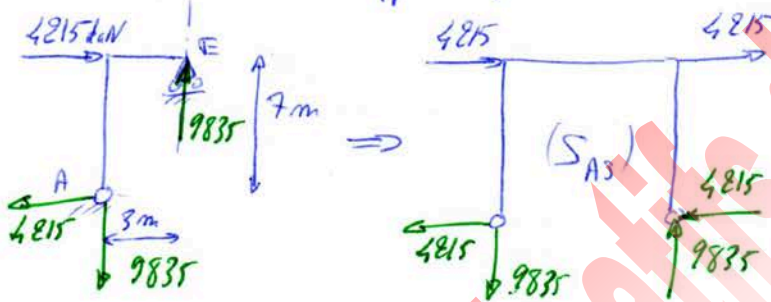
Partie 2 : Étude du comportement du portique cadre file G sous l'effet du vent

Q2.1 Asolide \Rightarrow 3 équations) $H = 4 - 3 = 1$ système hyper d'ordre 1
 4 inconnues aux appuis

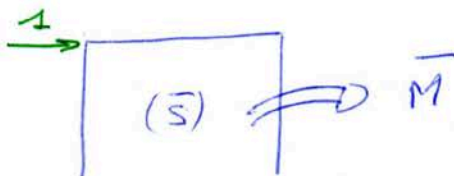


Q2.3 Dans le système (Ss), les actions extérieures n'ont qu'un effet de compression de la travée. Si on néglige les déformations dues à N, dans les poteaux ne sont pas sollicités $\Rightarrow X_A = Y_A = X_D = Y_D = 0$

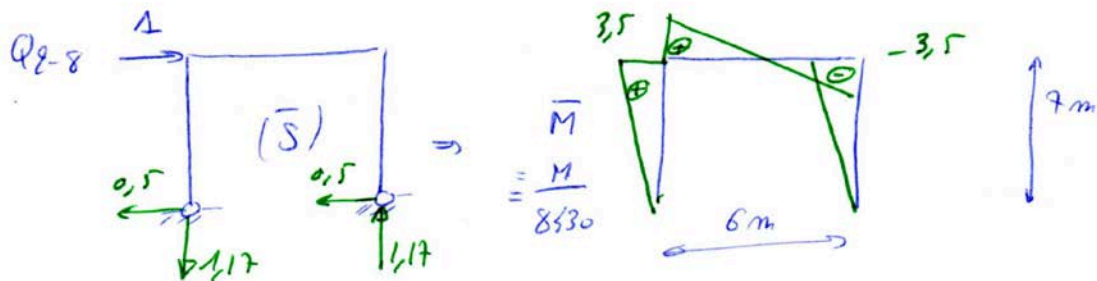
Q2.4 Comme (SAs) est antisymétrique, on peut réduire son étude à celle d'un $\frac{1}{2}$ portique à condition de mettre un appui simple au niveau de l'axe de symétrie. C'est un système iso



Q2.7 Utilisation d'un système unitaire \bar{S} avec force 1 appliquée au point et dans la direction où on cherche le déplacement. Le déplacement cherché $d_x = \int \frac{M \bar{M}}{EI} dx$ en



négligeant les déformations dues à N et V par rapport à celles dues à M_f .

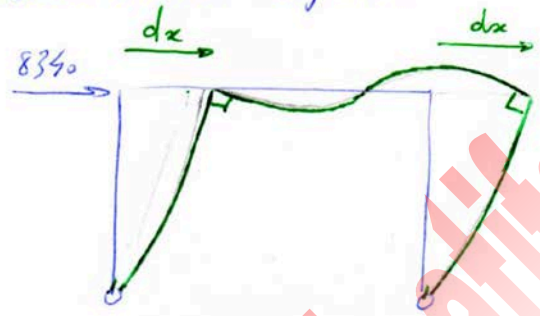


$$d_x = 2 \times \left(\frac{7}{21 \cdot 10^{10} \times 125000 \cdot 10^{-8}} \times \frac{29505 \times 3,5}{3} + \frac{3}{21 \cdot 10^{10} \times 67116,5 \cdot 10^{-8}} \times \frac{29505 \times 3,5}{3} \right)$$

$$= 2 \times (9,18 \cdot 10^{-3} + 7,33 \cdot 10^{-3}) = 0,033 \text{ m}$$

Q2-9 $\frac{H}{150} = \frac{7}{150} = 0,047 > 0,033 \Rightarrow \text{OK.}$

Q2-10 allum structure déformée



Partie 3 : Étude de la poutre au vent de toiture

Q3-1 structure et treillis

degré d'hyperstaticité $K = b - 2m + a$
 $= 25 - 2 \times 14 + 3$

$K = 0 \Rightarrow$ structure isostatique

$b = 25$

$m = 14$

$a = 3$

Q3-2 structure avec chargement symétrique.

$X_G = 0$

$Y_A = Y_G = 3V = 3 \times 3142 = 9426 \text{ daN}$

Q3-3 BH et FN

Q3-4 $N_{AB} = 0$ inadmissible

$N_{AH} = -9426 \text{ daN}$ comprimée

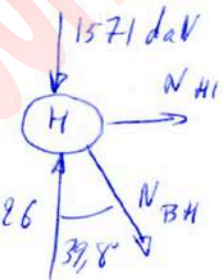
$N_{BH} = 10224 \text{ daN}$ tendue

$N_{HI} = -6544,5 \text{ daN}$ comprimée

équilibre du nœud H :

$\sum F_x = 0 \Rightarrow -1571 + 9426 - N_{BH} \cos 39,8 = 0$
 $\Rightarrow N_{BH} = 10224 \text{ daN}$

$\sum F_y = 0 \Rightarrow N_{HI} + 10224 \sin 39,8 = 0$
 $\Rightarrow N_{HI} = -6544,5$



Q3-5 méthode de Ritter.

