

EXERCICE 3: RESISTANCE EN SECTION, INTERACTION

But

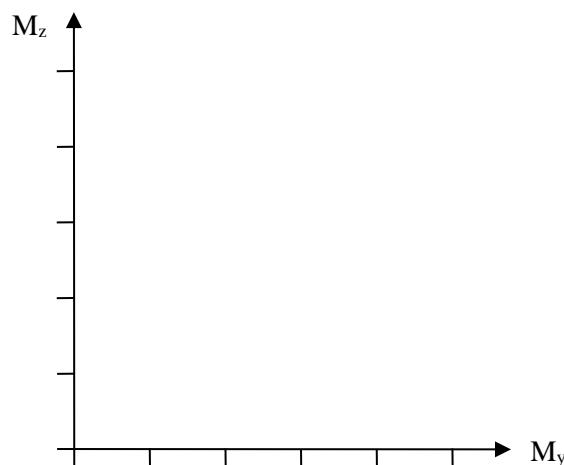
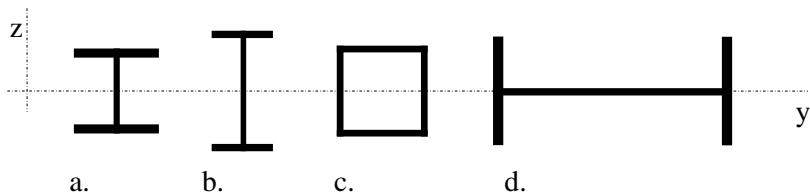
Comprendre le calcul de la résistance en section pour différentes combinaisons de sollicitations. Appliquer les méthodes de calcul de la résistance en section à un cas complexe, apprendre à se servir des articles de la norme SIA 263.

Références

Chap. 4 du TGC vol. 10

THEORIE

1. Dans un profilé en I soumis à la fois à un moment de flexion M_y et à un effort tranchant V , comment sont repris (schématiquement) les efforts ?
2. Dessiner schématiquement les courbes d'interaction M_y - M_z de la résistance élastiques des 4 sections suivantes sachant qu'elles ont toutes une résistance $M_{y,el}$ équivalente. Remarque : précisez bien quelle courbe correspond à quelle section.



3. Expliquer et interpréter brièvement l'article 5.1.6.4 de la norme SIA 263 reproduit ci-après. Esquissez le diagramme correspondant.

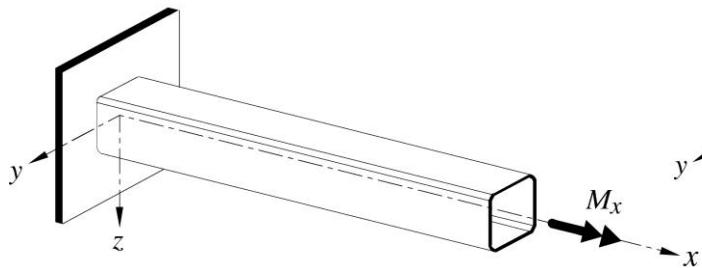
Si la section est sollicitée simultanément par deux moments $M_{y,Ed}$ et $M_{z,Ed}$ ainsi que par un effort normal N_{Ed} , la formule d'interaction suivante est applicable:

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,N,Rd}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,N,Rd}} \right)^\beta \leq 1,0 \quad (48)$$

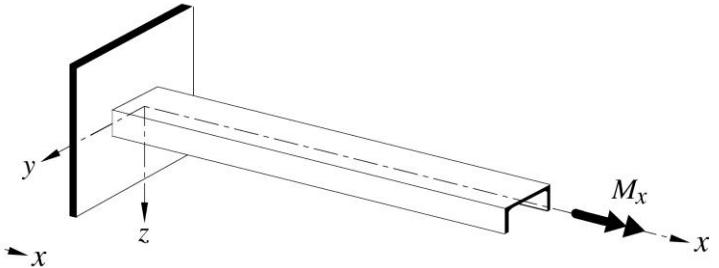
$$\text{où } \beta = 5 \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}}, \text{ avec } \beta \geq 1.1 \quad \text{valable pour } \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \leq 0.9$$

Pour $M_{y,N,Rd}$ et $M_{z,N,Rd}$, les valeurs des formules (45) à (47) sont à utiliser.

