

**Contrôle de Mécanique des fluides****1h30min****Questions de cours :** choisissez la bonne réponse (اختر الإجابة الصحيحة)**a- Un fluide incompressible :**

- sa masse volumique est constante
- sa viscosité est constante
- sa viscosité est nulle

**b- Un fluide réel :**

- sa masse volumique n'est pas nulle
- sa viscosité est nulle
- sa viscosité n'est pas nulle

**c- Un écoulement stationnaire :** -est un écoulement qui dépend du temps

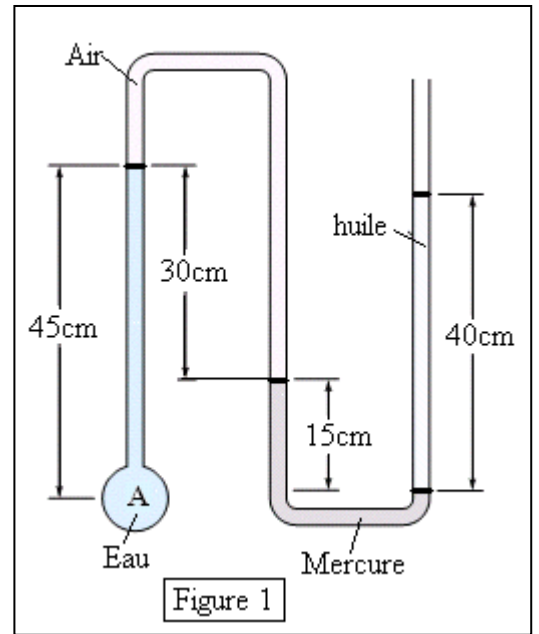
- est un écoulement qui ne dépend pas du temps
- est un écoulement qui ne varie pas dans l'espace.

**Exercice1 :**

- Calculer la pression effective au point A. voir fig 1

Sachant que : la densité de l'huile est  $d_H=0.85$ la densité du mercure est  $d_M=13.6$ 

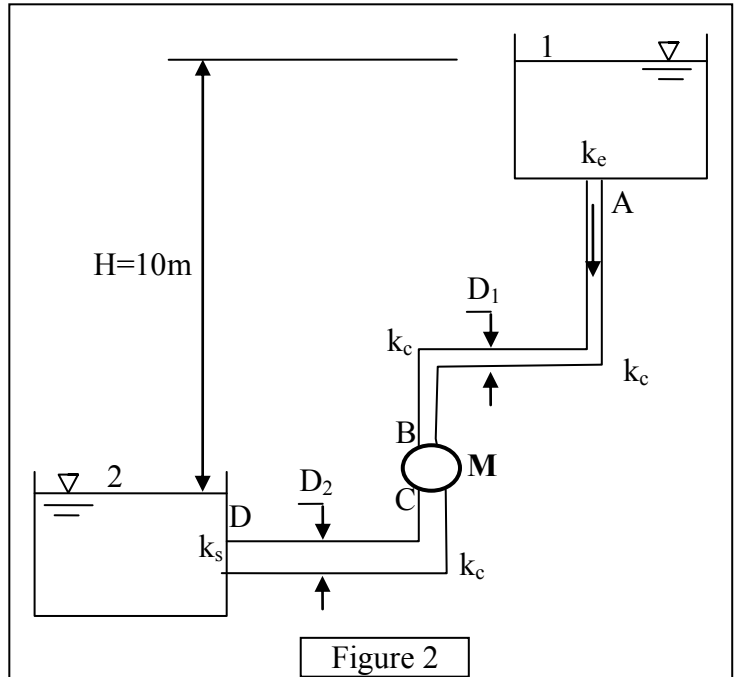
(أعد رسم الشكل على ورقة الإجابة)

**Exercice2 :**

Le réservoir 1 alimente le réservoir 2 par de l'eau avec un débit de 100 litre/min à travers deux conduites AB et CD. Voir fig.2

La première conduite AB a une longueur  $L_1=20m$  et un diamètre  $D_1=2cm$  et une rugosité  $\varepsilon=0.5mm$ .La deuxième conduite CD a une longueur  $L_2=10m$  et un diamètre  $D_2=3cm$  et le coefficient de perte de charge linéaire  $\lambda_{CD}=0.04$ .

