

## TD Mécaniques des fluides

### Exercice 1

- 1- De l'eau s'écoule dans une conduite de 30,0 cm de diamètre à la vitesse de  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ . Calculer le débit volumique en  $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$  et L/min ; donner la valeur numérique du débit massique.
- 2- Dans une conduite de 30 cm de diamètre, l'eau circule avec un débit volumique de 1800 L/min. Calculer la vitesse moyenne d'écoulement. Le diamètre devient égal à 15 cm ; calculer la nouvelle vitesse moyenne.
- 3- De l'air circule dans une conduite de 15 cm de diamètre à la vitesse moyenne  $v_1=4,50 \text{ m.s}^{-1}$ . Calculer le débit volumique  $Q_v$ .

### Exercice 2

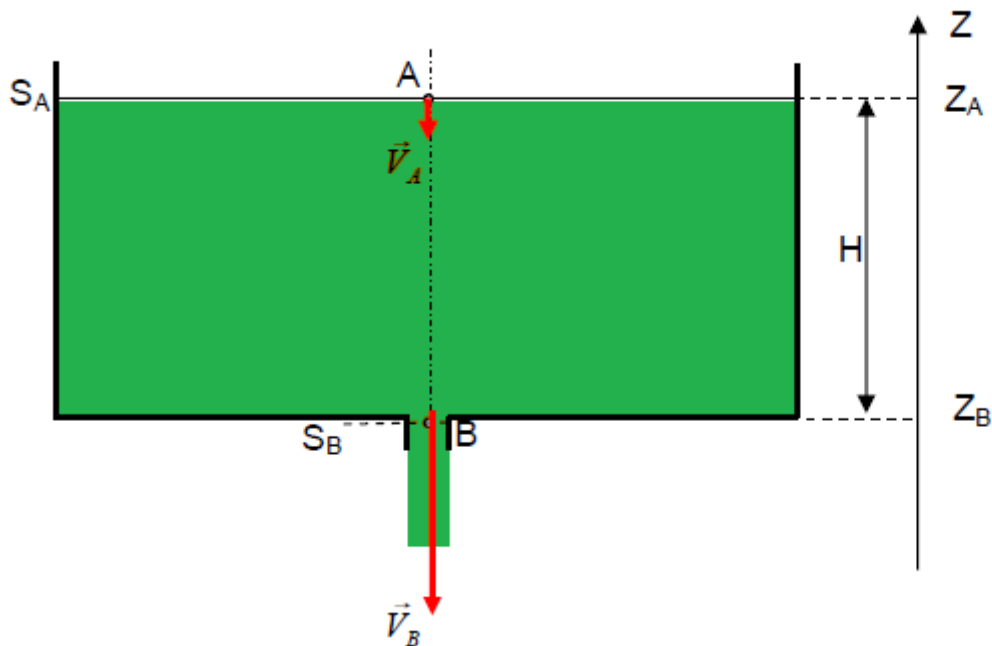
Le débit en entrée d'une canalisation est égal à 10 L/min, la section est égale à  $3 \text{ cm}^2$ . Calculer la vitesse du fluide en entrée de la canalisation.  
À l'autre extrémité, la section est égale à  $0,5 \text{ cm}^2$ . Calculer la vitesse du fluide.

### Exercice 3

On pompe une huile de densité 0,860 par un tube horizontal de diamètre  $D = 5 \text{ cm}$ , de longueur  $L = 300 \text{ m}$  avec un débit  $Q = 1,20 \text{ l/s}$ . L'écoulement est supposé laminaire. La perte de charge pour ce tronçon est de 21 m C.E. (colonne d'eau). Quels sont les viscosités dynamique et cinématique de l'huile utilisée ?

Quel est le nombre de Reynolds de l'écoulement ?

### Exercice 4



On considère un réservoir cylindrique ouvert à l'air libre, d'une section  $S_A$  de diamètre  $D_A=2\text{m}$ . Il est muni, à sa base, d'un orifice de vidage de section  $S_B$  et de diamètre  $D_B = 15\text{mm}$ . Le

réservoir est plein jusqu'à une hauteur  $H = (Z_A - Z_B) = 2,5 \text{ m}$  de fioul, liquide considéré comme fluide parfait, de masse volumique  $\rho = 817 \text{ kg/m}^3$ .

