Examen final - Micro-200: Conception de mécanismes I

DUREE TOTALE DE L'EXAMEN: 2H00

Questions et Cahier de Réponses

	Q1	Q2	Total
Points totaux	10	29	39
Points obtenus			

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

No SCIPER :	
Nom, prénom :	
Salle :	

N° Place

Informations importantes pour le déroulement du test

Avant 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 ramassées.

Nom : No SCIPER :

QUESTION 1 – Flambage d'une poutre *(10 points)*

Une poutre mono-matériau de longueur ***L*** est encastrée en A, voir la Figure 1.1. La section de la poutre est illustrée en figure 1.2. Pour cette section, nous avons $a < b$.

Une force axiale F est appliquée à l'extrémité de la poutre. Le module de Young de la poutre est E. La contrainte à la rupture du matériau est σ_{yield}.

- **Q1a)** (1 pt)
  - Où se situe l'axe neutre de la poutre ? Donner la valeur de y_0 dans le plan xy, et la valeur de z_0 dans le plan xz.
- **Q1b)** (3 pts)
  - Calculer les Moments quadratiques I_{y,z_0} et I_{z,y_0} de la poutre.
- **Q1c)** (6 pts)
  - Trouver la longueur L_1 pour laquelle la force F sera la même pour une défaillance par flambage et pour une défaillance par une rupture du matériau.
  - Exprimer L_1 en fonction seulement de a, b, σ_{yield}, et E.

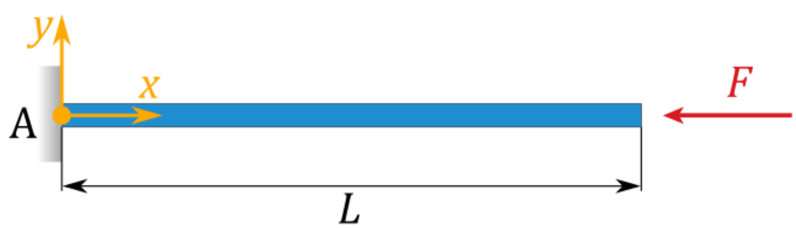


Figure 1.1: Poutre encastrée sujet à une force axiale F.

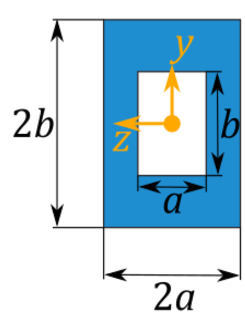


Figure 1.2: Section de la poutre. Le matériau est en bleu. La poutre est creuse.

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 1

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 1

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 1

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 1

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 1

Nom : No SCIPER :

QUESTION 2 – Poutre composite encastrée *(29 points)*

Une poutre composite de longueur $\boldsymbol{L}$ et de masse négligeable est encastrée en A, voir la Figure 2.1. Un support fixe en B bloque la translation de la poutre dans la direction *y* à une distance $l = \frac{4L}{5}$ de l'encastrement. La poutre est soumise à une force distribuée d'intensité f [N/m].

La section de la poutre est illustrée en figure 2.2. La poutre est composée de deux matériaux. Le matériau en vert a un module de Young $\boldsymbol{E_1}$. Le matériau en bleu a un module de Young $\boldsymbol{E_2} = \boldsymbol{2E_1}$.

L'axe neutre de la poutre composite se trouve à $y_0 = \frac{8a}{9}$ du bas de la poutre (voir système de coordonnées en figure 2.2).

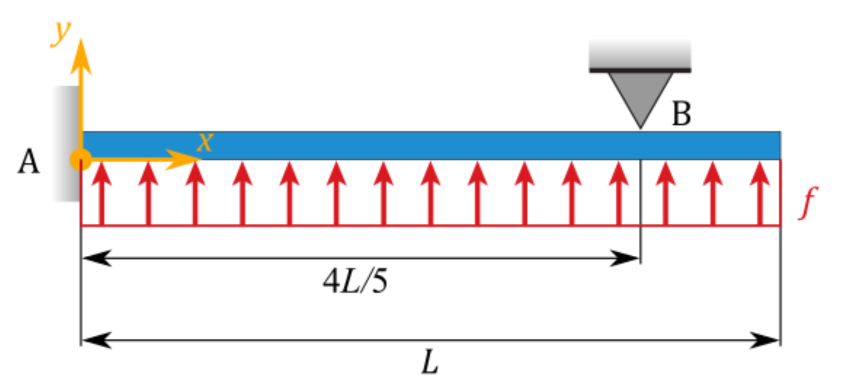


Figure 2.1: Poutre encastrée en $x = 0$, sujet à une force distribuée f. Un support en B bloque la translation en *y*.

