

EXAMEN FINAL - CHARPENTE METALLIQUE

Pr Z. EL MASKAOUI / 09-06-2017 / Durée 1h30 / Documents autorisés

A. Présentation du problème:

On considère le portique de la figure 1 formé de :deux poteaux P1 et P2 encastrés en pieds, d'une traverse T1 et d'un contreventement (barres C1 et C2) pour assurer la stabilité du système. Ces deux barres travaillent uniquement en traction.

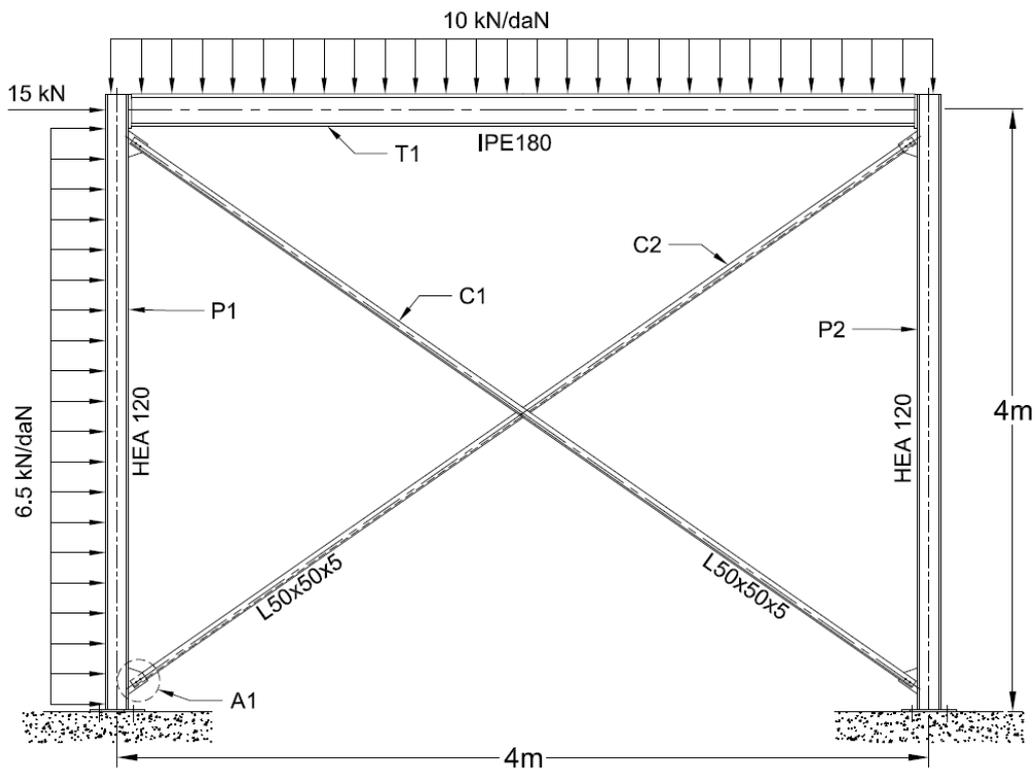


Fig. 1 : Portique

Tableau 1 : Caractéristiques des sections		
IPE 180	HEA120	L50X50X5
A = 23,9 cm ²	A = 25,3 cm ²	A = 4,80 cm ²
I _y = 1317 cm ⁴	I _y = 606,2 cm ⁴	Matériau S235
I _y /v _y = 146,3 cm ³	I _y /v _y = 106,3 cm ³	
Matériau S235	Matériau S235	

Charges

- Charge permanente G : Poids propre de la structure
- Charges d'exploitation Q : 10kN/daN sur la traverse T1
15kN au sommet du poteau P1
- Charge du vent W : 6.5 kN/daN encaissée par le poteau P1

Combinaisons d'actions

- Combinaison des charges pour les états limites ultimes :
 $ELU : 1.33 \times G + 1.42 \times Q + 1.42 \times W$
- Combinaison des charges pour les états limites de service :
 $ELS : 1.00 \times G + 1.00 \times Q + 1.00 \times W$

