

Prof. Alain Nussbaumer

COURS CIVIL235, STRUCTURES EN MÉTAL

EXERCICE 7: EXEMPLE EXAMEN INTERMEDIAIRE

TYPE DE CONTRÔLE

Examen de 2h.

L'examen compte **53 points** au total et il se compose de deux parties dont voici la répartition des points :

- Partie théorique **20 points**
- Partie exercice **33 points**

La note maximale de 6.0 est obtenue avec 45 points.

DOCUMENTS AUTORISÉS

- Résumé sur une page A4 recto-verso
- Tables Szs et normes SIA

REMARQUE

Toutes vos réponses doivent être justifiées brièvement (par ex. avec référence de la formule SIA utilisée, ou pour à la table Szs avec la page, profilé, nuance, ... pour une valeur tirée d'un tableau), vos hypothèses indiquées et étayées.

Pour la partie théorique, pour ne pas perdre de temps, il y a la place pour répondre directement dans la donnée.

Nom :

Prénom :

Sciper :

Points :

NOTE :

PARTIE : THÉORIQUE (AU TOTAL 16 POINTS)

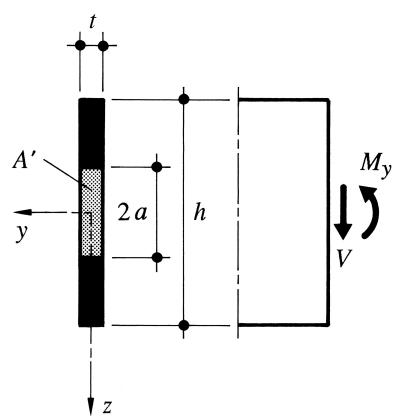
Pour la partie théorique, toutes les réponses doivent figurer sur les feuilles distribuées.

Question 1 (4 points)

Dans un profilé UNP soumis à la fois à un moment de flexion M et à un effort tranchant V , expliquer en vous servant de schémas comment sont repris les efforts selon chaque axe ?

Question 2 (4 points)

Soit une section rectangulaire soumise simultanément à un moment de flexion et à un effort tranchant. Soit A' la partie de la section dédiée à la reprise de l'effort tranchant. Démontrer la formule reproduite ci-après pour le moment plastique réduit plastique :



$$M_{y,pl,V} = f_y \cdot t \cdot \left(\frac{h^2}{4} - a^2 \right)$$

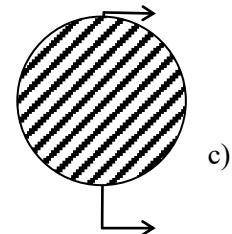
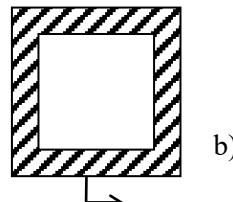
Question 3 (4 points)

Complétez la figure ci-dessous et servez-vous en pour expliquer la différence entre les méthodes de calcul EP et PP.



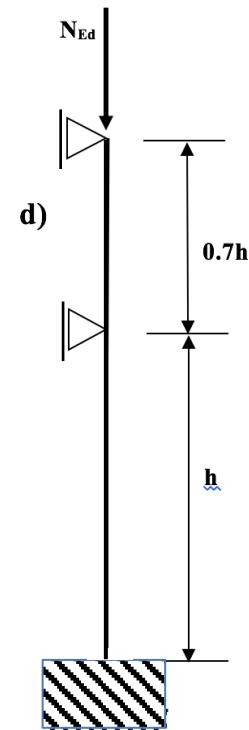
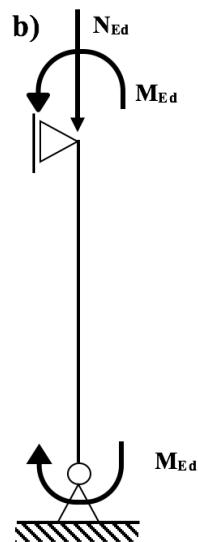
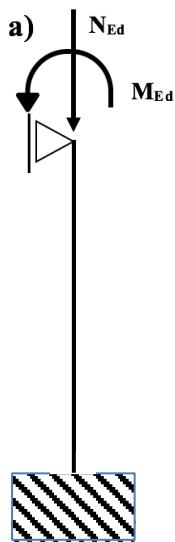
Question 4 (4 points)

Pour les 3 sections laminées suivantes (aucun oxycoupage), dessiner qualitativement selon les coupes indiquées l'allure des contraintes résiduelles en justifiant brièvement. Dans quelle section seront-elles les plus importantes ?



