

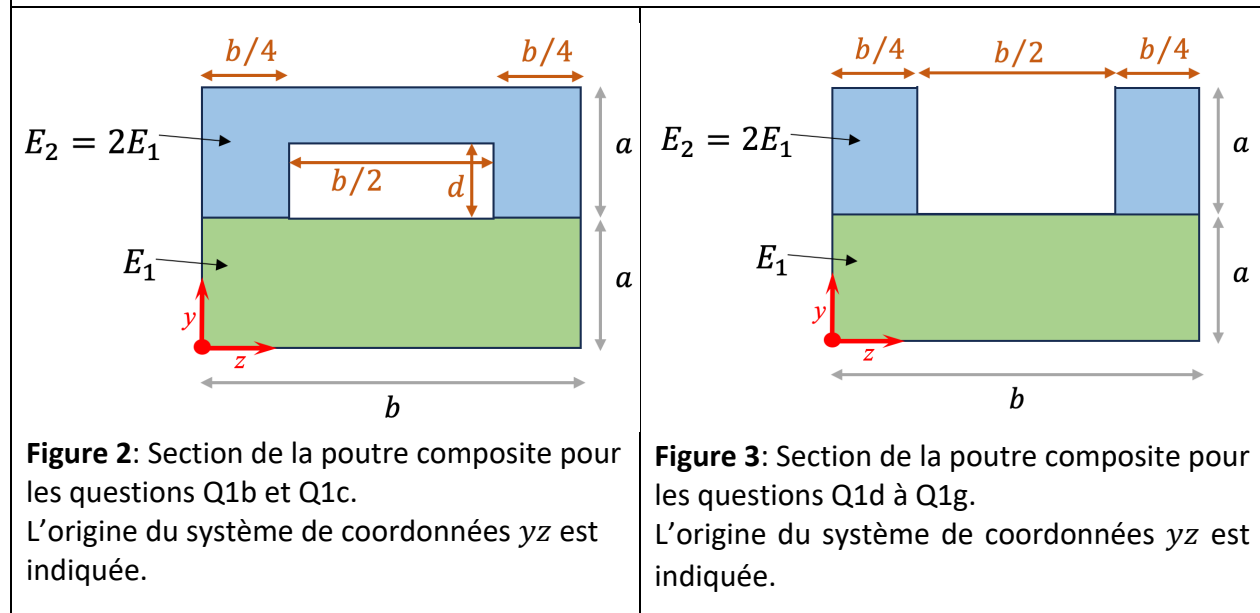
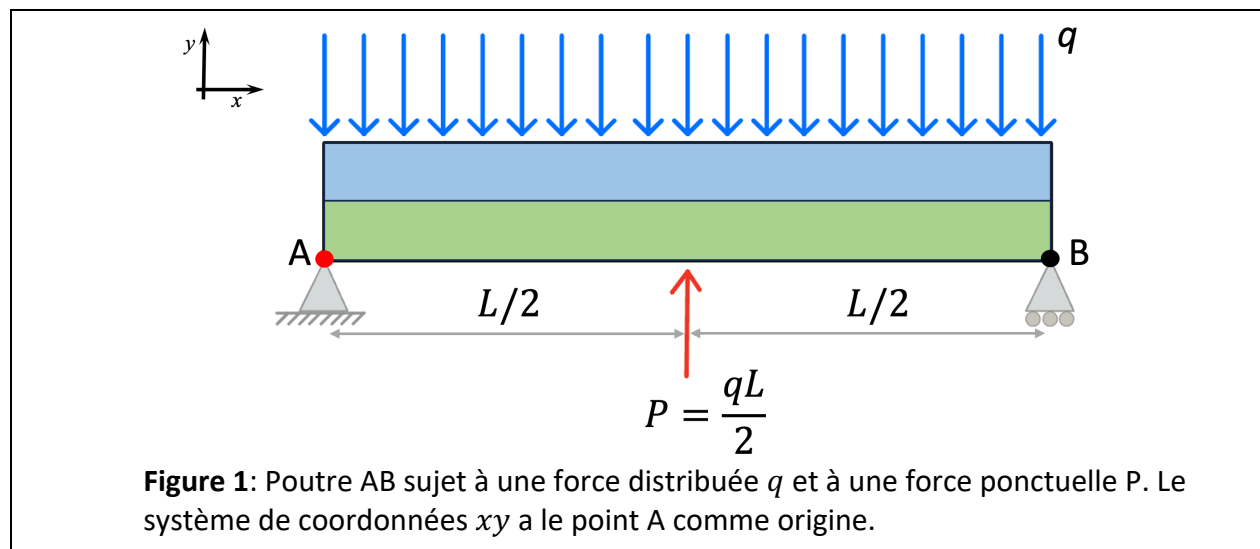
QUESTION 1 – Poutre Composite**(36 points)**

