

## EXERCICE 12n : VÉRIFICATION CADRE RIGIDE ET DÉVERSEMENT

### But

Comprendre la stabilité de cadre et le comportement d'une poutre au déversement.

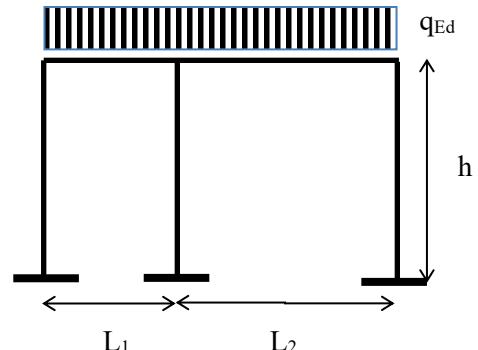
Savoir identifier les tronçons critiques et dimensionner une poutre au déversement et vérifier la stabilité.

### Références

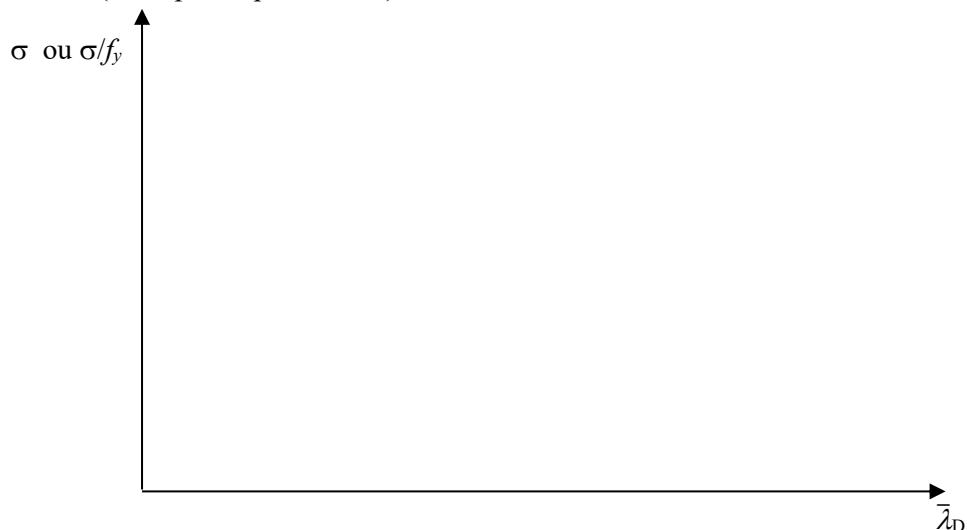
Chapitre 11 du TGC vol. 10.

### THEORIE

1. Lors des calculs de stabilité d'un cadre, il est souvent commode de recourir, en lieu et place d'imperfections d'aplomb  $\varphi$ , à un système équilibré de forces horizontales équivalentes. Donnez l'expression de la force horizontale équivalente pour le cadre ci-contre et les charges qui agissent sur ce dernier, ceci en remplaçant  $\varphi$  par sa valeur selon la SIA 263.



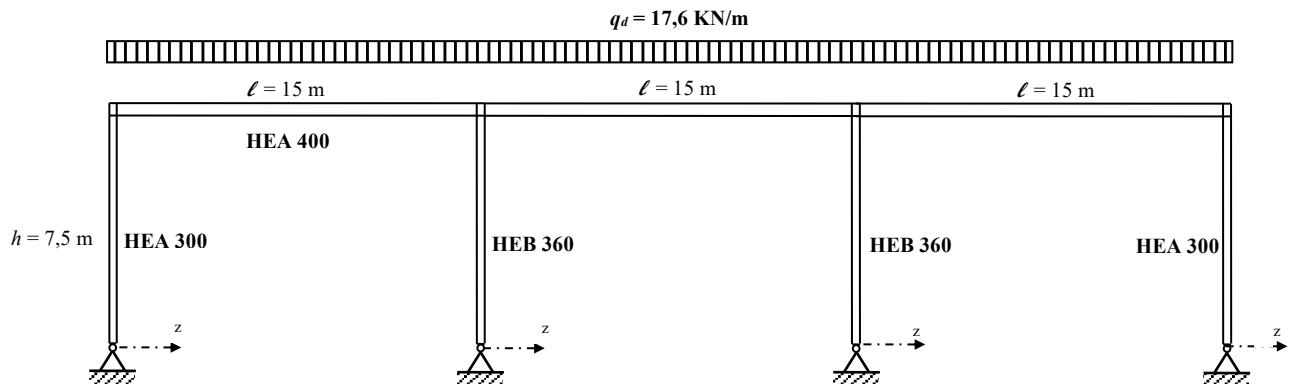
2. Ecrivez l'expression générale, et décrivez-en les termes, pour la vérification d'un profilé soumis à une interaction  $N$ ,  $M_y$  et  $M_z$  dans le cas où ni le flambage, ni le déversement, ne sont empêchés.
3. Sur le graphique ci-dessous, avec axes normalisés ou non, dessinez schématiquement la courbe de déversement élastique ainsi que celle de résistance ultime ou déversement, en indiquant les valeurs significatives (axes, points particuliers).