$\sum M_J^g = 0 \Rightarrow 3142(5 \times 10) - N_{JK} \times 6$
 $+ (1751 - 9426) \times 15 = 0$

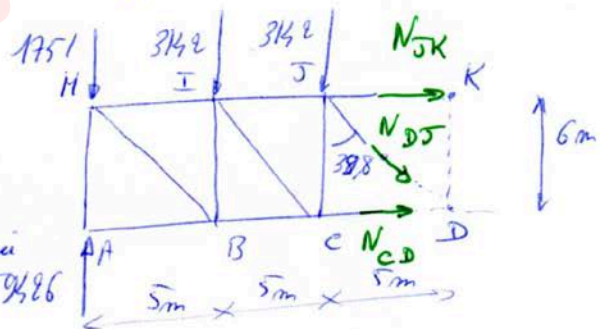
$\Rightarrow N_{JK} = -11332,5 \text{ daN}$ Comprimée

$\sum F_x = 0 \Rightarrow -1751 - 8 \times 3142 + 9426$
 $- N_{DJ} \cos 39,8 = 0$

$\Rightarrow N_{DJ} = 1810 \text{ daN}$ tendue

$\sum M_J^h = 0 \Rightarrow 3142 \times 5 + (1751 - 9426) \times 10 + N_{CD} \times 6 = 0$

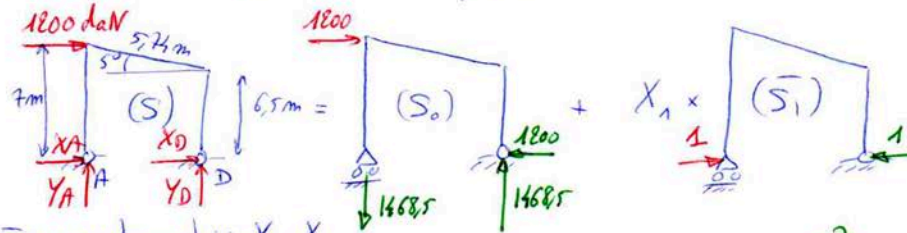
$\Rightarrow N_{CD} = 10173 \text{ daN}$ tendue



Partie 4 : Étude de la stabilité du pan de fer pignon1 entre les files F et G

4- Stabilité du pan de fer

Q4.1 Résolution par la méthode des forces



Inconnue hyper choisie $X_1 = X_A$

$$(S) = (S_0) + X_1 (S_1)$$

équation de déplacement

$$0 = \Delta_{10} + X_1 \delta_{11} \Rightarrow X_1 = -\frac{\Delta_{10}}{\delta_{11}}$$

$$\Delta_{10} = \int \frac{M_0 \bar{M}_1}{EI} dx = \frac{5,74}{2,1 \cdot 10^{10} \times 5789,8 \cdot 10^{-8}} \frac{-7800}{6} (-7-13) + \frac{6,5}{2,1 \cdot 10^{10} \times 9676 \cdot 10^{-8}} \frac{-7800 \times (-6,5)}{3}$$

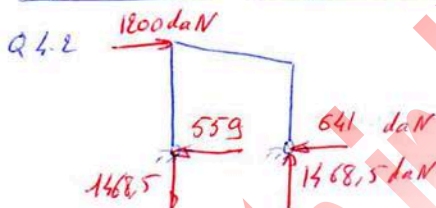
$$= 0,1228 + 0,0541 = 0,177 \text{ m}$$

$$\delta_{11} = \int \frac{\bar{M}_1^2}{EI} dx = \frac{5,74}{2,1 \cdot 10^{10} \times 5789,8 \cdot 10^{-8}} \frac{2 \times 39 + 2 \times 6,5 + 2 \times 7 \times 5,5}{6} + \frac{1}{2,1 \cdot 10^{10} \times 9676 \cdot 10^{-8}} \frac{7 \times 49 + 6,5 \times 6,5}{3}$$

$$= 2,152 \cdot 10^{-4} + 1,0132 \cdot 10^{-4} = 3,165 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{daN}}$$

$$X_1 = -\frac{\Delta_{10}}{\delta_{11}} = -\frac{0,177}{3,165 \cdot 10^{-4}} = -559 \text{ daN}$$

$$X_A = -559 \text{ daN} \quad Y_A = -1468,5 \text{ daN} \quad X_D = -1800 + 559 = -1241 \text{ daN} \quad Y_D = 1468,5 \text{ daN}$$



Q4.3 Section I_e + sollicitées: extrémité B de la travée BC

$$N = -600 \text{ daN} \quad V_y = 1420 \text{ daN} \quad M_{y8} = 5130 \text{ daN} \cdot \text{m}$$

Sollicitation = flexion composée

Q4.4 $\sigma(y) = -\frac{N}{A} - \frac{M_y}{I_{y3}} y$ calculs en N et mm $\Rightarrow \sigma$ en MPa

$$\sigma(y) = \frac{6000}{459 \cdot 10^2} + \frac{-5130 \cdot 10^4}{5789,8 \cdot 10^4} y$$

$$= 1,31 - 0,886 y$$

au niveau de G: $y=0 \Rightarrow \sigma(G) = 1,3 \text{ MPa}$

de la fibre sup: $y=135$

$$\sigma_{\text{sup}} = 1,31 - 0,886 \times 135 = -118,3 \text{ MPa}$$

au niveau de la fibre inf: $y=-135$ $\sigma_{\text{inf}} = 1,31 - 0,886 \times (-135) = 120,9 \text{ MPa}$