

## Solution d'examen MDF

### Exercice 1 ; Question de cours

**A)**

1. **Un fluide réel** est un fluide qui possède une viscosité (fluide visqueux) peut donner naissance à des contraintes de frottements lorsqu'il est en mouvement.
2. **Un fluide est dite parfait** si sa viscosité est négligeable (non visqueux). Pendant le mouvement les forces de frottement
3. **Les fluides "newtoniens"** ont une viscosité constante ou qui ne peut varier qu'en fonction de la température.
4. **Fluides incompressibles**: Ce sont des fluides pour lesquels le volume occupé par une masse donnée ne varie pas en fonction de la pression extérieure (la variation de la masse volumique  $\rho$  est très faible).
5. **La viscosité** d'un fluide est la résistance à l'écoulement. Ou bien glissement relatif de ses couches (contraintes tangentielles).
6. La grandeur scalaire de la tension normale s'appelle « **pression hydrostatique** » :  $|\vec{P}| = \frac{dF_N}{ds}$  ; C'est l'intensité de la composante normale de la force qu'exerce le fluide sur l'unité de surface.
7. **Un écoulement est dit permanent** ou stationnaire, si les paramètres qui caractérisent le fluide (pression, vitesse, température, masse volumique) sont indépendants du temps en chacun des points de l'écoulement.
8. Si chaque élément de fluide se déplace en ligne droite, parallèlement aux parois solides qui le guident, ce type d'écoulement est appelé **laminaire**
9. **Le nombre de Reynolds** est un nombre sans dimension. Il caractérise un écoulement, en particulier la nature de son régime (laminaire, transitoire, turbulent).
10. La viscosité des liquides diminue si la température augmente. Au contraire, la viscosité des gaz augmente avec la température.

**05 points**

**B)**

1. L'équation fondamentale de la statique des fluides incompressibles dans le champ pesanteur :

$$P + \rho g z = Cte$$

$$\text{L'équation de continuité ; } S_1 V_1 = S_2 V_2$$

2. **Poussée d'Archimède** : le solide subit de la part du liquide qui l'entoure une poussée (poussée d'Archimède) verticale, dirigée de bas en haut et égale à poids du volume du liquide déplacé. Cette force est appliquée au centre de gravité du liquide déplacé

- G en dessous de C : **équilibre stable**

3. **Théorème de Pascal** : Dans un fluide incompressible en équilibre, toute variation de pression en un point entraîne la même variation de pression en tout autre point.

$$P_A = P_B + \rho \cdot g \cdot h \quad ; \quad \text{Si on exerce une force sur la surface, on provoque une surpression } \Delta P \quad : \quad P_B' = P_B + \Delta P$$

$$\text{Principe de la statique : } P_A' = P_B' + \rho \cdot g \cdot h \quad ; \quad P_A' = P_B + \Delta P + \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow P_A' = P_A + \Delta P$$

4. **Nombre de Reynolds** : est le rapport de deux forces  $Re = \frac{F_{inertie}}{F_{frot}}$

$$\text{5. Théorème de Bernoulli Généralisé : } (P_2 - P_1) + \rho g (z_2 - z_1) + \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) = E - J_{12} = \frac{P}{Q_V} - J_{12}$$

**P** : Pression statique : C'est la grandeur que l'on mesure par exemple par un manomètre.

**$\rho g z$**  : Energie potentielle de position par unité de volume (pression de pesanteur)

**$\frac{1}{2} \rho v^2$**  : Energie cinétique par unité de volume ou pression dynamique (cinétique).

**$\frac{P}{Q_V} = E$**  : c'est l'énergie par unité de volume fournie par une pompe au liquide ou absorbée par une turbine.

**$J_{12}$  (Perte de charge)** : positive, unité (Pa), c'est l'énergie par unité de volume perdue entre les sections 1 et 2.

**05 points**

### Exercice 2

$$a) \vec{F}_p = \vec{F}_{H1} + \vec{F}_{H2} + \vec{F}_V$$

$$\vec{F}_{H1} = -\vec{F}_{H2} \Rightarrow F_p = F_V = P.S = \rho g z_0 . S = \rho g v = p \text{ (poids du liquide)}$$

$$b) P_B = P_A + \rho . g . z_0 \quad ( P_A = P_0 = P_{atm} ) \Rightarrow P_B = 1.2 . 10^5 \text{ Pas}$$

$$F_p = P . S = 1.2 . 10^3 \text{ N}$$

$$2) \text{ Théorème de Bernoulli : } P_A + \rho g z_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = P_B + \rho g z_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$$

$$s \lll S \Rightarrow v_A \lll v_B \Rightarrow v_A = 0$$

$$P_A = P_B = P_{atm}$$

$$z_A - P_B = z_0 = h$$

$$\Rightarrow v_B = \sqrt{2gh} = 2\sqrt{10} \text{ m/s} \Rightarrow Q_v = v_B . S = 2\sqrt{10} . 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

### Temps du vidange

$$Q_v = s . \sqrt{2gz} = -S \frac{dz}{dt} \Rightarrow s . \sqrt{2gz} dt = -S dz \Rightarrow dt = -\frac{S dz}{s . \sqrt{2gz}}$$

Pour une vidange complète, l'intégration entre h et zéro donne :  $t = -\frac{S}{s . \sqrt{2g}} \cdot \int_h^0 \frac{dz}{\sqrt{z}} = \frac{S}{s . \sqrt{2g}} \cdot 2\sqrt{h} = \frac{2Sh}{s . \sqrt{2gh}} = \frac{2V_0}{Q_{v0}}$  ( $V_0$  : représente le volume initial contenu dans le réservoir et  $Q_{v0}$  : représente le débit en volume initial au débit de l'expérience)

$$t = 63.25 \text{ s}$$

### Exercice 3

L'écoulement est permanent et le débit est donné par la formule de poiseuille :

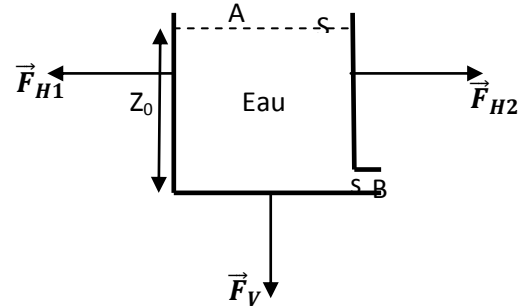
$$Q_v = \frac{\pi(P_A - P_B)}{8\eta . L} . R^4 \Rightarrow \eta = \frac{\pi(P_A - P_B)}{8Q_v . L} . \left(\frac{D}{2}\right)^4 = 87.7 . 10^{-3} \text{ Pas.s (PI)}$$

$$\rho = d . \rho_{eau} = 0.86 . 10^3 \text{ Kg/m}^3$$

$$v = \frac{\mu}{\rho} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$3) V = \frac{Q_v}{S} = \frac{Q_v}{\pi R^2} = \frac{1.2 . 10^{-3}}{3.14 . (2.5 . 10^{-2})^2} = 0.61 \text{ m/s}$$

$$Re = \frac{v . D}{\nu} = \frac{v . D . \rho}{\mu} = \frac{0.61 . 5 . 10^{-2}}{10^{-4}} = 300 ; \text{ on vérifié que l'écoulement est laminaire}$$



06 points

04 points