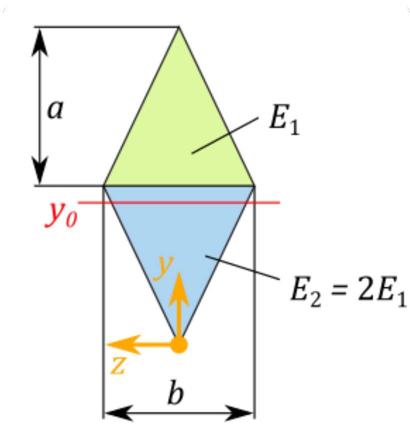


Figure 2.2: Section de la poutre composite.

Indice:

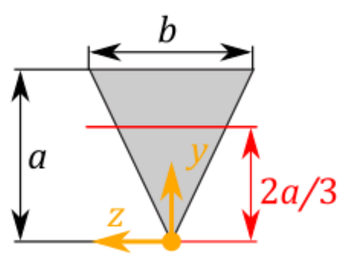


Figure 2.3: Le moment quadratique I_z d'une section triangulaire par rapport à l'axe neutre du triangle, qui est située à une distance $2a/3$ de l'origine, est $I_z = \frac{a^3 b}{36}$

Nom : No SCIPER :

- **Q2a)** (6 pts)
  - Calculer la rigidité en flexion $\langle EI_{z,y_0} \rangle$ de la poutre en fonction seulement de a, b, et E_1.
    Indice: Vous pouvez vous aider de la figure 2.3.

- **Q2b)** (14 pts)
  - Dessiner le diagramme des forces de la poutre
  - Identifier les inconnues. Indiquer le nombre d'équations de la statique
  - Calculer la flèche $w(x)$ le long de la poutre en fonction seulement de x, f, L, et $\langle EI_{z,y_0} \rangle$.
    Indice: Vous pouvez utiliser la superposition.

- **Q2c)** (9 pts)
  À $x = 0$ (c'est à dire à l'encastrement):
  - Trouver la contrainte maximale $|\sigma_x|$ dans la poutre en fonction seulement de $a, f, L,\ E_1$ et $\langle EI_{z,y_0} \rangle$.
  - La poutre est-elle en compression ou en traction au point où la contrainte $|\sigma_x|$ est maximale ? justifier votre réponse.

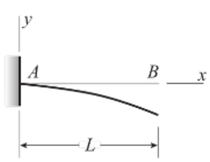
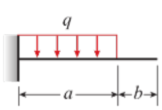
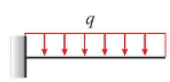
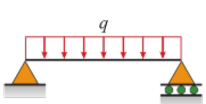
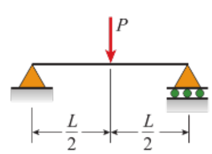
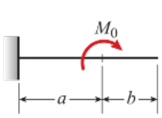
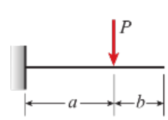
	v = flèche de la poutre en y (positif vers le haut)
 $v = -\frac{qx^2}{24EI}(6a^2 - 4ax + x^2) \quad (0 \le x \le a)$ $v = -\frac{qa^3}{24EI}(4x - a) \quad (a < x \le L)$	 $v = -\frac{qx^2}{24EI}(6L^2 - 4Lx + x^2)$
 $v = -\frac{qx}{24EI}(L^3 - 2Lx^2 + x^3)$	 $v = -\frac{Px}{48EI}(3L^2 - 4x^2) \quad \left(0 \le x \le \frac{L}{2}\right)$
 $v = -\frac{M_0 x^2}{2EI} \quad (0 \le x \le a)$ $v = -\frac{M_0 a}{2EI}(2x - a) \quad (a < x \le L)$	 $v = -\frac{Px^2}{6EI}(3a - x) \quad (0 \le x \le a)$ $v = -\frac{Pa^2}{6EI}(3x - a) \quad (a < x \le L)$

Tableau 2.4: Formules de déflection de poutres.

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 2

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 2

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 2

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 2

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 2

ESPACE POUR LA RESOLUTION DE LA QUESTION 2