

**Examen de mécanique des fluides (MDF)**

**Questions de cours** (3 pts)

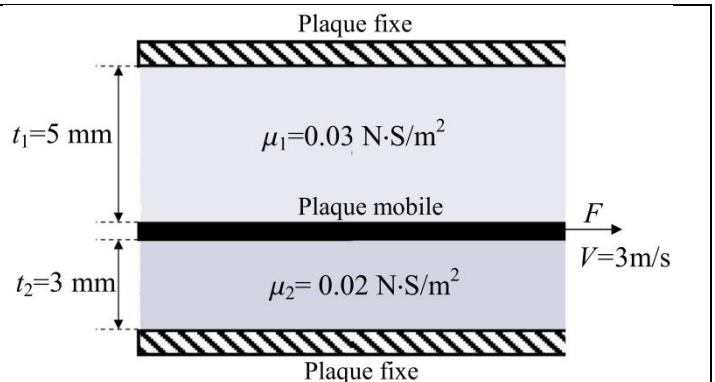
Répondez brièvement aux questions suivantes:

- 1- Quelle est la différence entre une ligne de courant et une trajectoire ?
- 2- Expliquer le principe du baromètre de Torricelli ?

**Exercice N°1** (5pts)

Une mince plaque mobile ayant une surface de  $2\text{m}^2$  est en contact avec deux fluides newtoniens de viscosités  $\mu_1$  et  $\mu_2$ . Chaque fluide est en contact avec une plaque fixe comme indiqué sur la figure 01. La plaque mobile est entraînée avec une force horizontale  $F$  à une vitesse  $V=3\text{m/s}$ .

1- Calculer la force horizontale  $F$  ?



**Figure 01**

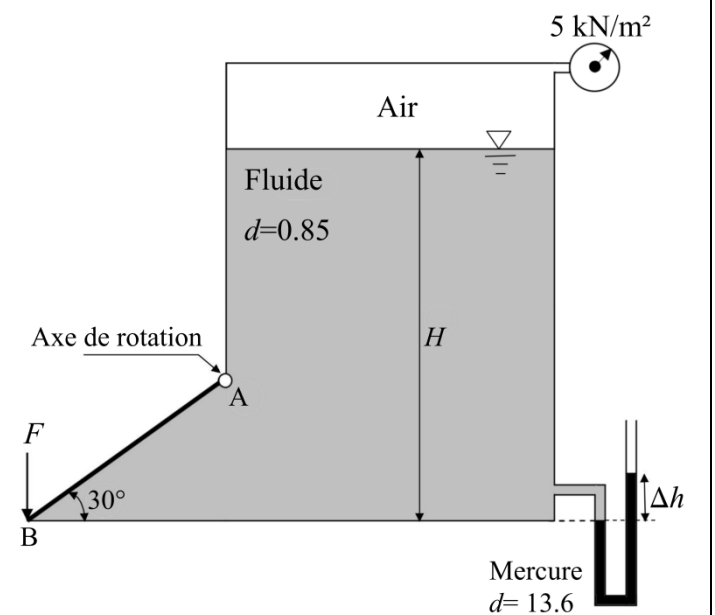
**Exercice N°2** (7pts)

Le réservoir pressurisé de la figure 02 contient un fluide de densité  $d=0.85$ . Le manomètre mécanique indique que la pression de l'air est de  $5\text{kN/m}^2$ . Le réservoir est relié à un manomètre en U indiquant une dénivellation du mercure  $\Delta h=0.15\text{m}$ .

La porte carrée AB ( $2\text{m}\times 2\text{m}$ ) pivote autour d'un axe fixe passant par le point A. On néglige l'effet du poids de l'air.

- 1- Calculer la hauteur  $H$  ?
- 2- Calculer la force hydrostatique exercée sur la porte AB ?
- 3- Déterminer la position du centre de poussée ?
- 4- Calculer la force verticale  $F$  qu'il faut appliquer au point B pour assurer la fermeture de la porte ?

