

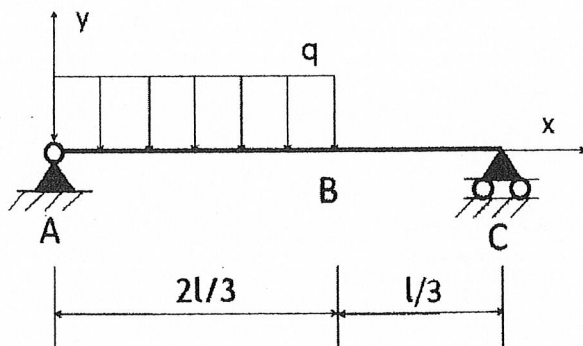
CONTROLE N°2 DE MECANIQUE DES STRUCTURES (MS1)

(Durée 2h – formulaire A4 autorisé)

Exercice 1 : questions de cours (3 points)

- 1.1. Sur un schéma, représenter les efforts internes s'exerçant sur une section droite d'une poutre à plan moyen chargée dans son plan. 1,5
- 1.2. Rappeler le théorème de Huygens et expliquer à quoi correspond chaque terme. Faire un schéma. 1,5

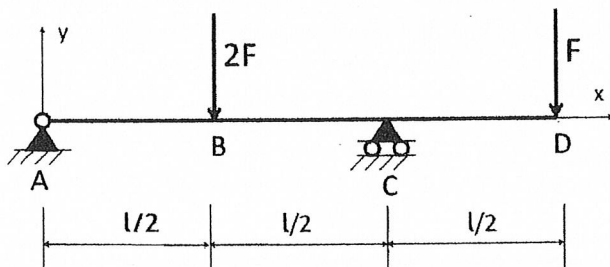
Exercice 2 (6 points)



Soit la poutre ci-contre :

- 2.1. Faire un schéma mécanique faisant apparaître les actions de liaison 0,5
- 2.2. Calculer les actions de liaison 1
- 2.3. Donner les équations de variation des efforts internes sur toute la longueur de la poutre 2,5
- 2.4. Tracer les diagrammes de variation des efforts internes 2

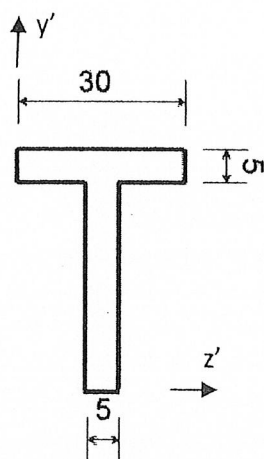
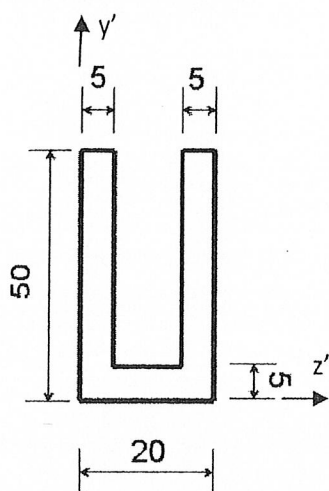
Exercice 3 (5 points)



Soit la poutre ci-contre :

- 3.1. Faire un schéma mécanique faisant apparaître les actions de liaison 0,5
- 3.2. Calculer les actions de liaison 1
- 3.3. Application numérique : $F=40 \text{ kN}$ et $l=8\text{m}$ 0,5
- 3.3. Calculer les moments fléchissants en A, B, C et D (littéralement ou numériquement, au choix) 1,5
- 3.4. Tracer le diagramme du moment fléchissant (littéralement ou numériquement, au choix) 1,5
- 3.5. En déduire le diagramme de l'effort tranchant (littéralement ou numériquement, au choix)

Exercice 4 (6 points)



Pour les deux sections ci-contre calculer :