-Calculer la puissance de la machine M et dites s'il s'agit d'une pompe (fournit un travail au fluide) ou une turbine (reçoit un travail du fluide) dans les deux cas suivants :

**-1<sup>er</sup> cas :** l'eau est un fluide parfait,**-2<sup>ème</sup> cas :** l'eau est un fluide réel deviscosité cinématique  $10^{-6}m^2/s$ . On donneles coefficients de pertes de charge singulières, à l'entrée de la conduite  $k_e=0.5$ , à la sortie de la conduite  $k_s=1$  et au niveau des coudes  $k_c=0.75$ **التمرين 2 :**

الخزان 1 يزود الخزان 2 بالماء بمعدل 100 litre/min عبر أنبوبين AB و CD. الأنبوب الأول AB طوله  $L_1=20m$ , قطره  $D_1=2cm$  وله خشونة  $\varepsilon=0.5mm$ . الأنبوب الثاني CD طوله  $L_2=10m$ , قطره  $D_2=3cm$  و معامل ضياع الحمولة الخطية  $\lambda_{CD}=0.04$ . أحسب استطاعة الآلة M مبينا إذا كانت مضخة (فهي تزود المائع بعمل) أو توربين (فهي تتلقى عمل من المائع) في الحالتين التاليتين: 1- الماء مائع مثالي، 2 - الماء مائع حقيقي لزوجته الحركية  $10^{-6}m^2/s$ . نعطى معاملات ضياع الحمولة singulières عند مدخل الأنبوب  $k_e=0.5$ , عند مخرج الأنبوب  $k_s=1$  و عند كل مغير اتجاه  $k_c=0.75$ .

Bon courage

# Corrigé du Contrôle de

## MDF

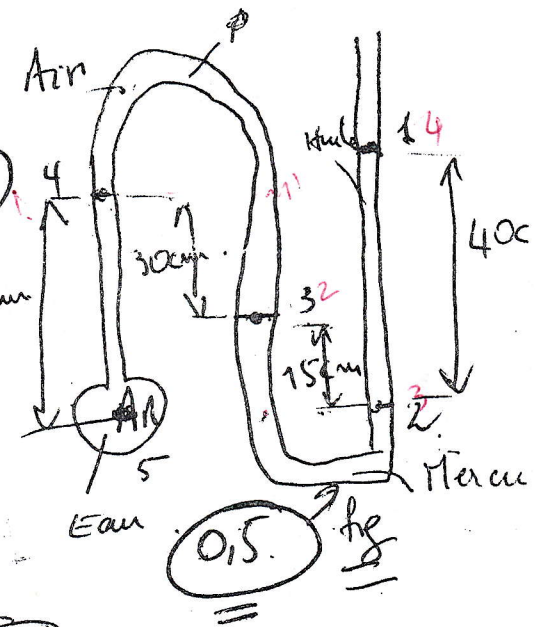
### - Questions de Cours. (1,5 pts)

- a. Un fluide incompressible: sa masse volumique est constante (0)
- b. " réel: sa viscosité n'est pas nulle. (0,5)
- c. Un écoulement stationnaire est un écoulement qui ne dépend pas du temps. (0,5)

### - Exercice 1 (5 pts)

- calculer la pression effective au point A.

On a:  $\rho_m = d_m \cdot \rho_e = 13600 \text{ kg/m}^3$   
 $\rho_H = d_H \cdot \rho_e = 850 \text{ kg/m}^3$



$$P_1 - P_{atm} = \rho_H g (z_1 - z_2) = 850 g (0,40) \quad (1) \quad 45 \text{ cm}$$

$$P_3 - P_2 = \rho_m g (z_2 - z_3) = 13600 g (-0,15) \quad (0,5)$$

$$P_4 - P_3 = 0 \quad (\rho \text{ de l'air est négligeable}) \quad (1)$$

$$P_5 - P_4 = \rho_e g (z_4 - z_5) = 1000 g (0,45) \quad (0,5)$$

par sommation et sachant que  $P_5 = P_A$  on trouve:

$$P_A - P_{atm} = [850(0,40) + 13600(-0,15) + 1000(0,45)] \cdot 9,81$$

$$P_{Aeff} = -12262,5 \text{ Pa}$$

(0,5)

$$P_2 = P_{atm} + P_3 - P_2 + P_4 - P_3 + P_5 - P_4$$

$$P_5 - P_{atm} =$$

(-1/4)

exercice # 10, 3 pts

Calculer la puissance de la machine (1 pt)

1<sup>er</sup> cas: L'eau est un fluide parfait: (4 pts) (3/5 pts)

En appliquant l'éq. de Bernoulli entre 1 et 2 on trouve:

$$\frac{U_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho} + g z_1 = \frac{U_2^2}{2} + \frac{P_2}{\rho} + g z_2 + W_M \quad (0,5)$$

on a  $U_1 = U_2 = 0$  (réservoir) (0,5)

$$P_1 = P_2 = P_{atm.} \quad (0,5) \Rightarrow W_M = g(z_1 - z_2) = g H = 9,81 \cdot 10 = \boxed{98,1 \text{ J/kg}} = W \quad (0,5)$$

ds ce cas  $W_M > 0 \Rightarrow$  la machine est une turbine. ~~elle reçoit du travail du fluide.~~ (0,5)