4. Donner les modes de résistance à la torsion des sections ci-dessous. Pour le cas (b) seulement, donner ensuite le ou les type(s) de contrainte(s) à l'encastrement.



(a) Section fermée.



(b) Section ouverte.

5. Donner les formules qui permettent de calculer la constante de torsion pour une section (à parois minces d'épaisseur constante) en caisson ouvert et celle pour un caisson fermé.

PROBLEME 1

Donnée

Soit l'une des pannes de toiture de la halle. Celle-ci est en acier S 235 et elle est soumise à un moment M_{Ed} induit par les charges verticales qu'elle doit supporter (toiture, neige, ...).

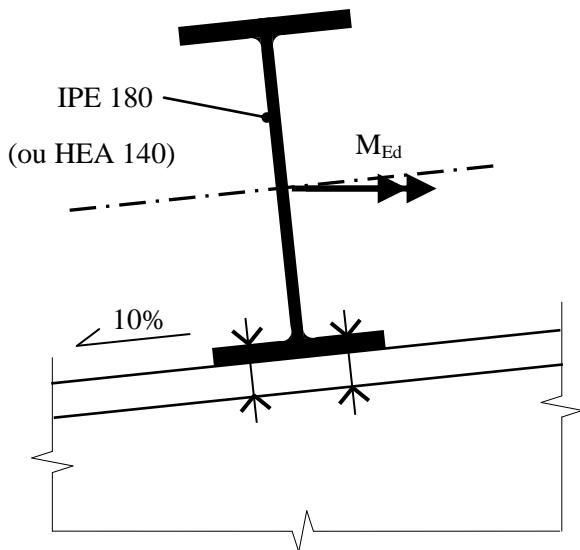


Figure 2 – Panne de toiture inclinée

Questions

1. Déterminez selon un calcul élastique la valeur maximale de M_{Ed} . Faites le même calcul pour le cas où la panne serait un profilé HEA 140.
2. Comparez les valeurs de calcul de M_{Ed} obtenues à la question précédente avec les valeurs de calcul de la résistance élastique des profilés soumis uniquement à la flexion selon l'axe fort. Que pouvez-vous en conclure ?
3. Vérifier avec un calcul au stade plastique si les profilés IPE 180 et HEA 140 ont une résistance suffisante selon la norme SIA 263 (ou TGC 10) dans le cas où $M_{Ed} = 25.4 \text{ kNm}$. Pour chacun des axes, donner les valeurs des rapports entre résistances plastiques et élastiques pour les deux profilés (i.e. correspond au facteur de forme k).
4. Par rapport à un chargement réel sur une panne, quelle hypothèse simplificatrice a été faite dans les calculs ci-dessus ? Quelles en sont les conséquences ?

PROBLEME 2

Donnée

Soit une poutre en porte-à-faux de longueur $l = 5.0$ m constituée d'un profilé HEA 500 en acier S 355 (fig. 3).