B. Résultats du calcul par le logiciel *Robot Structural Analysis*

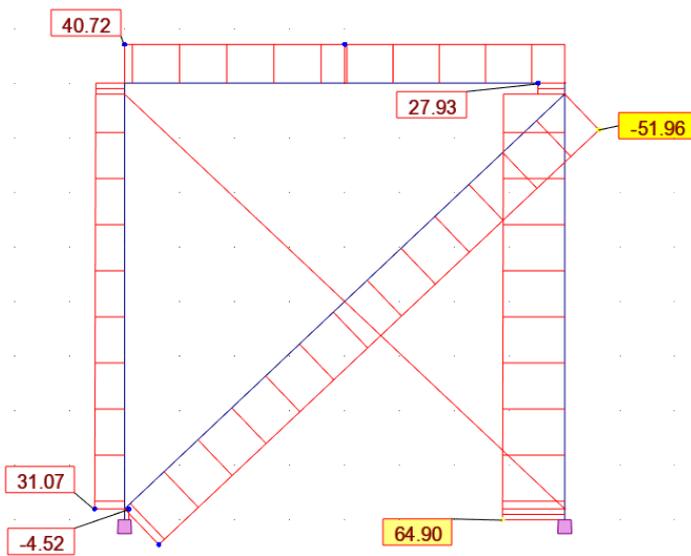


Fig. 2 : Diagramme des efforts normaux en kN (ELU)

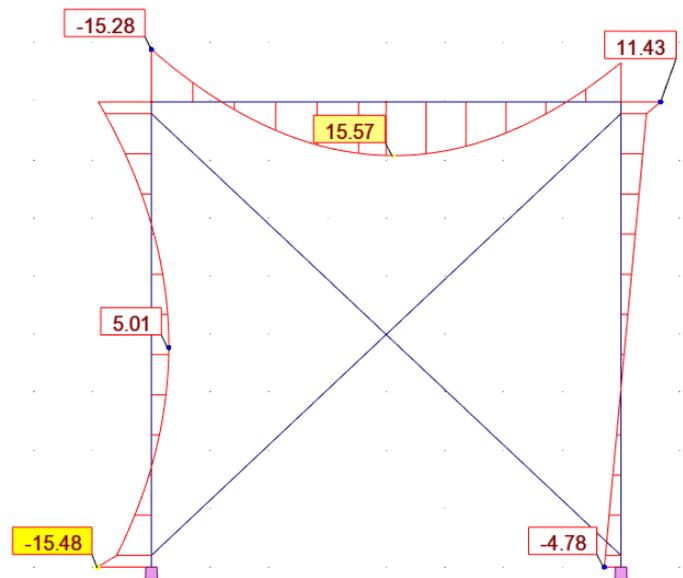


Fig. 3 : Diagramme des moments fléchissants en kN.m (ELU)

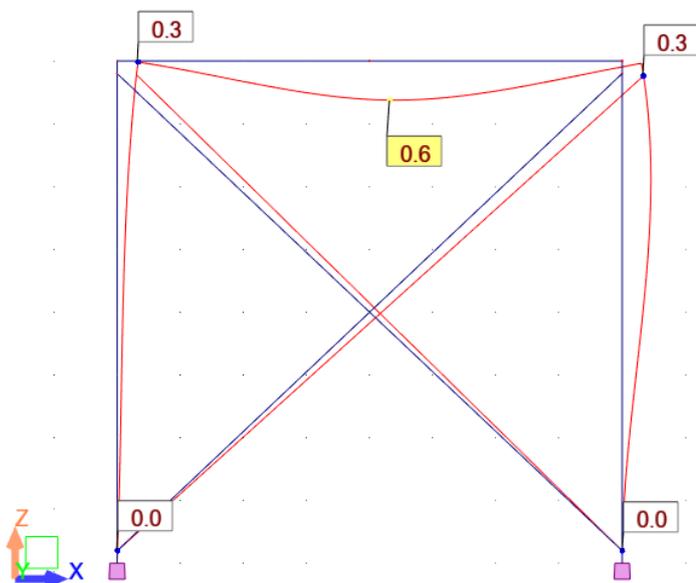


Fig. 4 : Diagramme des déplacements aux nœuds en cm (ELS)