Question 5 (4 points)

Prenons le cas de plusieurs poteaux soumis à un effort de compression et un moment de flexion tel que représentés ci-dessous ; regardez bien les conditions d'appui. 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 ?



PARTIE EXERCICE : (AU TOTAL 33 POINTS)

PROBLEME 1 (13 POINTS)

Donnée

Soit une poutre simple de portée $l = 6.5$ m, sollicitée par un effort de traction N et une charge verticale uniformément répartie q (voir figure 1), dont les valeurs de calcul sont respectivement $N_{Ed} = 225$ kN et $q_{Ed} = 10$ kN/m.

Dimensionner cette poutre en choisissant un profilé laminé en double té de la série HEA en acier S 235 et vérifiez les différentes interactions. Utilisez la méthode EP et la formule la plus favorable pour les profilés laminés en double té bisymétriques. On ne tiendra pas compte dans le cas présent des éventuels problèmes de stabilité.

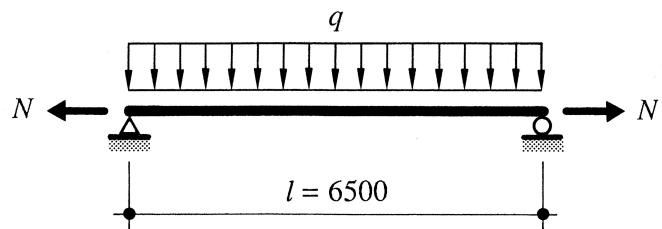


Figure 1 – Poutre simple sollicitée par un moment de flexion et un effort normal

PROBLEME 2 (20 POINTS)

Donnée

Soit la petite halle présentée à la Figure 2. On veut vérifier la traverse du cadre central. Les charges sont transmises aux traverses par le biais de pannes. Les pannes sont boulonnées sur l'aile supérieure des traverses, comme représenté à la Figure 1. Le système statique de la traverse peut être représenté par une poutre simple, sur laquelle s'appliquent des charges ponctuelles transmises par les pannes (cf. Figure 4). La traverse est un profilé laminé HEB 550, en acier S355. Le système statique des pannes peut être quant à lui être représenté par une poutre sur trois appuis (cf. Figure 3). Les poids propres des pannes et de la traverse sont négligés dans les vérifications de cet exercice. Après avoir considéré d'autres situations de projet, il apparaît que la situation de projet la plus défavorable correspond à des charges ponctuelles $(G + Q)_{Ed} = 420 \text{ kN}$.