## PROBLEME 1

### Donnée

Soit un cadre de halle à 3 baies, avec des articulations aux pieds des montants et des angles rigides. Il est sollicité par une charge répartie  $q_d$  appliquée sur la traverse. Les dimensions, le type de profilés des éléments du cadre, le système statique ainsi que les charges de calcul sont présentés dans la figure 1. Tous les éléments sont en acier S 235.



**Figure 1 – Système statique, charges, dimensions du cadre et définition des axes du profilé**

### Questions

Note : on admet que le déversement de la traverse et des montants est empêché, de même pour le flambage hors-plan.

1. Déterminer à l'aide de l'abaque pour cadre (TGC11, fig. 11.27 ou S2S C4 p. 20) les longueurs de flambage  $h_K$  pour chaque montant du cadre.
2. Déterminer la charge critique de flambage élastique  $N_{cr}$  de ces montants.
3. Déterminer s'il s'agit d'un cadre souple ou rigide et ainsi la méthode de calcul à appliquer pour le dimensionnement des éléments du cadre.
4. Effectuer la vérification de la sécurité structurale des montants de bord. Le moment à l'angle de cadre  $M_{Ed}$  vaut  $q_d \cdot l^2 / 40$ , l'effort normal  $N_{Ed}$  vaut  $0,4 \cdot q_d \cdot l$ .

## PROBLEME 2

### Donnée

Les traverses de cadres de la halle sont des poutres continues sur quatre appuis dont les membrures supérieures sont tenues latéralement tous les 2.5 m par des pannes (figures 2 et 3). Dans la travée centrale, le tirant soutenant le porte-à-faux sollicite ponctuellement la traverse. La situation de risque déterminante pour le dimensionnement de la traverse a été préalablement déterminée. Il s'agit de la situation de risque "charge utile sur la dalle prépondérante".

