Feuille TD 6 : Tablier de pont

Nous allons comparer deux conceptions différentes d'un tablier de pont. La première géométrie envisagée est de type poutre sur laquelle vient reposer le plancher du pont. La deuxième géométrie est de type treillis. **Les deux parties sont indépendantes**.

Première partie :

Un tablier de pont est conçu à partir d'une architecture de type poutre à section non constante. La sollicitation dans la poutre sera maximale quand la charge maximum admissible sera au centre du pont. Le poids du plancher et du véhicule seront schématisés par une force ponctuelle P unique au centre du tablier. (voir figure 1)

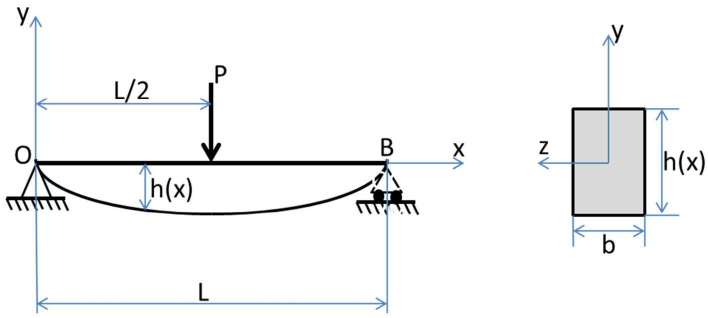

Figure 1 : Modélisation du tablier de pont, des appuis et de la charge – cas de la poutre à section non constante

La poutre est de largeur **b** constante (selon z), de hauteur **h(x)** non constante (selon y) et de longueur **L** (selon x). Sa section est rectangulaire. La poutre est en acier de masse volumique ρ, de limite élastique $\mathbf{R_e}$, le coefficient de sécurité adopté est **s**. On suppose que L est grand devant h et b.

1) Donner les conditions aux limites en déplacement.
2) Donner le moment quadratique de la section S de la poutre par rapport à l'axe $(O,\vec{z})$ que l'on notera $I_{(O,\vec{z})}$.
3) Calculer le torseur des efforts de cohésion ainsi que les réactions aux appuis à l'aide des équations locales d'équilibre. On précisera les conditions aux limites en efforts.
4) Tracer le diagramme des efforts tranchant et des moments fléchissant.
5) En déduire la contrainte maximale de cisaillement τ_{max} due à l'effort tranchant ainsi que la contrainte maximale σ_{max} due à la flexion. En déduire à quelle sollicitation pure unique on peut se ramener.
6) Une poutre est dite d'égale résistance à la flexion quand la contrainte sur les fibres extrêmes de la poutre est indépendante de x (même contrainte quel que soit x).
   On suppose que l'on a à faire à une poutre d'égale résistance. Déterminer alors h(x) afin que la condition limite de résistance élastique, que l'on notera $\sigma_{e,s}$, soit atteinte en tout point. On exprimera h(x) en fonction de P, b, R_e, et s.
7) Calculer le poids de cette poutre. Le calcul du volume V passe par une intégrale triple qui se ramène à une intégrale simple : $V = b\int_0^L h(x)dx$

Deuxième partie

Le tablier de pont est maintenant conçu à partir d'une architecture de type treillis. Comme précédemment nous allons dimensionner le treillis. Les poutres seront choisies tubulaires à section constante carrée de largeur b. L'épaisseur des tubes est de 0,1b (soit $\delta = 0,8$) (voir figure 2)

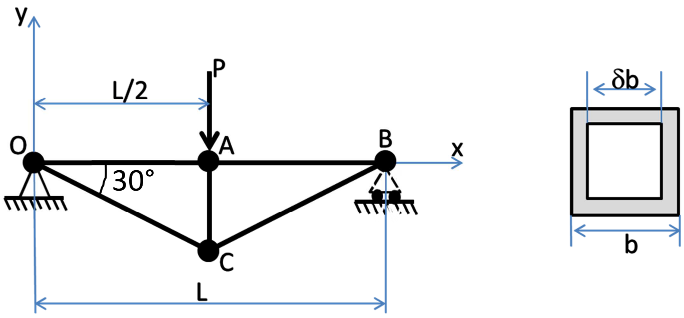

Figure 2 : Modélisation du tablier de pont, des appuis et de la charge – cas de la structure treillis

1) Calculer la longueur des barres OC, BC et AB.
2) Déterminer les efforts normaux dans chacune des barres ainsi que les réactions aux appuis. On précisera les barres en traction et les barres en compression.
3) Dans le cas des barres en traction, déterminer b quand la condition limite de résistance élastique est atteinte.
4) Pour les barres en compression, le critère de dimensionnement est la charge critique de flambage (vous verrez cette notion au semestre prochain, dans le module structure et dimensionnement). On donne dans ce cas-là pour une barre i :

$$N_i \leq \frac{\pi^2 EI}{sL_i^2} \text{ avec } I = \frac{b^4}{12}(1-\delta^2) \text{ et E est le module d'Young}$$

Déterminer alors les valeurs de b pour les barres en compression.

5) On souhaite réaliser le treillis avec une même section de barre pour minimiser les coûts de fabrication. Quelle largeur de barre choisirez-vous ?
6) Calculer, alors, le poids total du treillis
7) Qu'en déduisez-vous quant au choix entre les structures de la première et deuxième partie.

Application numérique

- Coefficient de sécurité : s = 5 ;
- Limite élastique : $R_e = 500$ MPa ;
- Module d'Young : E = 200 GPa ;
- Longueur : L = 1 m ;
- Charge : P = 10^3 kN.