La puissance:  $P_T = \dot{m} W_M = \rho \cdot Q \cdot W_M$  (0,5)

$$\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = 100 \text{ l/min} = \frac{0,1 \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \Rightarrow \boxed{P_T = 163,5 \text{ watt}} \quad (0,5)$$

2<sup>ème</sup> cas: L'eau est un fluide ~~parfait~~ réel (8 pts) (10 pts)

En appliquant l'éq. de Bernoulli entre 1 et 2 on trouve:

$$\frac{U_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho} + g z_1 = \frac{U_2^2}{2} + \frac{P_2}{\rho} + g z_2 + W_M + g (\underbrace{\Delta H_{l_{AB}} + \Delta H_{l_{CD}}}_{(0,5)} + \Delta H_{S_{Total}}) \quad (0,5)$$

$$\therefore W_M = g (z_1 - z_2 - \underbrace{\Delta H_{l_{AB}} + \Delta H_{l_{CD}} + \Delta H_{S_{Total}}}_H) \quad (0,5)$$

$$\Delta H_{l_{AB}} = \Delta_{AB} \cdot \frac{U_{AB}^2}{2g} \cdot \frac{L_1}{D_1} \quad (0,5)$$

$$U_{AB} = \frac{4Q}{\pi D_1^2} = \frac{4 \cdot 0,1/60}{\pi (0,02)^2} = \boxed{5,305 \text{ m/s}} = U_{AB} \quad (0,5)$$

(2/4)



calculer  $\lambda_{AB}$ , on doit déterminer la nature du régime Re:

$$Re = \frac{U \cdot D_1}{\nu} = \frac{5,305 \cdot 0,02}{10^{-6}} = 106,1 \cdot 10^3 > 2300 \Rightarrow \text{Régime turbulent}$$

on calcule  $\lambda$  de la formule de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{\epsilon}{3,71 D_H} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}} \right) \text{ on pose } \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = x \Rightarrow$$

$$x = -2 \log \left( \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{3,71 \cdot 0,02} + \frac{2,51}{106,1 \cdot 10^3} x \right) = -2 \log (6,738 \cdot 10^{-3} + 0,0236 \cdot 10^{-3} x)$$

$$x = 6 - 2 \log (6,738 + 0,0236 x)$$

$$x^0 = 0 \Rightarrow x_1 = 4,3425 \Rightarrow x_2 = 4,3298 \Rightarrow x_3 = 4,3298. \therefore \lambda = \frac{1}{x^2} = 0,0533$$

$$\Delta H_{LAB} = 0,0533 \cdot \frac{(5,305)^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \frac{20}{0,02} = 76,454 \text{ m} = \Delta H_{LAB}$$

$$\Delta H_{LCD} = \lambda_{CD} \cdot \frac{U_{CD}^2}{2g} \cdot \frac{L_2}{D_2}$$

$$U_{CD} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi D_2^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,11/60}{\pi \cdot (0,03)^2}} = 2,358 \text{ m/s} = U_{CD}$$

$$\Delta H_{LCD} = 0,04 \cdot \frac{2,358^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \frac{10}{0,03} = 3,778 \text{ m} = \Delta H_{LCD}$$

$$\Delta H_{S_{Tot}} = \Delta H_{Se} + \Delta H_{S_s} + \Delta H_{Sc1} + \Delta H_{Sc2} + \Delta H_{Sc3}$$

$$= k_e \cdot \frac{U_{AB}^2}{2g} + k_s \cdot \frac{U_{CD}^2}{2g} + 2k_e \cdot \frac{U_{AB}^2}{2g} + k_e \cdot \frac{U_{CD}^2}{2g}$$

$$= (k_e + 2k_e) \frac{U_{AB}^2}{2g} + (k_s + k_e) \cdot \frac{U_{CD}^2}{2g}$$

$$= (0,5 + 2 \cdot 0,75) \frac{(5,305)^2}{2 \cdot 9,81} + (1 + 0,75) \cdot \frac{(2,358)^2}{2 \cdot 9,81}$$

2pts

3/4

donc:  $\Delta H_{s \text{ Tot}} = 3,365 \text{ m}$  | (0,5)

et  $w_H = 9,81 \cdot (10 - 7,454 - 3,78 - 3,365)$

$w_H = -721,986 \text{ J/kg}$

(0,5)

$< 0 \Rightarrow$  La machine dans ce cas est une pompe qui fournit un travail au fluide.



(0,5)

• La puissance est:

$P_p = \dot{m} \cdot w_p = \rho \cdot Q \cdot w_p$

$= 10^3 \cdot \frac{0,1}{60} \cdot 721,986$

(0,5)

$P_p = 1203,31 \text{ watt}$