

Examen final - Micro-200: Conception de mécanismes I

DUREE TOTALE DE L'EXAMEN: 2H15Questions et Cahier de Réponses

	Q1	Q2	Q3	Total
Points totaux	16	22	6	44
Points obtenus				

Tableau ci-dessus réservé pour la correction. Ne rien y inscrire.

No SCIPER :	
Nom, prénom :	
Salle :	

N° Place abc

Informations importantes pour le déroulement du testAvant l'examen

- Placez votre carte d'étudiant devant vous pour le contrôle des présences.
- Les téléphones portables doivent être éteints et rangés dans vos sacs.
- Préparez votre table de travail. Seul matériel autorisé :
 - Stylos à encre bleue ou noire. **Le rouge et le vert sont réservés pour la correction.** Des points seront retirés pour l'utilisation du rouge ou du vert.
 - Le crayon est autorisé pour les dessins seulement.
 - Un formulaire manuscrit : une feuille recto-verso
 - Les calculatrices sans accès internet sont autorisées.

Durant l'examen

- Soignez votre écriture et vos dessins. Les éléments illisibles ne seront pas corrigés.
- Des feuilles supplémentaires sont disponibles auprès des assistants.
- Assurez-vous que toutes vos feuilles de réponses ont un numéro de page et votre nom.
- Levez la main si vous avez une question ou si vous voulez aller aux toilettes.
- À partir de 15 minutes avant la fin de l'examen, il est interdit de quitter la salle.
- Une fois l'examen terminé, posez votre stylo, restez assis et silencieux jusqu'à ce que toutes les copies soient collectées.

QUESTION 1 (Q1) – Flambage**(16 points)**

Une poutre de longueur L , d'épaisseur $2a$ et de largeur $4a$ est encastree, voir la Figure 1.1. La section de la poutre est illustree en Figure 1.2. Le materiau en bleu a un module de Young E . Les deux trous en blanc ont un diametre a .

Un support fixe (dessine en rouge) bloque le deplacement du milieu de la poutre dans la direction y .

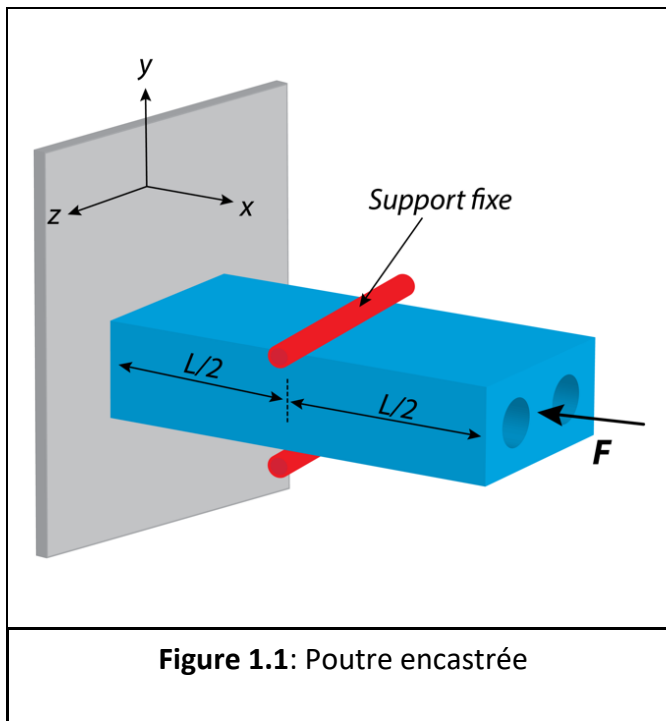


Figure 1.1: Poutre encastree

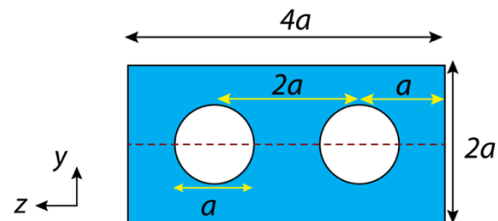


Figure 1.2: Section de la poutre pour questions a), b) et c)

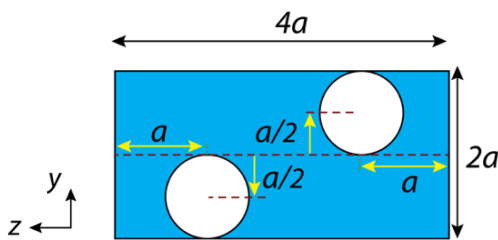


Figure 1.3: Section de la poutre pour question d)

a) (4 pts). Calculez les moments quadratiques $I_{z,y=y_0}$ et $I_{y,z=z_0}$ de la poutre pour une flexion autour des axes neutres.

b) (4 pts).