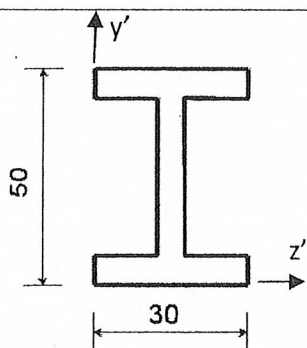
4.1. La position du centre de gravité

4,5

4.2. Le moment quadratique I_{Gz}

2,5

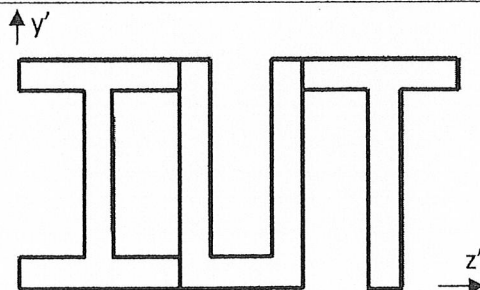
N.B. : on précise que I_{Gy} n'est pas demandé



Pour la section doublement symétrique ci-contre dont on donne le moment quadratique ($I_{Gz} = 179200 \text{ cm}^4$) :

4.3. Donner la position de son centre de gravité

0,5



1,5

Considérons maintenant la section ci-dessus composée des trois précédentes :

4.4. Calculer la position de son centre de gravité

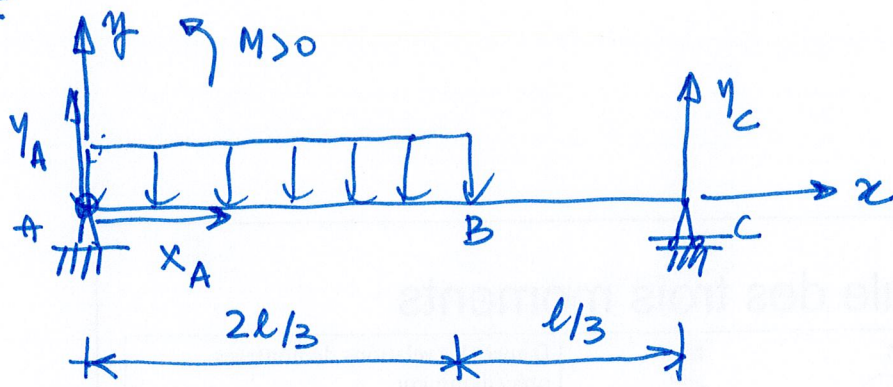
1,5

4.5. Calculer son moment quadratique I_{Gz}

1

Consignes : lire attentivement le sujet pour éviter de répondre à des questions non posées. Faire des schémas clairs en respectant les proportions. Préciser les actions de liaison externes. Mettre en valeur les réponses aux questions. Il sera tenu compte de la qualité de la présentation.

Exercice 2



$$\begin{cases} \sum X_i = 0 \Leftrightarrow X_A = 0 \\ \sum Y_i = 0 \Leftrightarrow Y_A + Y_C - \frac{2ql}{3} = 0 \\ \sum M_{z/A} = 0 \Leftrightarrow Y_C \times l - \frac{2ql}{3} \times \frac{l}{3} = 0 \Leftrightarrow \boxed{Y_C = \frac{2ql}{3}} \end{cases}$$

$$\boxed{Y_A = \frac{2ql}{3} - \frac{2ql}{3} = \frac{4ql}{3}}$$

Entre A et B

$$N_{xAB}(x) = 0$$

$$V_{yAB}(x) = -\frac{4ql}{3} + qx$$

$$M_{zAB}(x) = -\frac{qx^2}{2} + \frac{4ql}{3}x$$

$$\begin{cases} x_0 = \frac{4l}{3} \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_{zAB}(x_0) = \frac{q}{2} \times \left(\frac{4l}{3}\right)^2 \\ = \frac{8ql^2}{9} \end{cases}$$

