

EXERCICE 2: TIRANT ET VERIFICATION EN SECTION

But

Comprendre le comportement à la traction d'un profilé métallique ainsi que l'influence des contraintes résiduelles.

Effectuer la vérification de la résistance en section sous des sollicitations combinées d'effort normal et de moments de flexion.

Références

Chaps. 3 et 4 du TGC vol. 10

THEORIE

1. Donnez deux critères pour choisir la qualité d'un acier.
2. Dessinez les courbes de trempe et revenu d'un acier. Résumer ces traitements et leur utilité.
3. Pour les 3 sections laminées suivantes, dessiner qualitativement l'allure des contraintes résiduelles en justifiant brièvement. Dans quelle section seront-elles les plus importantes ?

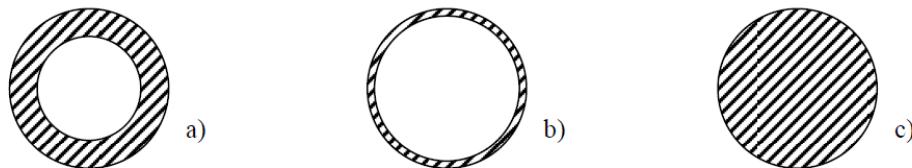


Figure 1 – Trois sections laminées rondes

4. Quelle importance ont les contraintes résiduelles pour le dimensionnement (dans quels cas, pour quelles vérifications) ?
5. Quel est le principe général de vérification de la sécurité structurale (R_k = résistance caractéristique) ?
 - a) $E_d \leq R_k$
 - b) $R_k \leq E_d / \gamma_M$
 - c) $\gamma_F E_d \leq R_k / \gamma_M$
 - d) $E_d \leq R_k / \gamma_M$
6. Citez 3 actions et 3 effets d'actions

PROBLEME 1

Donnée

Le maître d'ouvrage décide de réaliser une salle de réunion avec une grande verrière donnant sur les ateliers de la halle industrielle. On prolonge donc l'étage intermédiaire existant par un plancher mixte articulé aux montants et suspendu, par le biais de tirants, aux traverses. Ceux-ci sont non seulement sollicités par un effort normal, mais également par un moment de flexion induit par leur poids propre et le poids de la verrière qu'ils supportent.

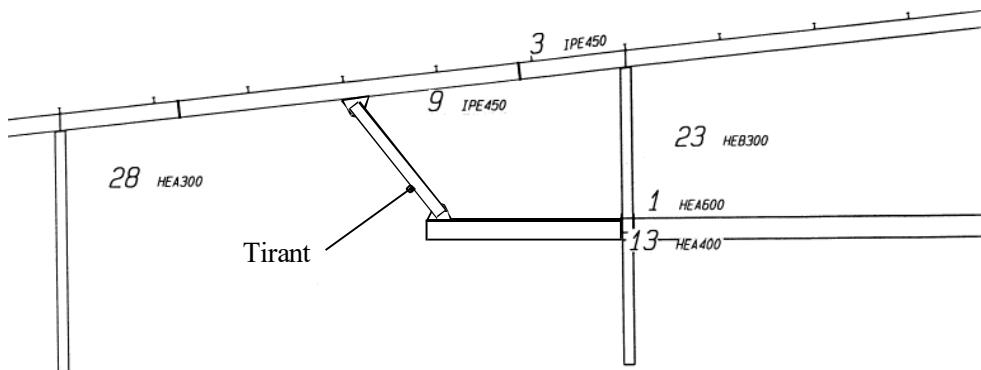


Figure 2 – Élévation de la halle dans la zone du tirant (1:200)

Nous allons étudier tout d'abord l'influence des contraintes résiduelles sur le comportement du tirant, donc sans tenir compte d'un facteur γ_{M1} . Puis nous allons le vérifier, donc utiliser $E_d \leq R_d$.

Soit un profilé métallique HEB 200 en S 235 (dimensions en annexe) de longueur $L = 5 \text{ m}$. Ce profilé est dans un état d'autocontraintes initial créé par des contraintes résiduelles de laminage. Pour ces dernières, on admet ici la répartition simplifiée illustrée à la page suivante.