On donne: ( $g=9.81\text{ s/m}^2$ )



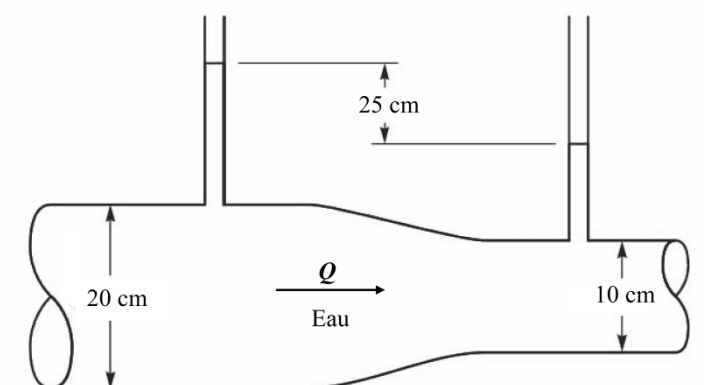
**Figure 02**

**Exercice N°3** (5 pts)

L'écoulement est permanent et l'eau est considérée comme étant un fluide parfait. La différence de niveau entre les deux piézomètres est de  $25\text{ cm}$  (figure 03).

1- Calculer le débit  $Q$  en  $[\text{m}^3/\text{s}]$  ?

On donne: ( $g=9.81\text{ s/m}^2$ )



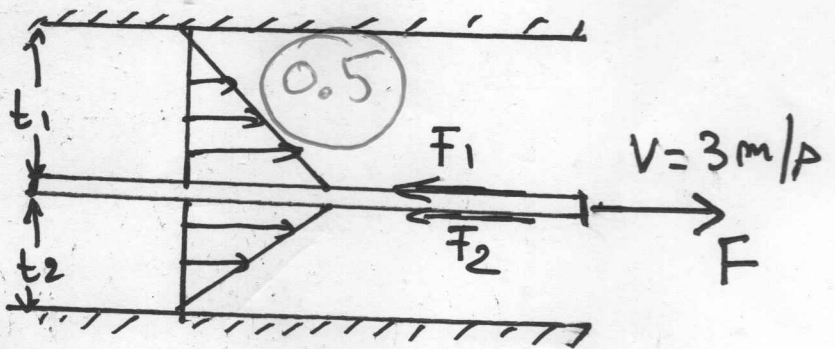
**Figure 03**

# Corrigé de l'examen MDF

Questions de Cours :

- 1 - (2 pts) }  
2 - (1 pt) } Voir le Cours.

Exercice N°1 :



$$\tau = \mu \frac{dV}{dy}$$

$$\tau_1 = \mu_1 \frac{V}{t_1} = 0.03 \frac{3}{0.005} = 18 \text{ N/m}^2 \quad (0.5)$$

$$F_1 = 18 \times 2 = 36 \text{ N} \quad (0.5)$$

$$\tau_2 = \mu_2 \frac{V}{t_2} = 0.02 \frac{3}{0.003} = 20 \text{ N/m}^2 \quad (0.5)$$

$$F_2 = 20 \times 2 = 40 \text{ N} \quad (0.5)$$

$$F = F_1 + F_2 = 36 + 40 = \boxed{76 \text{ N}} \quad (0.5)$$

(1)

Exercice 2:

1. Calcul de H

on a  $P_1 = P_2 = P_3$  (0.5)