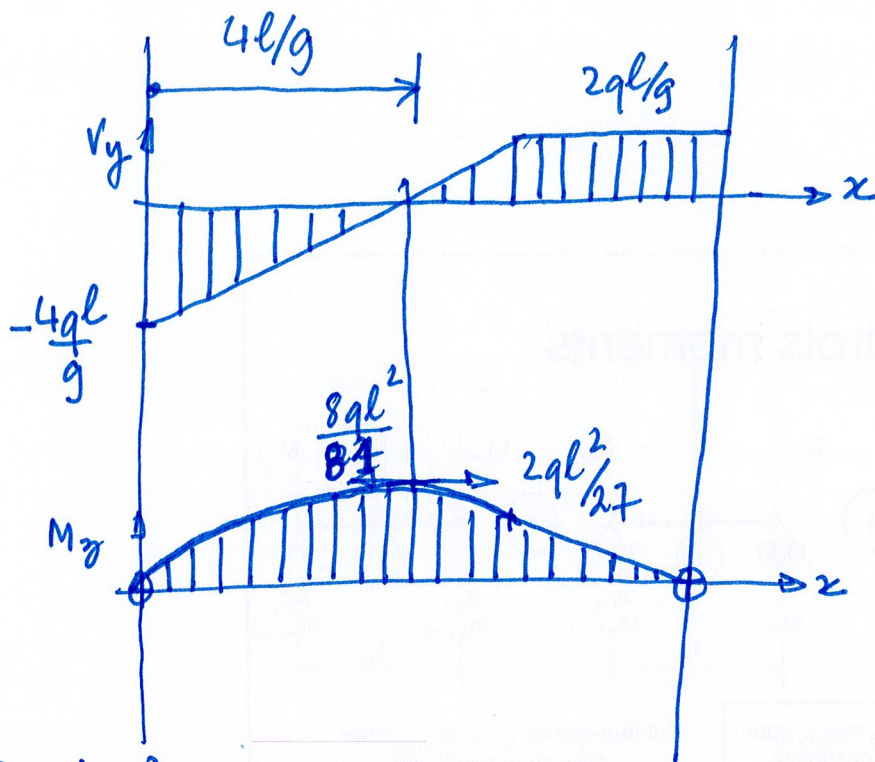
Entre B et C

$$N_{xBC}(x) = 0$$

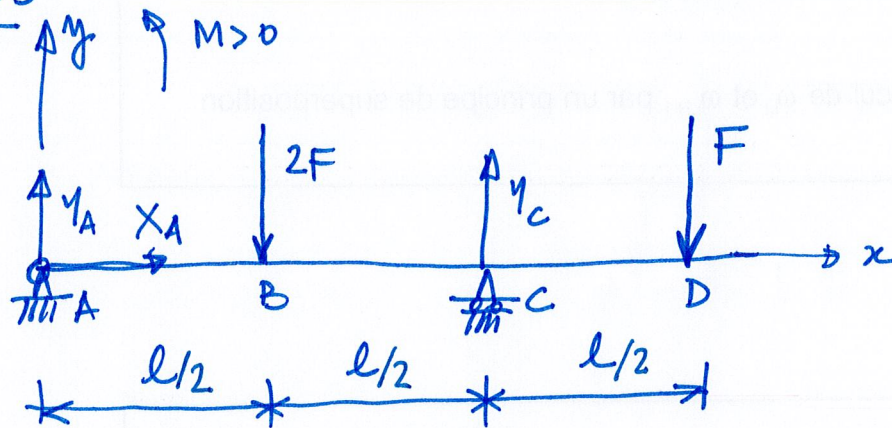
$$V_{yBC}(x) = +\frac{2ql}{3}$$

$$M_{zB} = \frac{2ql}{3} \left(l - \frac{2l}{3}\right)$$

$$M_{zBC}(x) = \frac{2ql}{3}(l-x) = -\frac{2ql}{3}x + \frac{2ql^2}{3} = \frac{2ql^2}{3}$$



