

EXERCICE 5: FLAMBAGE

But

Comprendre le phénomène du flambage et savoir dimensionner des éléments au flambage.

Références : Chapitres 6 et 10 du TGC vol. 10

THEORIE

1. Donnez, par ordre d'importance, les imperfections influençant la résistance ultime de barres comprimées, en expliquant comment on en tient compte dans les courbes de flambage.
2. Expliquer brièvement l'article 2.3.4 de la norme SIA 263 reproduit ci-dessous :

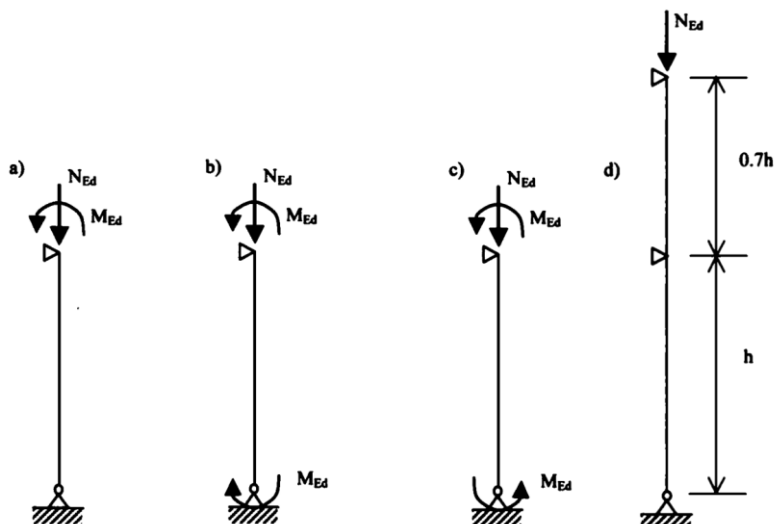
Lors de la vérification de la sécurité structurale, les contraintes auto-équilibrées et les efforts intérieurs imposés peuvent en général être négligés. Dans le cas de problèmes de stabilité, ces effets sont déjà pris en compte par la méthode de dimensionnement de la présente norme.

3. Quels sont les moments résistants élastique et plastique, ainsi que la résistance à l'effort tranchant, d'un HEA 450 en S235 fléchi selon son axe faible ? Et pour le même profilé en S460 ?
4. Sur un graphique, dessinez les 3 charges critiques de flambage pour une section ayant les centres de torsion et de gravité confondus.
5. Démontrer que la formule (1) suivante (tirée de la SIA 263, article 5.1.6.4) se simplifie et devient identique à la formule (2) lorsque $M_{z,Ed} = 0$:

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,N,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,N,Rd}} \right)^{\beta} \leq 1,0 \quad (1)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{\chi \times M_{y,Rd}} \leq 1,0 \quad (2)$$

6. Prenons le cas de plusieurs poteaux soumis à un effort de compression et un moment de flexion tel que représentés ci-dessous. Classer ces poteaux du plus résistant au moins résistant. Pour les cas représentés, faut-il également vérifier la résistance en section, en plus de la vérification à la stabilité ?



7. Expliquer brièvement ce qu'est une classe de section, ainsi que son application dans l'article suivant tiré de la norme SIA 263 et:

4.3.1.3 *Si des parties comprimées d'une section appartiennent à différentes classes de section, la classe de section la moins favorable sera retenue.*

Utilisez l'exemple d'un HEA 200 S355 en flexion pour l'illustrer (i.e. déterminer la classe de chaque partie composant la section).

PROBLEME

Considérons le montant de façade encerclé sur la figure 1 ci-dessous.