- Calculez la force critique pour le flambage F_{cr1}
- Donnez le plan de flambage.

c) (4 pts). La contrainte pour la rupture du materiau est $\sigma_{yield} = E/4$.

La longueur est $L = 4\pi a$.

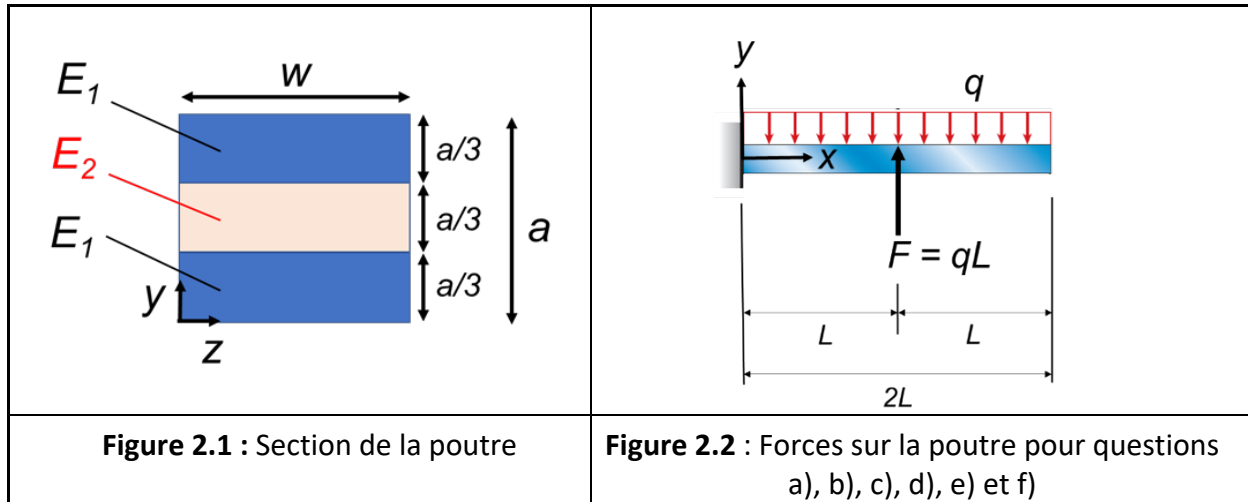
- Avec un facteur de securite de 2, quelle est la force F_{mat} pour une rupture du materiau (s'il n'y a pas de flambage)?
- Avec un facteur de securite de 2, quelle est la force critique F_{cr2} pour le flambage?

d) (4 pts). Les trous sont maintenant decalés de $+a/2$ et $-a/2$ sur l'axe y (voir la Figure 1.3).

- Calculez la force critique de flambage F_{cr3}
- Donnez le plan de flambage.

QUESTION 2 (Q2) – Flexion d'une poutre composite**(22 points)**

Une poutre composite de longueur $2L$ est constituée de deux matériaux de module de Young E_1 et E_2 , avec $E_1 > E_2$. La section de la poutre est donnée en Figure 2.1. La poutre est encastree, voir la Figure 2.2. Une force distribuee q est imposee sur toute la poutre. Une force ponctuelle $F = qL$ est appliquee en $x = L$.



- (2 pts). Dessinez le diagramme des forces de la poutre. Trouvez toutes les forces et tous les moments de reaction sur la poutre. Est-ce que la poutre est statiquement indeterminee ?
- (4 pts). Trouvez le moment de flexion interne $M_z(x)$. Pour quelle valeur de x est-ce que $M_z(x)$ est maximum ? Quelle est la valeur de $M_z(x)$ en ce point ?
- (1 pt). Donnez la position de l'axe neutre y_0 dans le systeme de coordonnees de la Figure 2.1.
- (3 pts). Calculez la rigidite en flexion $\langle EI_z \rangle$ en fonction de a , w , E_1 et E_2
- (4 pts). Donnez l'expression de la fleche $y(x)$ de la poutre en fonction de: la coordonnee x , la rigidite en flexion $\langle EI_z \rangle$, la longueur de la poutre L , et la charge distribuee q . Vous pouvez utiliser les formules du Tableau 2.4 (page suivante).
- (4 pts). Exprimez et dessinez la contrainte $\sigma_x(y)$ a $x = 0$ en fonction de y . Donnez votre reponse en fonction de y , a , w , E_1 , E_2 , $\langle EI_z \rangle$, L , et q .