Pour cet exercice (à part question 1), on néglige les congés de raccordement ; en compensation, l'aire de la section est déterminée comme $2 \cdot b \cdot t_f + (h - t_f) \cdot t_w$. La section A peut ainsi être subdivisée en trois parties (les surfaces sont admises distribuées le long des axes du profilé) :

- A₁ : partie de la section soumise à une contrainte valant $-f_y/3$
- A₂ : partie de la section soumise à une contrainte valant $-f_y/10$
- A₃ : partie de la section soumise à une contrainte valant $+f_y$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 = \text{l'aire idéalisée sans les congés de raccordement}$$

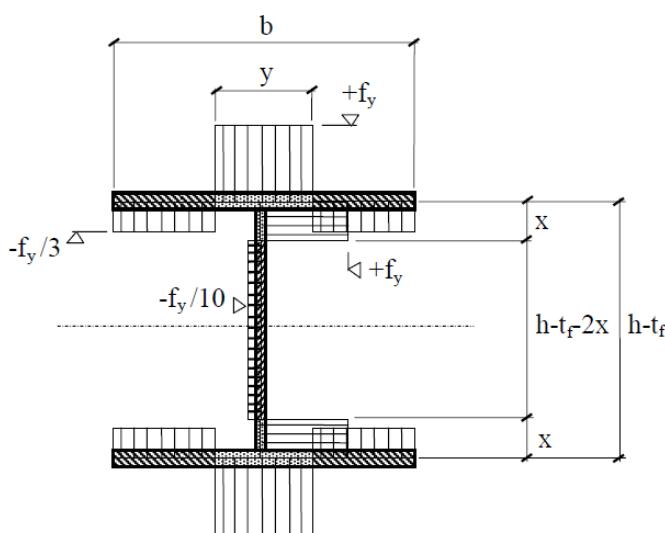


Figure 3 – Coupe du tirant avec la répartition des autocontraintes

Note : un extrait de la table SZS C5/18 avec les pages des profilés IPE, HEA, HEB est à disposition sur Moodle

Questions

1. Vérifier le profilé à la traction (selon les tables) sous un effort de $N_{Ed} = 436$ kN.
2. On néglige maintenant les congés. Calculez la valeur de N pour $\Delta L = 2$ mm, 5.6 mm et 9 mm en négligeant les contraintes résiduelles ainsi que l'écrouissage. Note : on se met au niveau caractéristique, aucun facteur partiel.
3. Esquissez le diagramme N- ΔL de ce profilé (réel et pour le calcul) en négligeant les contraintes résiduelles.
4. Déterminez la valeur des variables x et y pour la répartition des contraintes résiduelles proposée en admettant que les contraintes résiduelles sont en équilibre dans chaque plaque composant le profilé (détermination découpée de x et y).
5. Calculez la valeur de N pour $\Delta L = 2$ mm, 6.16 mm, 7.46 mm et 9 mm en tenant compte du diagramme des contraintes résiduelles proposé (mais en négligeant l'écrouissage).
6. Comparez à l'aide d'un graphique l'évolution de l'effort normal N en fonction de l'allongement ΔL pour les cas traités aux questions 1 (sans contraintes résiduelles) et 4 (avec contraintes résiduelles).
7. Esquissez l'allure des contraintes résiduelles telles qu'elles sont dans la réalité. Quelle est alors l'allure du diagramme N- ΔL ?
8. Vérification du tirant. Il est incliné et donc soumis aussi à un moment de flexion. Le tirant est toujours un HEB 200 en S 235, mais cette fois vous pouvez utiliser à nouveau les tables SZS. Vérifier la section la plus sollicitée du tirant, qui doit reprendre les efforts suivants :
 $N_{Ed} = 436$ kN
 $M_{y,Ed} = 8.8$ kNm
9. Optimisez la section de ce tirant (aire ou poids minimum) en utilisant un profilé de type IPE.