C. QUESTIONS

Vérification de la résistance de la traverse T1:

1. Vérifiez la résistance de la section de la traverse.
2. Vérifiez la flèche de la traverse, sachant qu'elle ne doit pas dépasser $L/300$ ('L' est la portée de la traverse)

Vérification de la résistance du poteau P1 :

3. Calculez la contrainte maximale de compression σ dans le poteau.
4. Calculez la contrainte maximale de flexion σ_f due au moment M_y dans le poteau.
5. On suppose que le poteau P1 flambe autour de l'axe y , vérifiez la résistance du poteau au flambement (*flambement-flexion*) suivant les règles CM 66. La longueur de flambement est $l_{ky}=4.33m$.
6. Vérifiez le déplacement horizontal au sommet du poteau, sachant qu'il ne doit pas dépasser $H/150$ ('H' est la hauteur du poteau).

Vérification de la résistance de la barre C2 du contreventement :

7. La barre C2 est fixée sur le poteau P1 via un gousset avec deux boulons de classe 6.8 (fig. 5). Déterminez le diamètre de ces boulons.
8. Vérifier la section nette de la barre.
9. Vérifier la pression diamétrale due aux boulons sur la barre.
10. Vérifier la soudure de l'assemblage du gousset avec le poteau sachant que $l=100mm$ et $a=8mm$.

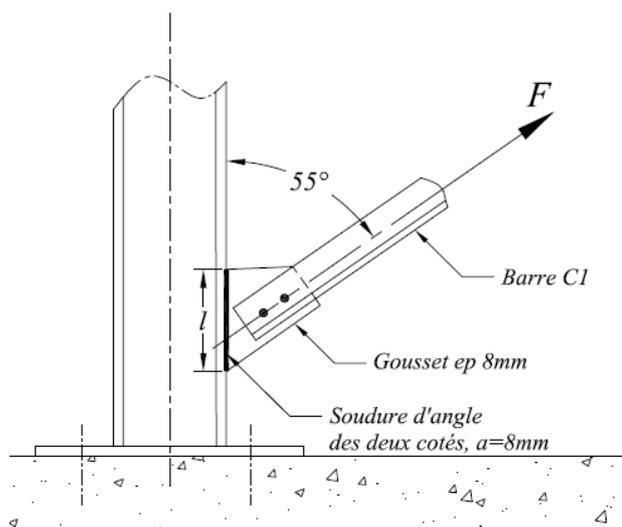


Fig. 5 : Détail A1 - Assemblage contreventement-poteau

Vérification de la traverse T1

$$\begin{aligned}
 L &:= 4 \text{ m} & E &:= 210000 \text{ MPa} \\
 A &:= 23.9 \text{ cm}^2 & N &:= 40.72 \text{ kN} & (\text{fig.2}) \\
 I_y &:= 1317 \text{ cm}^4 & M_y &:= 15.57 \text{ kN}\cdot\text{m} & (\text{fig.3}) \\
 v_y &:= 90 \text{ mm} & \sigma_e &:= 235 \text{ MPa} \\
 \frac{I_y}{v_y} &:= 146.333 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

1. Vérification de la résistance de la section de la traverse

$$\sigma_f := \frac{M_y}{\left(\frac{I_y}{v_y}\right)} = 106.401 \text{ MPa} \qquad \sigma_n := \frac{N}{A} = 17.038 \text{ MPa} \qquad (\text{fig.2.et.3})$$

$$\sigma := \sigma_f + \sigma_n = 123.439 \text{ MPa} \quad \square < \square \quad \sigma_e = 235 \text{ MPa}$$