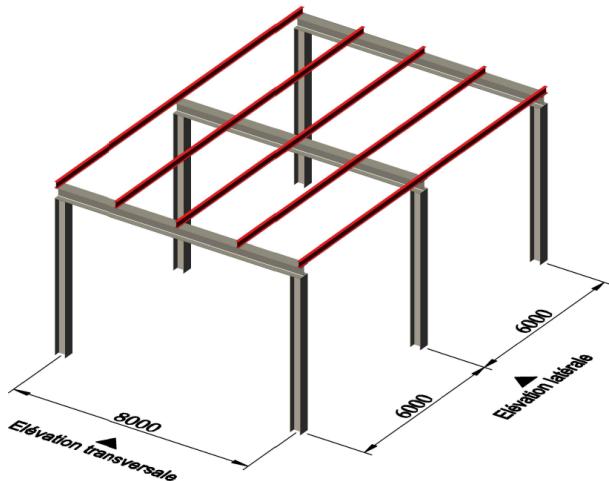


Figure 2 - Vue en 3D de la halle

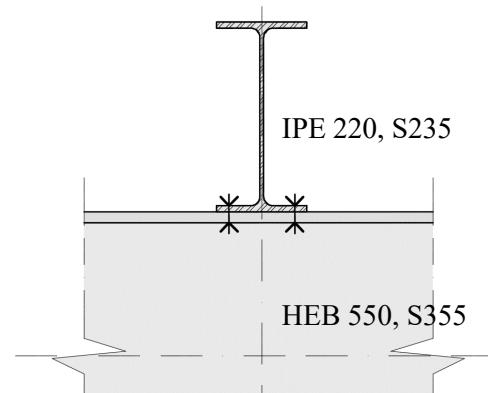


Figure 1 – Détail d'assemblage pannes / traverses

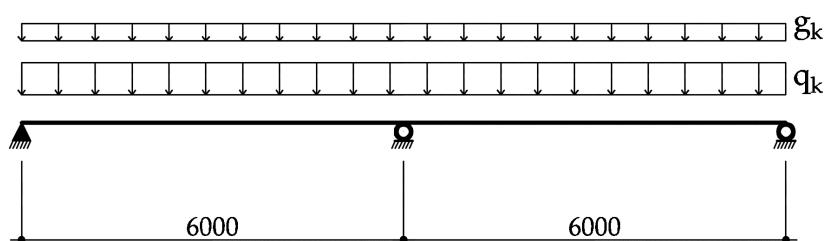


Figure 3 – Système statique des pannes (élévation latérale)

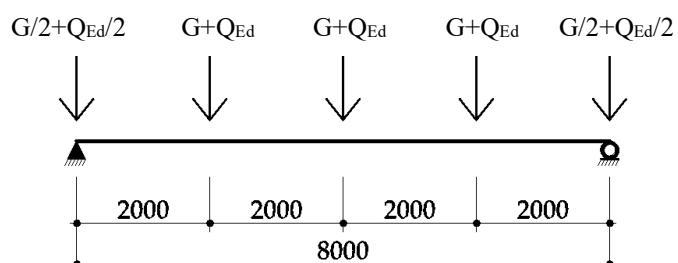


Figure 4 – Système statique des traverses (élévation transversale)

Questions

1. Vérifier la sécurité structurale de la traverse, en justifiant la méthode de calcul utilisée. Ne pas négliger les problèmes de stabilité. (10 points)
2. En admettant que les 5 charges ponctuelles introduites par les pannes peuvent être représentées par une charge uniformément répartie équivalente sur la traverse, vérifier l'état-limite de service (ELS), pour le cas de charge suivant (pour info, il s'agit d'un cas de charge quasi-permanent)
 $E_d, ELS = g_k + \psi_2 q_{k,neige}$
On admettra les charges suivantes $g_k = 10 \text{ kN/m}$ et $\psi_2 q_{k,neige} = 12.5 \text{ kN/m}$
La valeur indicative de flèche limite est donnée en annexe, SIA 260, Tableau 3 (5 points)
3. Considérer à présent les poids propres des pannes $g_{k1} = 5\% g_k$ et de la traverse, en assimilant à nouveau les charges des pannes à une charge répartie sur la traverse. La sécurité structurale est-elle vérifiée ?
Donner l'erreur commise en négligeant les poids propres. (5 points)

ANNEXES

Extrait SIA 260

Tableau 3: Valeurs indicatives des flèches des dalles et des poutres

État-limite	Conséquences des effets des actions		
	irréversibles	réversibles	réversibles
	Cas de charge		
	rare (20)	fréquent (21)	quasi permanent (22)
Aptitude au fonctionnement			
– Éléments incorporés à caractère fragile	$w \leq l/500$ ^{1) 2)} ₃₎	$w \leq l/350$ ^{1) 2)}	$w \leq l/350$ ⁴⁾
– Éléments incorporés à caractère ductile			
– Utilisation et exploitation			
Confort		$w \leq l/350$ ⁴⁾	
Aspect			$w \leq l/300$ ¹⁾
<p>¹⁾ Flèche, après déduction d'une éventuelle contreflèche. D'éventuels effets à long terme dus au retrait, à la relaxation ou au fluge doivent être pris en considération.</p> <p>²⁾ Flèche due aux actions, en particulier aux actions à long terme, après le montage des principaux éléments de construction non porteurs ou la mise en place de l'équipement technique.</p> <p>³⁾ Si des éléments incorporés réagissent de manière particulièrement sensible aux déformations de la structure porteuse, il faut prévoir avant tout des mesures constructives contre les dommages, en plus ou à la place des mesures découlant de la procédure de dimensionnement.</p> <p>⁴⁾ Flèche due uniquement aux actions variables.</p>			
<p>Les flèches doivent être déterminées selon les indications des normes SIA 262 à 266.</p> <p>Des valeurs limites différentes pour les flèches peuvent être acceptées en accord avec les exigences d'utilisation. Elles doivent être inscrites dans la base du projet. Des exigences réduites sont envisageables spécialement pour les éléments de construction secondaires.</p>			

TGC 10, fig. 5.4 : Diagramme pour le calcul de la flèche d'une poutre