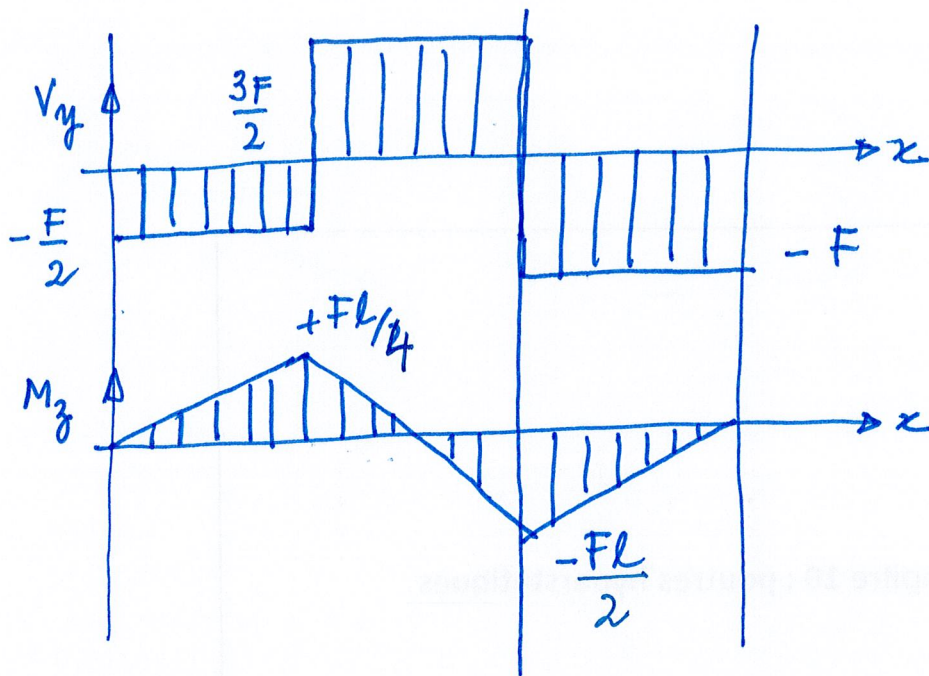
Exercice 3



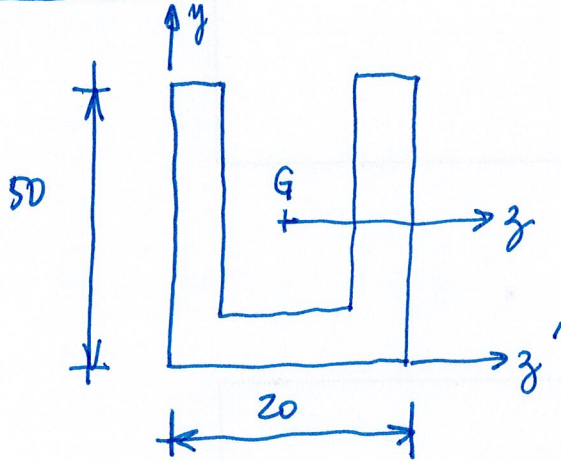
$$\text{PFS} \begin{cases} X_A = 0 \\ Y_A + Y_C - 3F = 0 \\ -2F \times \frac{l}{2} + Y_C \times l - F \times \frac{3l}{2} = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} Y_C = \frac{5F}{2} \\ Y_A = \frac{F}{2} \end{cases} \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_{zB} = \frac{Fl}{4} \\ M_{zC} = -Fl/2 \end{cases}$$

$$M_{zA} = M_{zD} = 0$$



Exercice 4 :



$$z'_G = 10 \text{ cm}$$

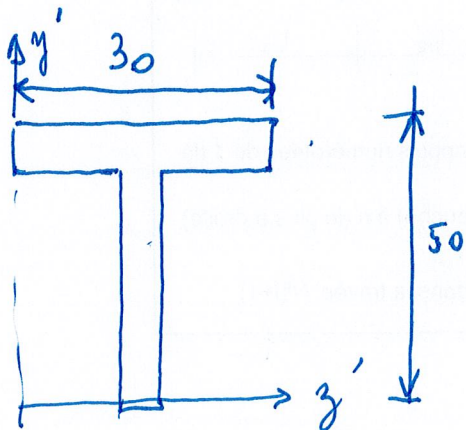
$$y'_G = \frac{50 \times 20 \times 25 - 45 \times 10 \times 27,5}{50 \times 20 - 45 \times 10}$$