2. Vérification de la flèche de la traverse

$$f := \frac{L}{300} = 1.333 \text{ cm} \qquad \square < \square \quad 0.6 \text{ cm} \qquad (\text{fig.4})$$

Vérification du poteau P1

$$\begin{aligned}
 H &:= 4 \text{ m} & E &:= 210000 \text{ MPa} \\
 A &:= 25.3 \text{ cm}^2 & \sigma_e &:= 235 \text{ MPa} \\
 I_y &:= 606.2 \text{ cm}^4 & & \\
 W_{el.y} &:= 106.3 \text{ cm}^3 & \left(\frac{I_y}{v_y}\right) &
 \end{aligned}$$

3. Contrainte de compression :

$$N := 31.07 \text{ kN} \quad (\text{fig.2}) \quad \text{---} \square > \square \quad \sigma := \frac{N}{A} = 12.281 \text{ MPa}$$

4. Contrainte maximale de flexion :

$$M_y := 15.48 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad (\text{fig.3}) \quad \text{---} \square > \square \quad \sigma_f := \frac{M_y}{W_{el.y}} = 145.626 \text{ MPa}$$

5. Résistance au flambement-flexion :

$$\begin{aligned}
 \text{Longueur de flambement : } L_f &:= 4.33 \text{ m} \\
 \text{Rayon de giration } i &:= \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 48.949 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Elancement : $\lambda := \frac{L_f}{i} = 88.459$

Contrainte critique $\sigma_k := \pi^2 \cdot \frac{E}{\lambda^2} = 264.874 \text{ MPa}$

Coefficient d'amplification des contraintes

$$\mu := \frac{\sigma_k}{\sigma} = 21.568$$

$$k_1 := \frac{\mu - 1}{\mu - 1.3} = 1.015$$

$$k_f := \frac{\mu + 0.25}{\mu - 1.3} = 1.076$$

$$k_1 \cdot \sigma + k_f \cdot \sigma_f = 169.225 \text{ MPa} > 235 \text{ MPa}$$

6. Vérification du déplacement au sommet du poteau

$$f := \frac{H}{150} = 2.667 \text{ cm} \quad \ll 0.3 \text{ cm} \quad (\text{fig.4})$$

Vérification de la résistance des barres de contreventement :

7. Vérification des boulons

Boulons de classe 6.8 $\sigma_{eb} := 410 \text{ MPa}$

Nombre de plans cisailés $m := 1$

Effort pondéré dans la barre $F := 51.96 \text{ kN}$

Effort pondéré par boulon $Q := \frac{F}{2} = 25.98 \text{ kN}$

$$1.54 \cdot \frac{Q}{m \cdot A_r} < \sigma_{eb}$$

$$A_r := 1.54 \cdot \frac{Q}{m \cdot \sigma_{eb}} = 97.583 \text{ mm}^2 \quad \text{dons le diamètre des boulons est } d := 14 \text{ mm}$$

8. Résistance de la cornière

Cornière L50X5 $e := 5 \text{ mm}$ $A := 480 \text{ mm}^2$

Diamètre du trou $D := d + 2 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$

Section nette $A_n := A - D \cdot e = 400 \text{ mm}^2$

$$\frac{F}{A_n} = 129.9 \text{ MPa} \ll \sigma_e = 235 \text{ MPa}$$

9. Pression diamétrale

$$\frac{Q}{D \cdot e} = 324.75 \text{ MPa} < 3 \cdot \sigma_e = 705 \text{ MPa}$$

10. Vérification de la soudure

$$F = 51.96 \text{ kN}$$

$$k := 0.7$$

$$a := 8 \text{ mm}$$

$$l := 100 \text{ mm}$$

$$\alpha := 55^\circ$$

$$k \cdot \frac{F}{2 \cdot a \cdot l} \cdot \sqrt{3 - \sin(55)^\circ} = 32.153 \text{ MPa} \quad \sigma_e = 235 \text{ MPa}$$