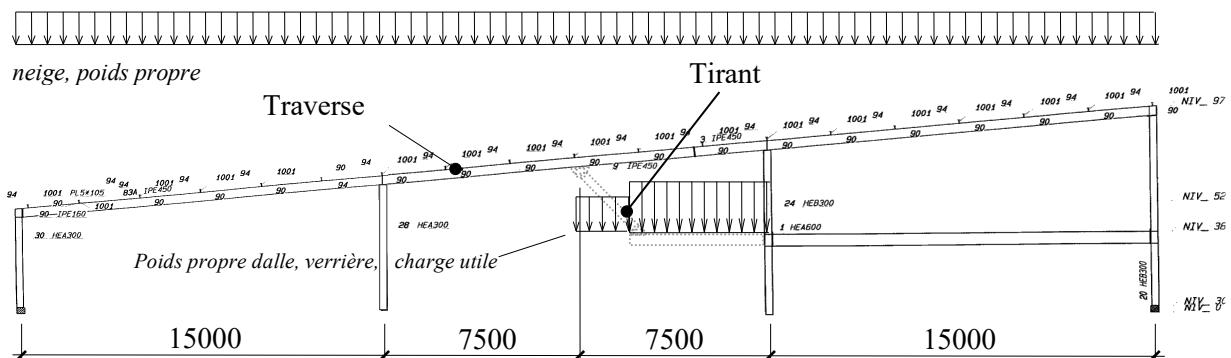


Figure 2 – Elévation de la halle et charges

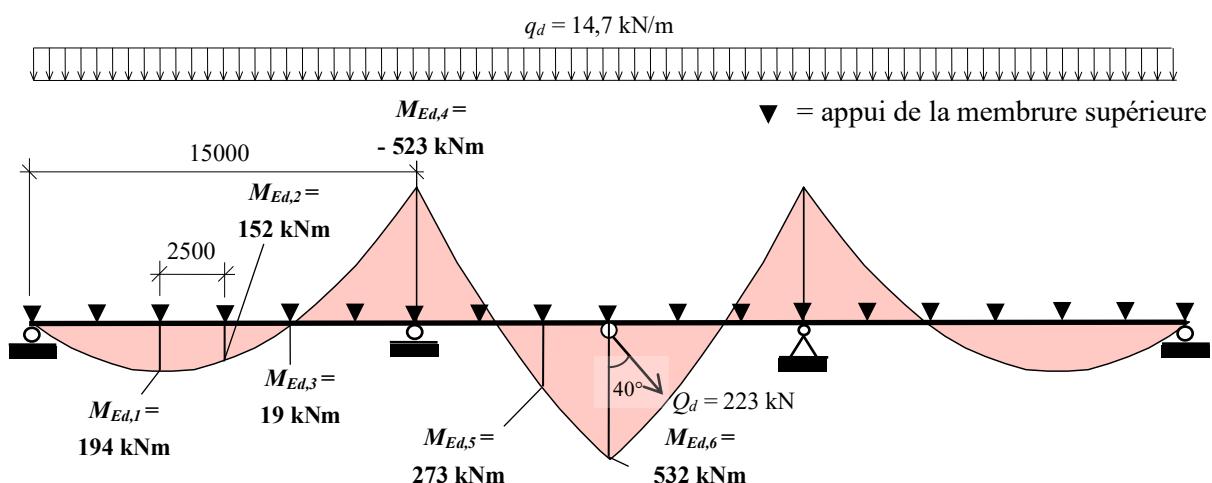


Figure 3 – Diagramme des moments élastiques et charges de calcul

Le diagramme des moments relatifs à cette sollicitation se trouve dans la figure 3. Il correspond à la superposition des efforts intérieurs dus à la charge répartie  $q_d$  en toiture et à la charge ponctuelle  $Q_d$  provenant du tirant.

Note : Dans l'exercice E8, les traverses de la halle, des IPE 450 S235, avaient été renforcées avec des semelles de renfort pour assurer une résistance en flexion suffisante. Nous n'allons pas reprendre ce profilé.

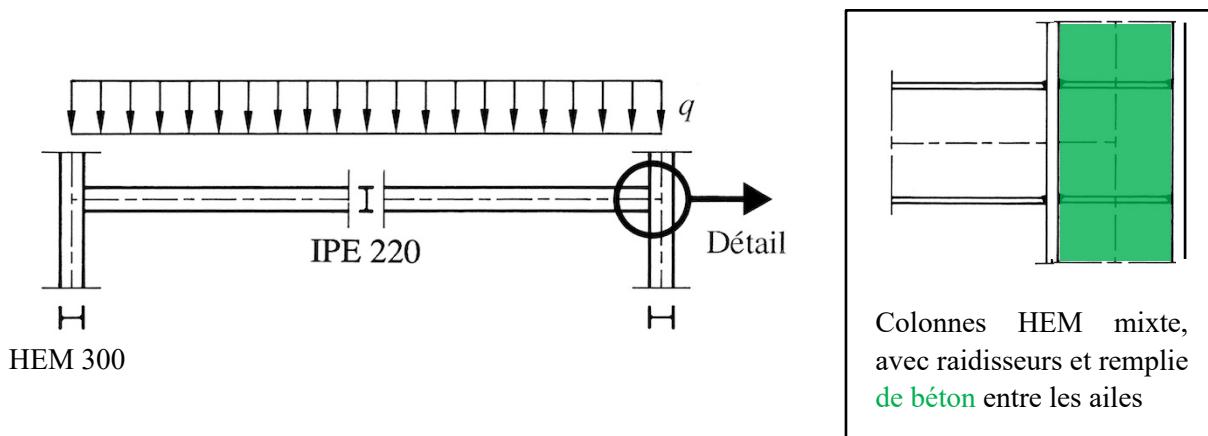
## Questions

1. Définir les tronçons déterminants pour la vérification de la traverse.
2. Choisir un profilé standard dans la gamme IPE (sans renforcement) en acier S235 au moyen d'un prédimensionnement.
3. Vérifier l'un des tronçons déterminants à la sécurité structurale (sans considérer l'effort tranchant) à l'aide de la SIA 263.

## PROBLEME 3 LTBEAM (FACULTATIF)

### Donnée

Soit l'exemple 11.1 du TGC 10, c'est à dire une poutre constituée d'un IPE 220 d'une portée de 5.00 m liée de part et d'autre à des colonnes. Contrairement au TGC, les colonnes sont plus conséquentes, des HEM, avec des soudures pleine pénétration, des raidisseurs, et remplies de béton, donc rigides (voir figure 1). La poutre est soumise à une charge uniformément répartie que l'on supposera appliquée au centre de cisaillement de la section.



**Figure 1 – Système statique, chargement détail des assemblages**

### Questions

1. Calculer  $M_{cr,D}$  avec la méthode du TGC10, en admettant conservativement  $k_\varphi = 1$ .
2. Comparer la valeur obtenue avec celle de l'exemple correspondant du TGC 10, chap. 11.
3. Pourquoi ne peut-on pas effectuer ce calcul avec la méthode de l'annexe B de la SIA 263 ?
4. Calculer  $M_{cr,D}$  avec le logiciel LTBeam pour les cas suivants :
  - a.  $z_a = 0$  et gauchissement libre ( $k_\varphi = 1$ )
  - b.  $z_a = 0$  et gauchissement empêché
  - c.  $z_a = 110\text{mm}$  et gauchissement empêché.
  - d. Comparer les valeurs avec celle du cas bi-encastré du TGC10, et celle obtenue précédemment avec les formules.