Une force horizontale supplementaire F_2 de magnitude $3qL$ est maintenant appliquee sur l'extremite libre de la poutre, comme indique dans la Figure 2.3, page suivante.

- (4 pts). Exprimez et dessinez la contrainte $\sigma_x(y)$ a $x = 0$ en fonction de y . Donnez votre reponse en fonction de y , a , w , E_1 , E_2 , $\langle EI_z \rangle$, L , et q .

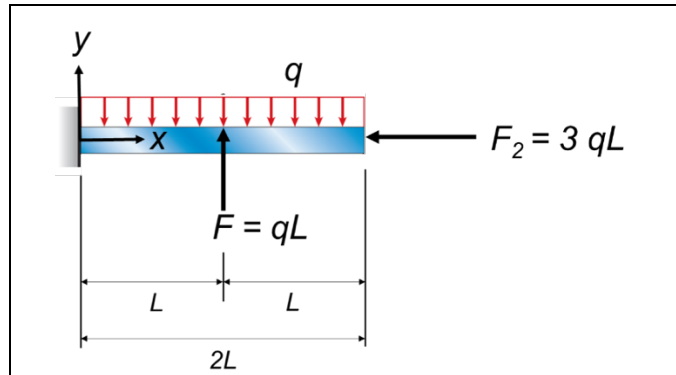


Figure 2.3: Forces sur la poutre pour question g)

	$v = \text{flèche de la poutre en } y \text{ (positif vers le haut)}$
	$v = -\frac{qx^2}{24EI}(6a^2 - 4ax + x^2) \quad (0 \leq x \leq a)$ $v = -\frac{qa^3}{24EI}(4x - a) \quad (a < x \leq L)$
	$v = -\frac{qx}{24EI}(L^3 - 2Lx^2 + x^3)$
	$v = -\frac{Px}{48EI}(3L^2 - 4x^2) \quad \left(0 \leq x \leq \frac{L}{2}\right)$
	$v = -\frac{M_0x^2}{2EI} \quad (0 \leq x \leq a)$ $v = -\frac{M_0a}{2EI}(2x - a) \quad (a < x \leq L)$
	$v = -\frac{Px^2}{6EI}(3a - x) \quad (0 \leq x \leq a)$ $v = -\frac{Pa^2}{6EI}(3x - a) \quad (a < x \leq L)$

Tableau 2.4: Formules de déflexion de poutres.

Pour la poutre de la figure 3.1 :

- (1 pt) Dessinez le diagramme des forces de la poutre bleue
- (1 pt) Calculez le nombre de redondants
- (1 pt) Indiquez votre choix de redondants pour résoudre le problème
- (2 pt) Dessinez les systèmes isostatiques nécessaires
- (1 pt) Donnez les équations de compatibilité en fonction de la flèche ou sa dérivée à un/plusieurs points. Ne pas résoudre les équations de compatibilité, nous vous demandons simplement de les poser.

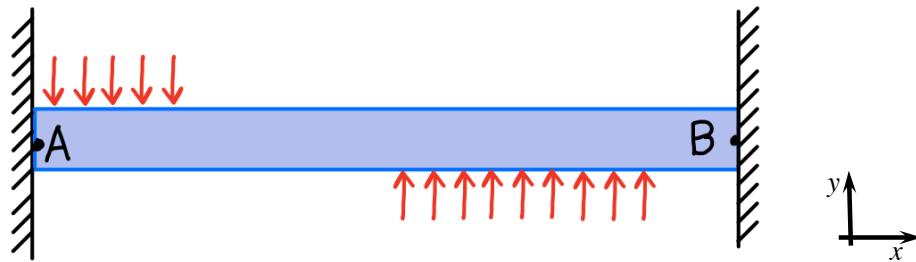


Figure 3.1 : La poutre est encastree en A et en B. Vous pouvez ignorer les forces de réaction A_x et B_x en $\vec{x}$.