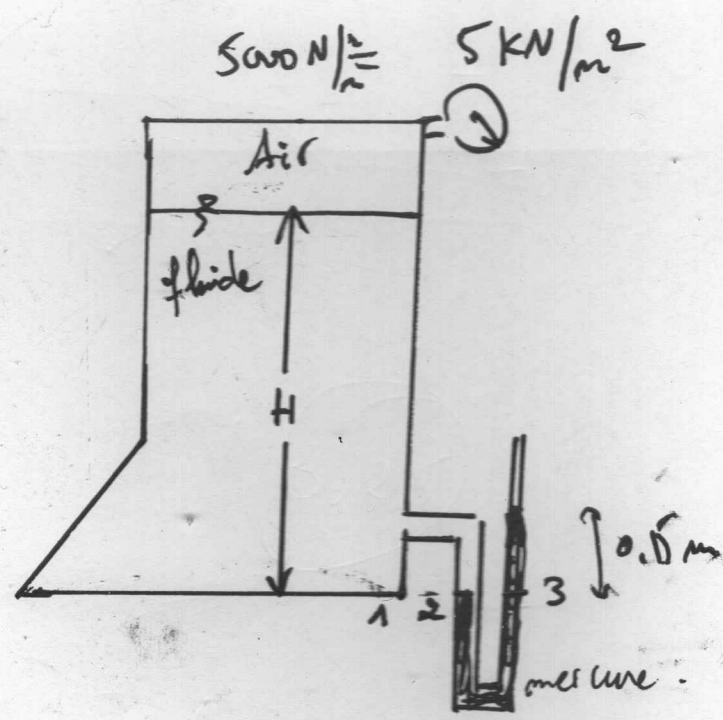
$P_1 = 5000 + \gamma_f H$  (0.5)

$P_3 = \gamma_{Hg} \Delta h$  (0.25)

$5000 + \gamma_f H = \gamma_{Hg} \Delta h$

$H = \frac{\gamma_{Hg} \Delta h - 5000}{\gamma_f} = \frac{(13600)(9.81) - 5000}{(850)(9.81)}$  (0.25)

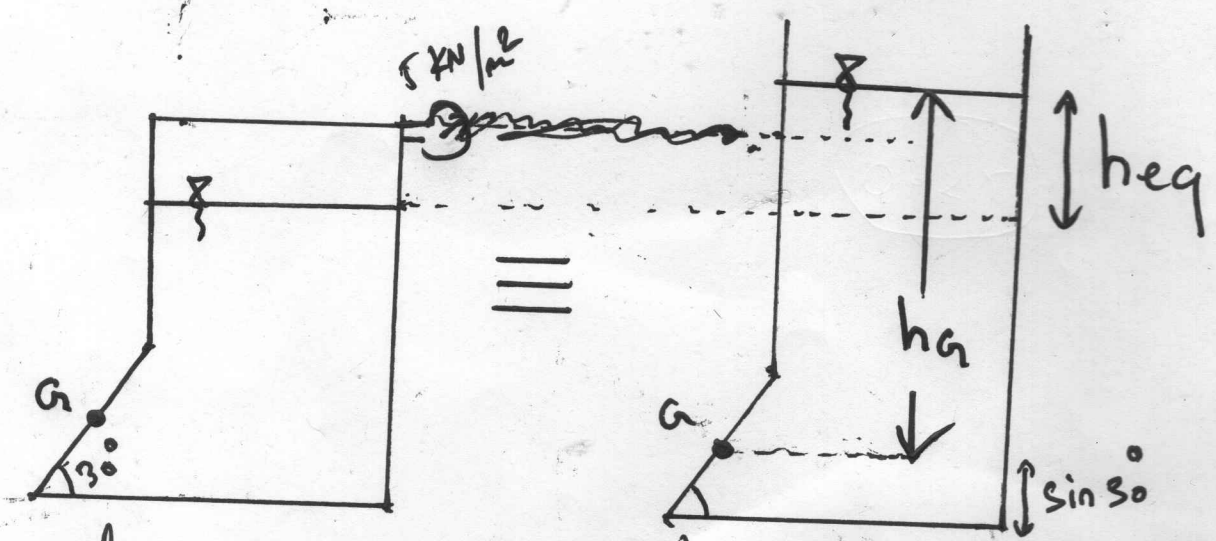
$H = 1.8 \text{ m}$  (0.5)



2. Calcul de la force hydrostatique sur AB :

$F_p = \gamma_f h_G A$  ; avec  $A = 2 \times 2$  (0.5)

$h_G$ :



on remplace  $5000 \text{ N/m}^2$  par une hauteur équivalente  $h_{eq}$  du fluide.

