

## Exercice 1 : étude de traction

Une poutre tubulaire en acier appartenant à la charpente métallique du Centre Pompidou à Paris, supporte un effort de traction de 400 kN.

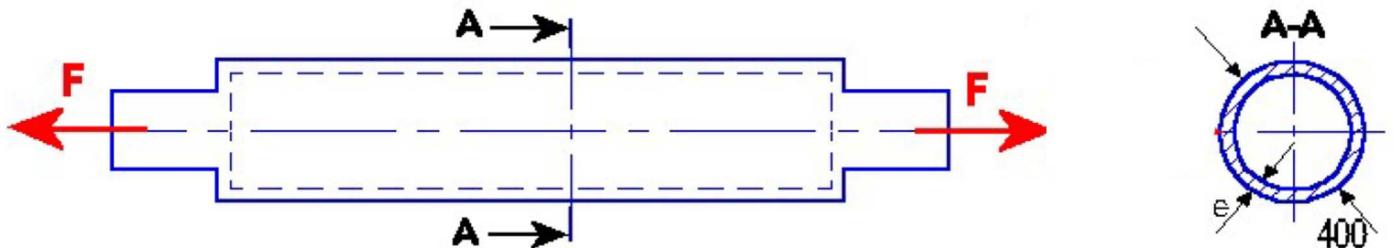
Caractéristiques des poutres tubulaires :

- Diamètre extérieur 400 mm et épaisseur  $e$
- Limite à la rupture  $R_r = 380$  MPa
- Limite élastique  $R_e = 240$  MPa
- Module de Young  $E = 200\,000$  MPa
- Coefficient de sécurité par rapport à  $R_e$  égal à 6



1) Déterminer l'épaisseur  $e$  minimale admissible pour la construction.

2) La longueur de la partie tubulaire de la poutre est de 3,50 m. Déterminer son allongement  $\Delta L$



## Exercice 2 : étude de traction

Une tige en acier (diamètre 12,5 mm et longueur 1 m) supporte une charge de traction de 15 000 N.

1) Déterminer la contrainte et l'allongement dans la tige avec  $E_{\text{acier}} = 200\,000$  MPa.

La tige en acier est remplacée par une autre en aluminium de même longueur.

2) Quel doit être le diamètre  $d$  pour que les allongements des deux tiges soient identiques sachant que  $E_{\text{alu}} = 75\,000$  MPa.

3) En déduire la contrainte dans la tige en aluminium.

4) Si la masse volumique de l'acier est de  $7\,800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  et celle de l'aluminium de  $2\,500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , déterminer le rapport des masses des deux tiges.

## Exercice 3 : étude de flexion

L'étude porte sur des poutres en Bois Lamellé Collé situées en toiture d'un bâtiment. Il s'agit de dimensionner les pannes (= poutre) repérées **C24-110** sur le document technique DT1 et de vérifier l'arbalétrier (= poutre) **GL28h-203** vis-à-vis des contraintes normales le sollicitant.

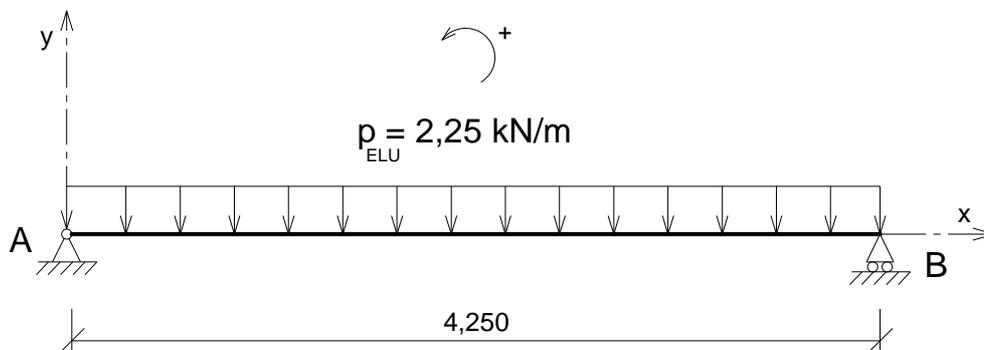
### Données :

