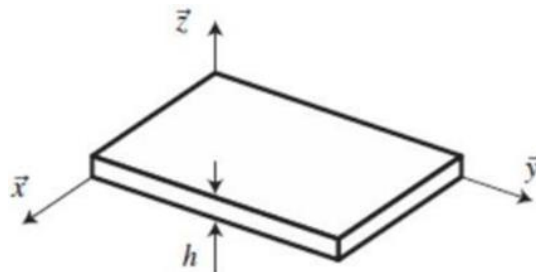


Département de Génie Mécanique  
 Matière : Résistance des matériaux  
 L2 (GM + CM)  
 Durée : 1h :30

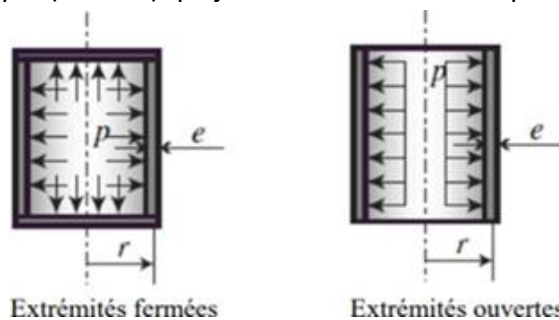
## Corrigé type d'examen final

### Questions de cours (06 points)

1. Les hypothèses de la résistance des matériaux sont :
  - ✓ Hypothèses sur le matériau. (0.5pt)
  - ✓ Hypothèses sur les déformations. (0.5pt)
  - ✓ Hypothèses de Navier-Bernoulli. (0.5pt)
  - ✓ Hypothèse de Barré de Saint-Venant. (0.5pt)
2. Le moment de torsion est positif :
  - ✓ Lorsqu'il tend à tourner la section dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (sens trigonométrique). (2pts)
3. Définitions :
  - ✓ Plaque : est un élément prismatique d'épaisseur  $h$  petite devant les deux autres directions de l'espace. Le plan moyen sera le plan  $(O, x, y)$ , le déplacement transverse étant la direction  $z$ . On suppose que l'hypothèse des petits déplacements vérifiée. (1pt)



- ✓ Coque : est un solide délimité par deux surfaces proches et approximativement parallèles. Elle est soit fermée sur elle-même, soit délimitée en outre par une surface périphérique (le bord) qui joint les deux surfaces principales. (1pt)



# Exercice 01 (7 pts)

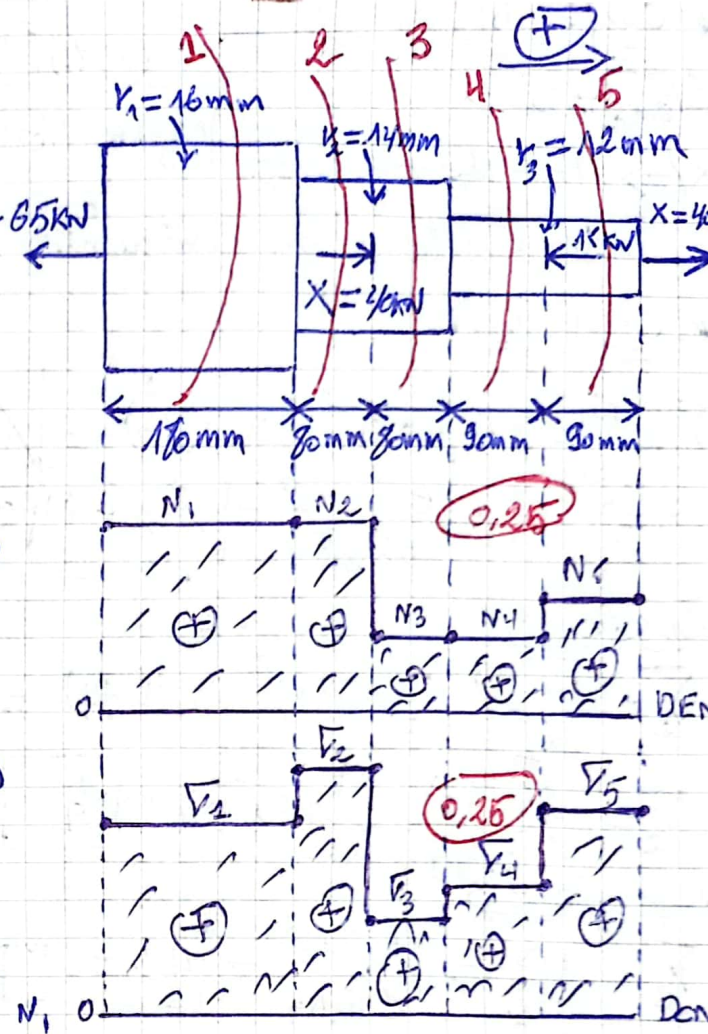
1. Calcule de la grandeur de la force axiale (X) pour assurer l'équilibre de la pièce :