$$h_{eq} = \frac{5000}{850 \times 9.81} \approx 0.6 \text{ m} \quad (0.25)$$

$$h_G = H + h_{eq} - \sin 30^\circ \quad (0.5)$$

$$h_G = 1.8 + 0.6 - 0.5 \rightarrow h_G = 1.9 \text{ m} \quad (0.25)$$

$$F_p = (850)(9.81)(1.9)(2 \times 2)$$

$$F_p = 63372.6 \text{ N} \quad (0.5)$$

3. Position du Centre de poussée:

$$y_c = y_G + \frac{I_G}{y_G A} \quad ; \quad I_G = \frac{(2)(2)^3}{12} = 1.33 \quad (0.25)$$

$$y_G = \frac{h_G}{\sin 30} = \frac{1.9}{0.5} = 3.8 \text{ m} \quad (0.25)$$

$$y_c = 3.8 + \frac{1.33}{(3.8)(4)} = 3.8875 \text{ m} \quad (0.25)$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{0.0875} \quad (0.25)$

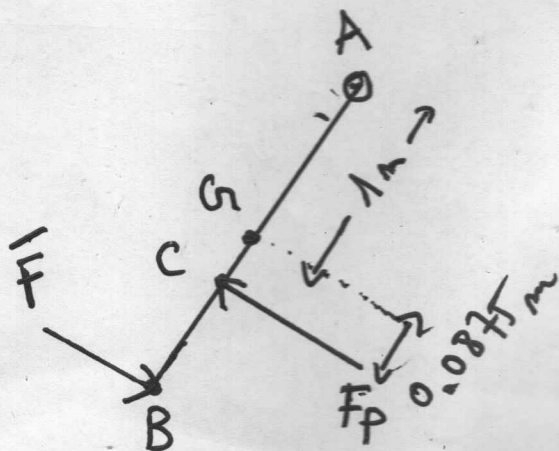
4. Calcul de la force F:

$$\sum M_A = 0 \quad (0.25)$$

$$2\bar{F} = 1.0875 F_p \quad (0.5)$$

$$\bar{F} = \frac{1.0875 F_p}{2} = \frac{1.0875 \times 63372.6}{2}$$

$$\bar{F} = 34458.85 \text{ N} \quad (0.25)$$

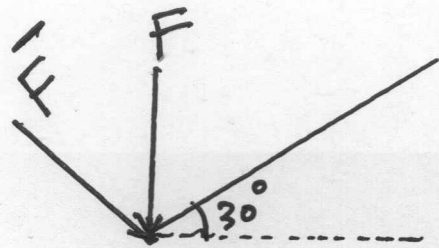




$$\cos 30 = \frac{F'}{F}$$

$$F = \frac{F'}{\cos 30}$$

0.25

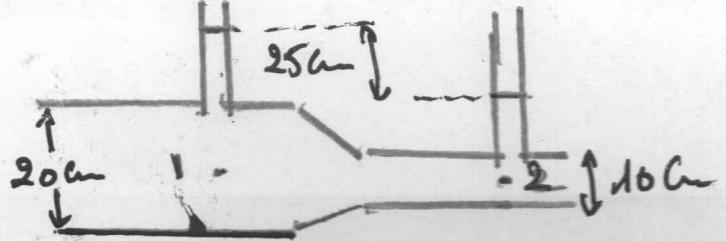


$$F = \frac{34458.85}{\cos 30}$$

$$= 39789.65 \text{ N}$$

0.25

### Exercice 3



Calcul de débit:

• on applique l'équation de Bernoulli entre 1 et 2

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (1); \quad Z_1 = Z_2$$

• Equation de Continuité:

$$Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 \rightarrow \frac{\pi}{4} D_1^2 V_1 = \frac{\pi}{4} D_2^2 V_2 \quad (1)$$

$$V_2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 V_1 \rightarrow V_2 = 4V_1 \quad (0.5)$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \rightarrow 0.25 = \frac{V_1(4^2 - 1)}{2 \times 9.81} \quad (0.5)$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{0.25(2)(9.81)}{15}} = 0.57 \text{ m/s} \quad (1)$$

$$Q = 0.57 \times \frac{\pi}{4} (0.2)^2$$

$$Q = 0.0179 \text{ m}^3/\text{s}$$

(1)