$$y'_G = 22,9 \text{ cm}$$

$$I_{Gz} = \frac{20 \times 50^3}{12} + (50 \times 20) \times (25 - 22,9)^2 - \frac{10 \times 45^3}{12} + (45 \times 10) \times (27,5 - 22,9)^2$$

$$I_{Gz} = 212743 - 85459,5$$

$$I_{Gz} = 127283,8 \text{ cm}^4$$



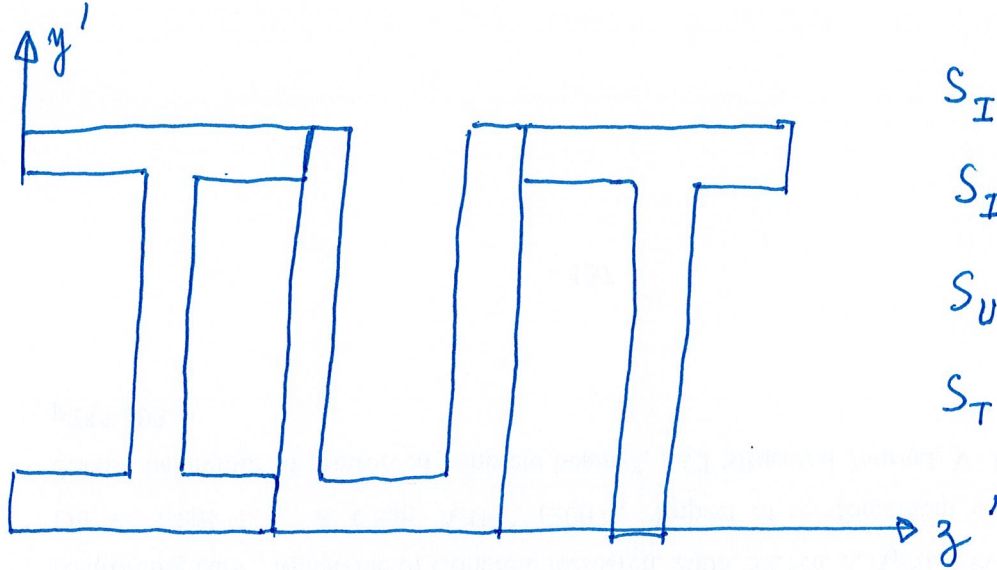
$$z'_G = 15 \text{ cm}$$

$$y'_G = \frac{30 \times 5 \times 47,5 + 45 \times 5 \times 22,5}{30 \times 5 + 45 \times 5}$$

$$y'_G = 32,5 \text{ cm}$$

$$I_{Gz} = \frac{30 \times 5^3}{12} + (30 \times 5) \times (47,5 - 32,5)^2 + \frac{5 \times 45^3}{12} + (5 \times 45) \times (32,5 - 22,5)^2$$

$$I_{Gz} = 34062,5 + 60468,75 + 15187,5 + 20250 = 110478,75 \text{ cm}^4$$



$$S_I = 30 \times 5 \times 2 + 40 \times 5$$

$$S_I = 500 \text{ cm}^2$$

$$S_U = 550 \text{ cm}^2$$

$$S_T = 375 \text{ cm}^2$$

$$z_G = \frac{15 \times 500 + 40 \times 550 + 375 \times 65}{500 + 550 + 375}$$

$$z_G = 37,8 \text{ cm}$$

$$y_G = \frac{25 \times 500 + 22,9 \times 550 + 32,5 \times 375}{500 + 550 + 375}$$

$$y_G = 26,2 \text{ cm}$$

$$I_{Gz} = 179200 + 500 \times (26,2 - 25)^2 \quad 179920$$

$$+ 127283 + 550 \times (26,2 - 22,9)^2 \quad + 133273$$

$$+ 94531 + 375 \times (26,2 - 32,5)^2 \quad + 109415$$

$$\boxed{I_{Gz} = 422608 \text{ cm}^4}$$