Une poutre composite de longueur L et de masse négligeable est supportée en A et en B, voir la **Figure 1**, qui est dessinée dans le plan xy . La poutre est soumise à une force distribuée d'intensité q [N/m] et à une force ponctuelle $P = qL/2$.

La poutre est composée de deux matériaux. Le matériau en vert a un module de Young E_1 . Le matériau en bleu a un module de Young $E_2 = 2E_1$. La section a une largeur b et une hauteur $2a$.

Pour les questions Q1b et Q1c, la section de la poutre est illustrée en **Figure 2**, dans le plan yz . Il y a un trou (vide) de largeur $b/2$ et de hauteur d .

Pour les questions Q1d à Q1g, la section de la poutre est indiquée en **Figure 3**, dans le plan yz .



➤ **Q1a) (4 pts)**

- Dessinez le diagramme des forces de la poutre AB (avec un système de coordonnées).
- Calculez toutes les forces et tous les moments de réaction sur la poutre.
- Est-ce que la poutre est statiquement indéterminée ?

Pour les deux questions suivantes (Q1b et Q1c), la section de la poutre est donnée en Figure 2.

➤ **Q1b) (7 pts)**

- Calculez la position de l'axe neutre y_0 en fonction de a , b , et d dans le système de coordonnées indiqué en Figure 2 (c'est-à-dire avec $y = 0$ en bas de la poutre).

➤ **Q1c) (2 pts)**

- Quelle doit être la valeur de d pour que $y_0 = a$? Justifiez votre réponse

Pour les questions suivantes (Q1d à Q1g), la section de la poutre a changé et est donnée en Figure 3 (dans le plan yz).

➤ **Q1d) (6 pts)**

- Calculer la rigidité en flexion $\langle EI_{z,y_0} \rangle$ de la poutre en Figure 3 en fonction seulement de a , b , et E_1 .
 - *Indice* : vous pouvez utiliser que $y_0 = a$

➤ **Q1e) (5 pts)**

- Calculer la flèche $w(x)$ le long de la poutre en fonction seulement de x , q , L , et $\langle EI_{z,y_0} \rangle$.
 - *Indice1*: Vous pouvez utiliser les formules dans le tableau annexé au formulaire.
 - *Indice2*: Vous pouvez utiliser le changement de variable $x \rightarrow (L - x)$ si le tableau ne donne la flèche que pour x entre 0 et $L/2$.

➤ **Q1f) (7 pts)**

- Trouvez le moment de flexion interne $M_z(x)$ le long de la poutre en fonction de: x , q et L .
- Pour quelle valeur (ou valeurs) de x est-ce que $|M_z(x)|$ est maximum ? (Justifier)
- Quelle est la valeur de $M_z(x)$ en ce point, en fonction de q et de L ?
 - *Indice* : vous êtes libre d'utiliser la méthode de votre choix pour trouver $M_z(x)$, mais la méthode des sections nous semble la plus simple pour ce problème.

➤ **Q1g) (5 pts)**

- à $x = L/4$, calculez la contrainte $\sigma_x(y)$. Donnez votre réponse en fonction de: $\{y, E_1, \langle EI_{z,y_0} \rangle, L, \text{ et } q\}$ ou de $\{y, E_1, \langle EI_{z,y_0} \rangle, \text{ et } M_z(x = \frac{L}{4})\}$. Travaillez dans le système de coordonnées de la Figure 3.
- Dessinez $\sigma_x(y)$ en fonction de y .
- Pour quelle valeur de y est-ce que $|\sigma_x(y)|$ est maximum ? Cette contrainte maximale (en valeur absolue) est-elle en traction ou en compression ? Justifier.