$$\sum F_{ext} = 0$$

$$X \Rightarrow 2X - 65 - 15 = 0$$

$$\Rightarrow 2X = 80 \Rightarrow X = \frac{80}{2} = 40$$

**X = 40 kN (1)**



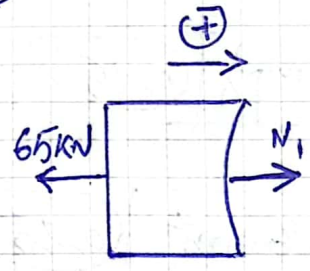
2. Détermination de diagramme des efforts normaux (DEN)

\* Coupe 01:

$$\sum F_{ext} = 0$$

$$N_1 - 65 = 0$$

$$\Rightarrow N_1 = 65 \text{ kN} \quad (0,25)$$

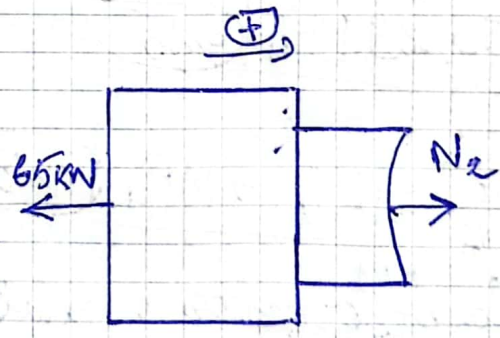


\* Coupe 02:

$$\sum F_{ext} = 0$$

$$N_2 - 65 = 0$$

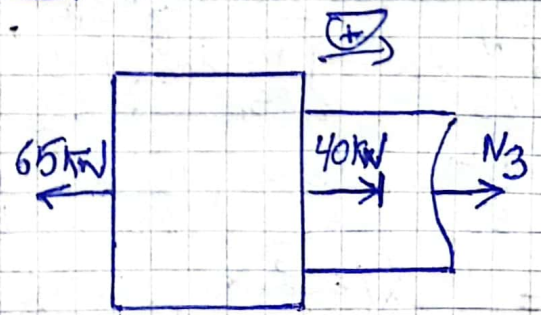
$$\Rightarrow N_2 = 65 \text{ kN} \quad (0,25)$$



\* Coupe 03:

$$\sum F_{ext} = 0$$

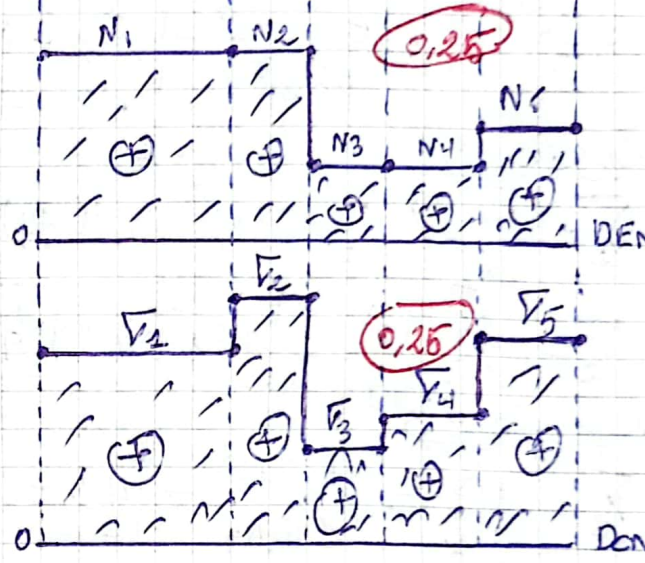
$$N_3 + 40 - 65 = 0 \Rightarrow N_3 = 25 \text{ kN} \quad (0,25)$$



\* Coupe 04:

$$\sum F_{ext} = 0$$

$$40 - 15 - N_4 = 0 \Rightarrow N_4 = 25 \text{ kN} \quad (0,25)$$



\* Coupe 05

$$\sum F_{ext} = 0$$

$$x/ \Rightarrow 40 - N_5 = 0 \Rightarrow$$

$$N_5 = 40 \text{ kN}$$



3. Détermination des contraintes normales (DCN):

\* Coupe 01

$$S_1 = \frac{N_1}{\sigma_1} \Rightarrow S_1 = \pi r_1^2 = \pi (16)^2 = 803,84 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_1 = \frac{65 \cdot 10^3}{803,84} = 80,86 \text{ MPa}$$

