

## Série 7a

### Question 7.1 – Axe neutre

Une poutre ABC de longueur  $L$  est encastrée au point A. La section transverse de la poutre est carrée.

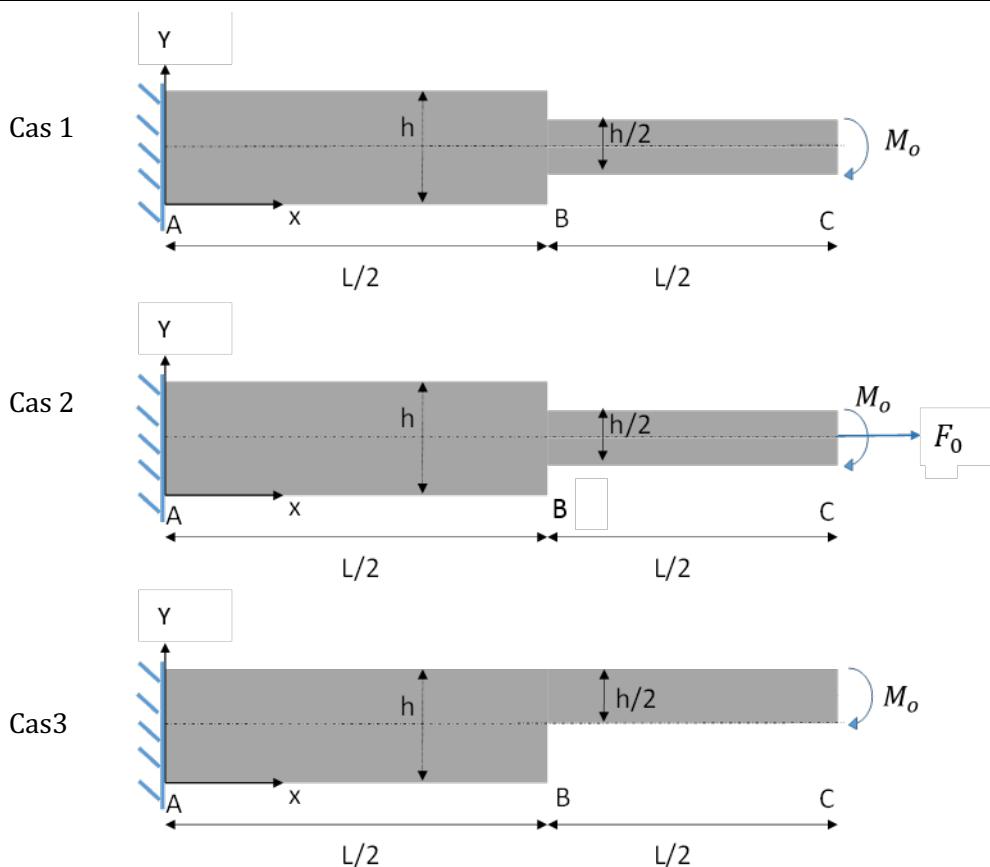
Un moment  $M_0$  est appliqué sur son extrémité libre (point C), comme illustré sur la Figure 7.1.

Pour le cas II, on impose en plus une axiale force  $F_0$ .

Pour les cas I, II et III, calculer :

- **La position de l'axe neutre  $y_0$**
- **L'emplacement et la valeur maximale absolue de la contrainte normale  $|\sigma_{max}|$**

-Indice pour cas 3 : chaque partie ( $x < L/2$ ,  $x > L/2$ ) de la poutre peut être analysée indépendamment



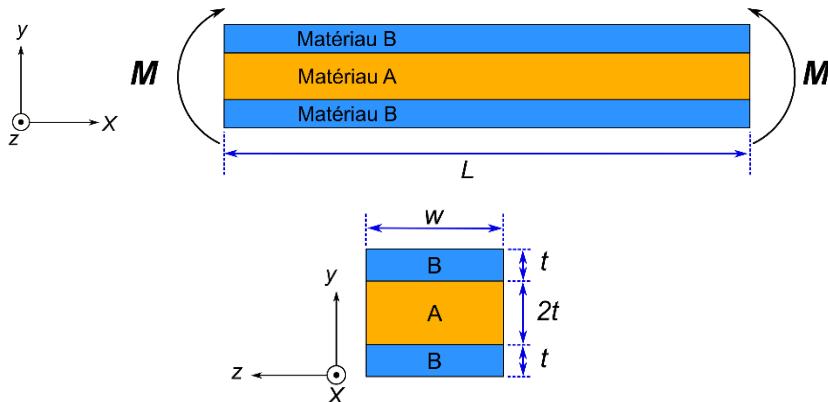
**Figure 7.1|** Une poutre encastrée de section carrée.

## Q7.2 Contrainte normale maximale

Une poutre composite est constituée de deux matériaux : A et B.