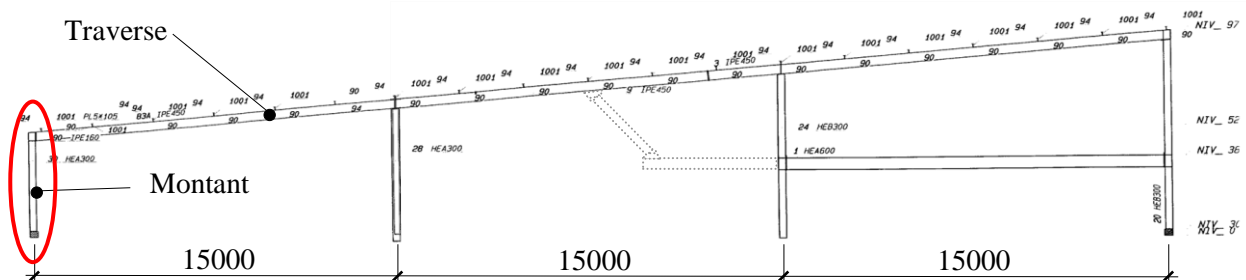


Figure 1 – Élévation de la halle

Il s'agit d'un profilé laminé HEA 300 en acier S 235 de longueur $L = 5.25$ m soumis aux charges indiquées sur la figure 2. Un appui intermédiaire bloque le déplacement selon y uniquement (filière de façade). Les appuis inférieurs et supérieurs sont des articulations dans les deux directions y et z (hypothèses simplificatrices). L'axe fort du profilé HEA est orienté parallèlement à y , comme illustré à la figure 3.

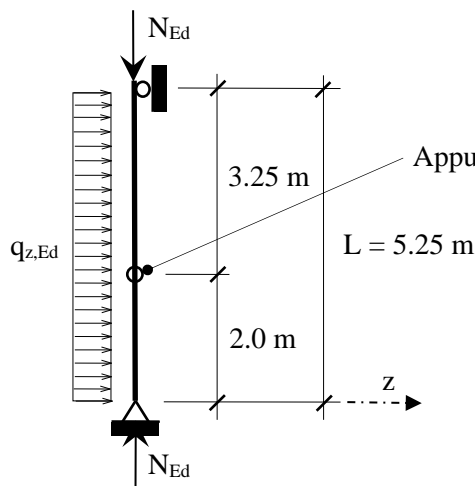


Figure 2 – Système statique et charges du montant

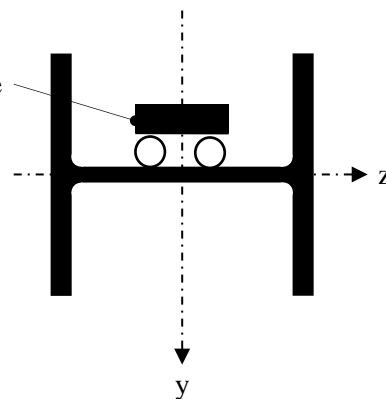


Figure 3 – Définition des axes du profilé

Dans cet exercice, on modélise la traverse par une poutre simple (hypothèse simplificatrice). Les charges sollicitant la traverse sont présentées dans la figure 4. L'appui A représente la réaction du montant considéré. Le déversement est admis empêché.

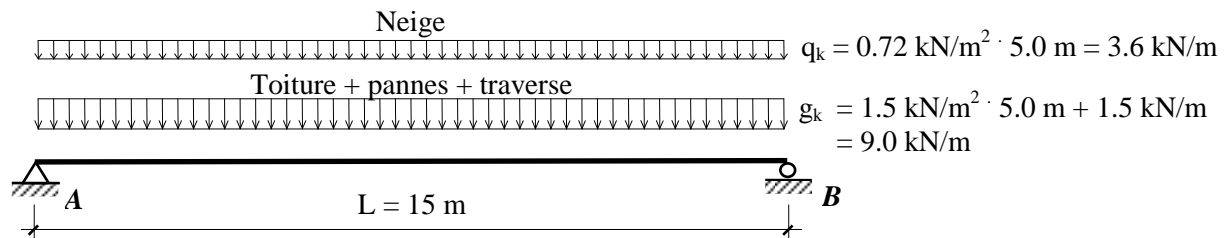


Figure 4 – Système statique et charges d'une traverse

Questions

1. Calcul de la résistance au flambage
 - 1.1 Déterminer les longueurs de flambage L_K autour de y et de z.
 - 1.2 Déterminer la charge de flambage critique d'Euler N_{cr} (valeur théorique) autour des axes y et z.
 - 1.3 Déterminer la valeur de calcul de la résistance au flambage $N_{K,Rd}$ (valeur réelle) autour des axes y et z.
 - 1.4 Proposer deux modifications pour augmenter $N_{K,Rd}$ et déterminer, pour chacune d'elles, le gain correspondant.
2. Vérification de la sécurité
 - 2.1 Déterminer la valeur de calcul de l'effort normal N_{Ed} dans le montant (sera fait au tableau).
 - 2.2 Vérifier le montant en admettant $q_{z,Ed} = 10 \text{ kN/m}$. Que peut-on dire du résultat de la vérification ? Pourquoi est-ce que les concepteurs ont utilisé des HEA 300 pour ce montant ?

Notes :

- Pour simplifier, ξ peut être admis égal à 1.0
- On ne vérifie pas par rapport à l'effort tranchant