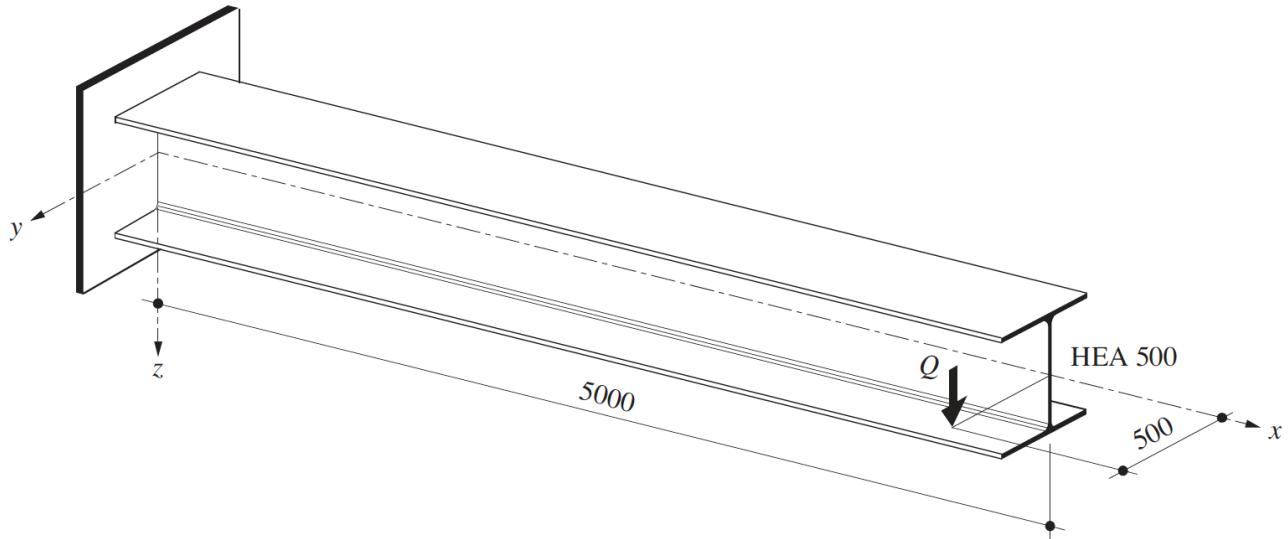


Figure 3 – Poutre encastree résistant en torsion mixte

Question

Vérifier cette poutre à son encastrement en sachant qu'elle est sollicitée par une charge verticale Q agissant à l'extrémité libre de la poutre, avec un bras de levier $L = 0.5$ m, et dont la valeur de calcul vaut $Q_{Ed} = 40$ kN. Les efforts intérieurs sont donnés à la Figure 4.

Note :

Utiliser les formules simplifiées suivantes pour calculer les caractéristiques en torsion non-uniforme de la section (voir aussi TGC10 page 123) :

$$S_{\omega,max} = -\frac{1}{16}t_f(h - t_f)b^2$$

$$I_{\omega} = \frac{1}{3}t_f(h - t_f)^2\left(\frac{b}{2}\right)^3$$

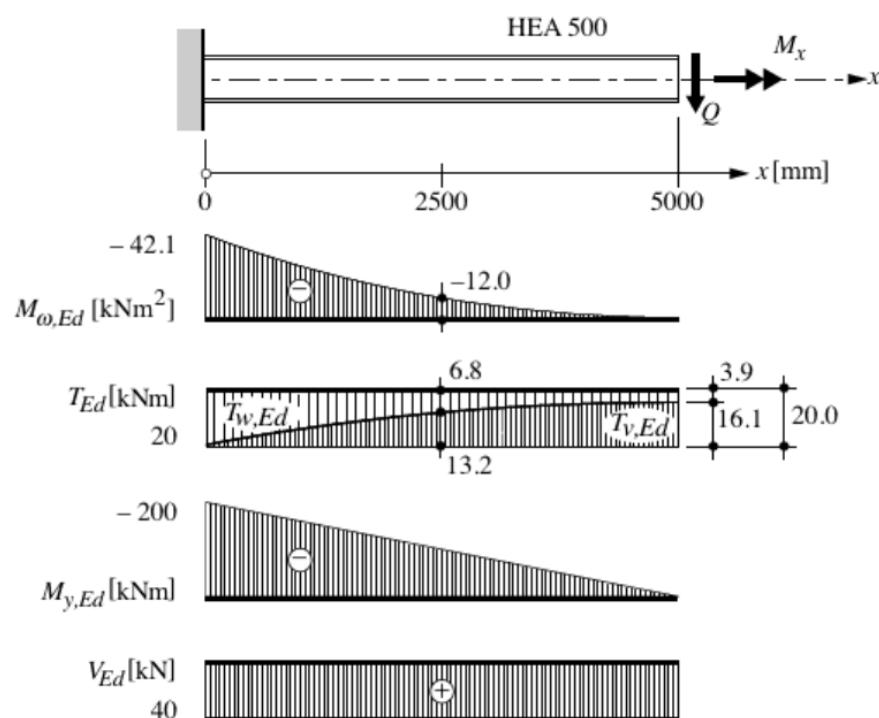


Figure 4 – Variation des efforts intérieurs sur toute la longueur de la poutre