La poutre a une longueur  $L$ , largeur  $w$ , et épaisseur  $4t$ . Les matériaux A et B ont un module de Young  $E_A = 9E$  et  $E_B = 3E$ , des épaisseurs  $t_A = 2t$ , and  $t_B = t$ , voir la figure ci-dessous.

On impose un moment externe  $M$  selon l'axe z aux deux extrémités de la poutre, dans les sens dessinés ci-dessous. Aucune force externe et aucun autre moment externe ne sont imposés.



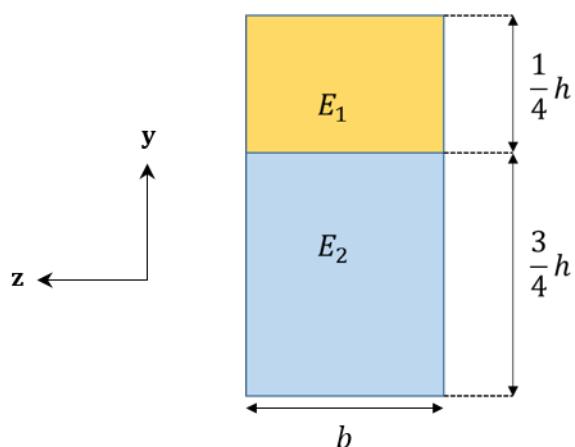
**Pour les questions A à E, donnez vos réponses en fonction de  $W$ ,  $L$ ,  $w$ , ou  $t$ .**

- A) Quelle est la distance entre l'axe neutre et bas de la poutre ? Indiquez l'axe neutre sur un dessin dans le plan  $xy$
- B) Calculez la Rigidité en flexion de la poutre  $\langle EI_{z,y0} \rangle$
- C) Calculez le rayon de courbure ( $\rho$ ) pour un moment de flexion  $M = 0.2Ewt^2$
- D) Trouvez les déformations relatives maximum et minimum  $\epsilon_{x,max-tension}$  et  $\epsilon_{x,max-compression}$  dans la poutre.
- E) Calculer la contrainte maximum en traction dans la poutre pour  $E = 100$  MPa et  $t = 10$  mm.
- F) Pour une position arbitraire  $x$  le long de la poutre, dessinez la contrainte  $\sigma_x$  en fonction de  $y$ . Indiquez où les contraintes en traction et compression sont maximum.

### Q7.3 Contrainte normale maximale

Une poutre, de largeur  $b$ , est composée de deux matériaux. La section est illustrée en Fig 7.3. Les modules de Young des deux matériaux sont  $E_1 = 300 \text{ GPa}$  et  $E_2 = 100 \text{ GPa}$ . On impose une courbure de la poutre de  $\kappa = 8/h \cdot 10^{-4}$ .

- a) Pour une position arbitraire  $x$  le long de la poutre, dessinez la contrainte  $\sigma_x$  en fonction de  $y$ . Indiquez où les contraintes sont maximum en traction et en compression.
- b) Quel est la valeur absolue de la contrainte normale maximale  $\sigma_x$  ?



**Fig 7.3 | Vue en coupe de la section de la poutre**

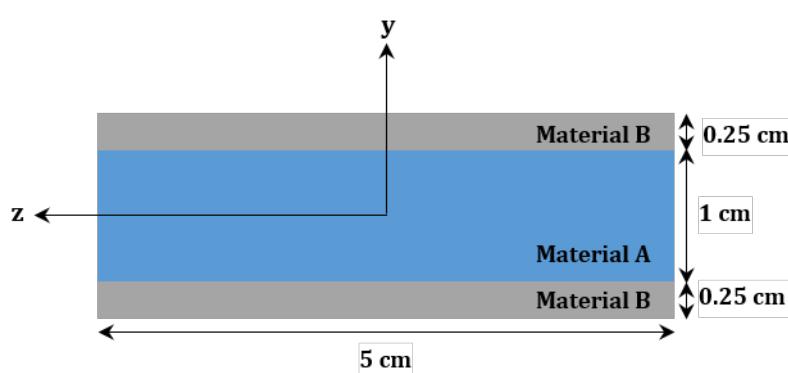
## OPTIONEL

### Q7.4 Question courte – Contrainte normale maximale

Une poutre composite, faite d'un panneau aggloméré (matériau A, en bleu) recouvert de deux parois en fibre de verre (matériau B, en gris), a une section telle qu'illustrée en Fig 7.4

La largeur de la poutre est 5 cm, l'épaisseur des parois est 0.25 cm, et l'épaisseur du panneau central est 1 cm. La poutre est soumise à un moment de flexion positif de 28 N.m selon l'axe z. Les modules de Young des deux matériaux sont  $E_A = 10 \text{ GPa}$  et  $E_B = 27.5 \text{ GPa}$ .

- Déterminez les contraintes normales maximales  $\sigma_A$  et  $\sigma_B$  dans les matériaux A et B
- Même question si on inverse les matériaux : plaque de fibre de verre au centre et deux panneaux d'aggloméré à l'extérieur



**Figure 7.4 | Vue en coupe de la section de la poutre composite**