- ✓ Document technique à consulter : DT1.
- ✓ Les hauteurs standards en mm des éléments en bois lamellé-collé (BLC) :  
100, 115, 125, 150, 200, 225, 265, 310, 360 et 400 mm.
- ✓ La contrainte admissible du BLC ( $\sigma_{adm}$ ) est de **10,3 MPa**.
- ✓ Le module d'élasticité longitudinal du BLC ( $E_{BLC}$ ) est égal à **10 000 MPa**.

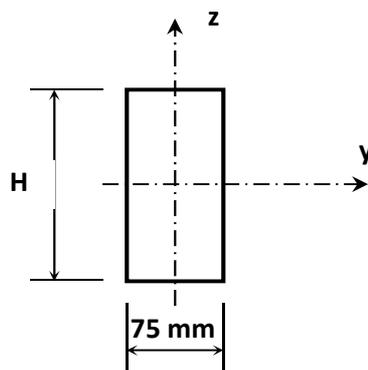
### Travail demandé :

#### 1) Dimensionnement des pannes repérées C24-110 sur le plan de charpente (DT1)

1-1) Calculer le moment fléchissant maximal agissant sur ces pannes sachant que la modélisation adoptée est la suivante :



1-2) Déterminer la hauteur  $H$  des poutres de façon à vérifier la condition de résistance et sachant que leur section est comme suit :



1-3) Dans le cas d'une poutre sur deux appuis, l'expression de la flèche maximale est :

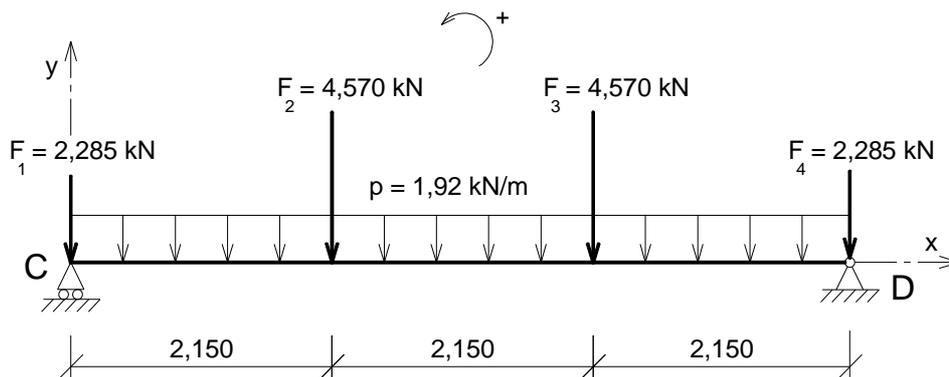
$$f_{max} = \frac{5 p_{ELS} L^4}{384 E I}$$

Avec ici  $p_{ELS} = 1,80$  KN/m et  $I$  le moment quadratique de la poutre par rapport à l'axe  $z$  passant par son centre de gravité.

Vérifier que le choix effectué pour  $H$  vérifie la condition de flèche  $f_{adm} = L/300$  avec  $L$  la portée de la panne. Si ce n'est pas le cas, redimensionner  $H$ .

## 2) Vérification de l'arbalétrier GL28h-203 vis-à-vis des contraintes normales

2-1) Les pannes C24-110 engendrent sur l'arbalétrier GL28h-203 des forces ponctuelles. Ainsi, en tenant compte de son poids propre, on obtient la modélisation ci-dessous :



Calculer la valeur du moment fléchissant maximal agissant sur l'arbalétrier à l'abscisse  $x = 3,23$  m

2-2) En prenant  $M_{f_{max}} = 20$  kN.m, tracer la répartition des contraintes normales dans la section de l'arbalétrier la plus sollicitée (dimensions : 90 mm x 360 mm). Indiquer les zones tendues et comprimées.

Est-ce que l'arbalétrier est vérifié ?

### DT1 : plan de charpente