\* Coupe 02

$$S_2 = \frac{N_2}{\sigma_2} \Rightarrow S_2 = \pi r_2^2 = \pi (14)^2 = 615,44 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{65 \cdot 10^3}{615,44} = 105,61 \text{ MPa}$$

\* Coupe 03

$$S_2 = \frac{N_3}{\sigma_3} \Rightarrow S_2 = \frac{25 \cdot 10^3}{615,44} = 40,62 \text{ MPa}$$

\* Coupe 04

$$S_3 = \frac{N_4}{\sigma_4} \Rightarrow S_3 = \pi (12)^2 = 452,16 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_4 = \frac{25 \cdot 10^3}{452,16} = 55,29 \text{ MPa}$$

\* Coupe 05

$$S_3 = \frac{N_5}{\sigma_5} \Rightarrow S_3 = \frac{40 \cdot 10^3}{452,16} = 88,46 \text{ MPa}$$

4. Calcul de la déformation axiale totale tout au long de la barre

$$\Delta L = \int_0^L \frac{N}{ES} dx = \int_0^{L_1} \frac{N_1}{ES_1} dx + \int_{L_1}^{L_1+L_2} \frac{N_2}{ES_2} dx + \int_{L_1+L_2}^{L_1+L_2+L_3} \frac{N_3}{ES_2} dx + \int_{L_1+L_2+L_3}^{L_1+L_2+L_3+L_4} \frac{N_4}{ES_3} dx + \int_{L_1+L_2+L_3+L_4}^L \frac{N_5}{ES_3} dx$$

$$\Delta L = \frac{N_1 L_1}{ES_1} + \frac{N_2 L_2}{ES_2} + \frac{N_3 L_3}{ES_2} + \frac{N_4 L_4}{ES_3} + \frac{N_5 L_5}{ES_3}$$

$$\Delta L = \frac{1}{2 \cdot 10^5} \left( \frac{65 \cdot 10^3 \times 180}{803,84} + \frac{65 \cdot 10^3 \times 80}{615,44} + \frac{25 \cdot 10^3 \times 80}{615,44} + \frac{25 \cdot 10^3 \times 90}{452,16} + \frac{40 \cdot 10^3 \times 90}{452,16} \right) = 0,19 \text{ mm}$$

5. Calcul de pourcentage de l'allongement dans la barre:

$$A\% = 100 \times \frac{L_f - L_0}{L_0} = 100 \times \frac{\Delta L}{L} = 100 \times \frac{0,19}{520} = 0,03\%$$

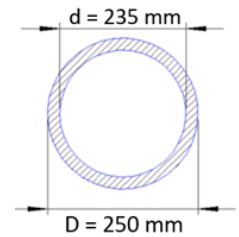
**Exercice 02 (07 points)**

1. La section nette de pied est calculée comme suit :

$$S = S_D - S_d \quad (0.25\text{pt})$$

$$S = \pi \times \frac{D^2 - d^2}{4} \quad (0.25\text{pt})$$

$$S = 3.14 \times \frac{250^2 - 235^2}{4} = 5710.87 \text{ mm}^2 \quad (1\text{pt})$$



2. La contrainte normale en cas de décharge et de charge est calculée comme suit :

On applique la loi de Hooke :  $\sigma = E \times \varepsilon$  (0.25pt)

1) Position déchargée :  $\sigma_1 = E \times \varepsilon_1 = 0.85 \times 10^5 \times 0,00073 = 62.05 \text{ MPa}$  (1pt)

2) Position de charge :  $\sigma_2 = E \times \varepsilon_2 = 0.85 \times 10^5 \times 0,00145 = 123.25 \text{ MPa}$  (1pt)

3. La charge (force) supplémentaire entre les positions de décharge et de charge est calculée comme suit :

$$\sigma = \frac{N}{S} \rightarrow N = \sigma \times S \quad (0.25 \text{ pt})$$

1) Position déchargée :  $N_1 = \sigma_1 \times S = 62.05 \times 5710.87 = 354359.48 \text{ N}$  (1pt)

2) Position de charge :  $N_2 = \sigma_2 \times S = 123.25 \times 5710.87 = 703864.72 \text{ N}$  (1pt)

$$N_s = N_2 - N_1 = 703864.72 - 354359.48 = 349505.24 \text{ N} \quad (1\text{pt})$$