On donne :

- La pression atmosphérique  $P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$ .
- L'accélération de la pesanteur  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

On note  $\alpha = (S_B/S_A)$

**Partie 1 : L'orifice est fermé par un bouchon.**

1. En appliquant la RFH, déterminer la pression  $P_B$  au point B.
2. En déduire la valeur de la force de pression  $F_B$  qui s'exerce sur le bouchon.

**Partie 2 : L'orifice est ouvert.**

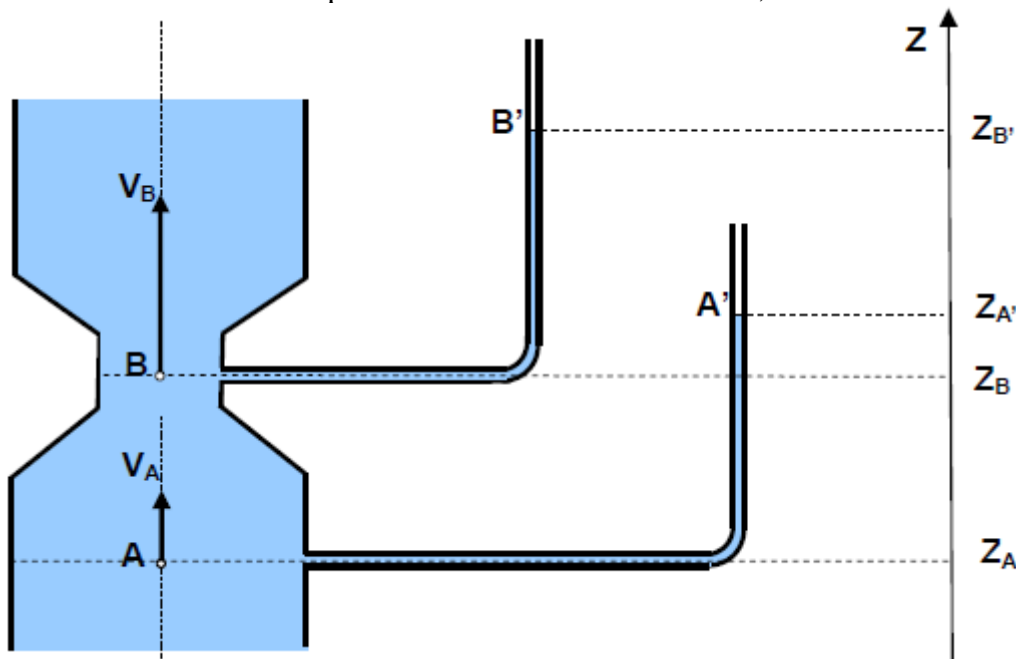
On procède à la vidange du réservoir.

Le fioul s'écoule du réservoir. Sa vitesse moyenne d'écoulement au point A est notée  $V_A$ , et sa vitesse d'écoulement au niveau de l'orifice est notée  $V_B$ .

1. Ecrire l'équation de continuité. En déduire  $V_A$  en fonction de  $V_B$  et  $\alpha$ .
2. En appliquant le théorème de Bernoulli entre A et B, établir l'expression littérale de la vitesse  $V_B$  en fonction de  $g$ ,  $H$  et  $\alpha$ .
3. Calculer la valeur de  $\alpha$ . L'hypothèse de considérer un niveau  $H$  du fluide varie lentement est-elle vraie ? Justifier votre réponse.
3. Calculer  $V_B$  en considérant l'hypothèse que  $\alpha \ll 1$ .
4. Déterminer le débit volumique  $Q_V$  du fluide qui s'écoule à travers l'orifice. (en  $\text{L/s}$ )
5. Quelle serait la durée  $T$  du vidage si ce débit restait constant ?

**Exercice 5**

Dans le tube de Venturi représenté sur le schéma ci-dessous, l'eau s'écoule de bas en haut.



Le diamètre du tube en A est  $d_A = 30 \text{ cm}$ , et en B il est de  $d_B = 15 \text{ cm}$ .

Afin de mesurer la pression  $P_A$  au point A et la pression  $P_B$  au point B, deux manomètres à colonne d'eau (tubes piézométriques) sont connectés au Venturi.

Ces tubes sont gradués et permettent de mesurer les niveaux  $Z_A' = 3,061 \text{ m}$  et  $Z_B' = 2,541 \text{ m}$  respectivement des surfaces libres  $A'$  et  $B'$ .

On donne :

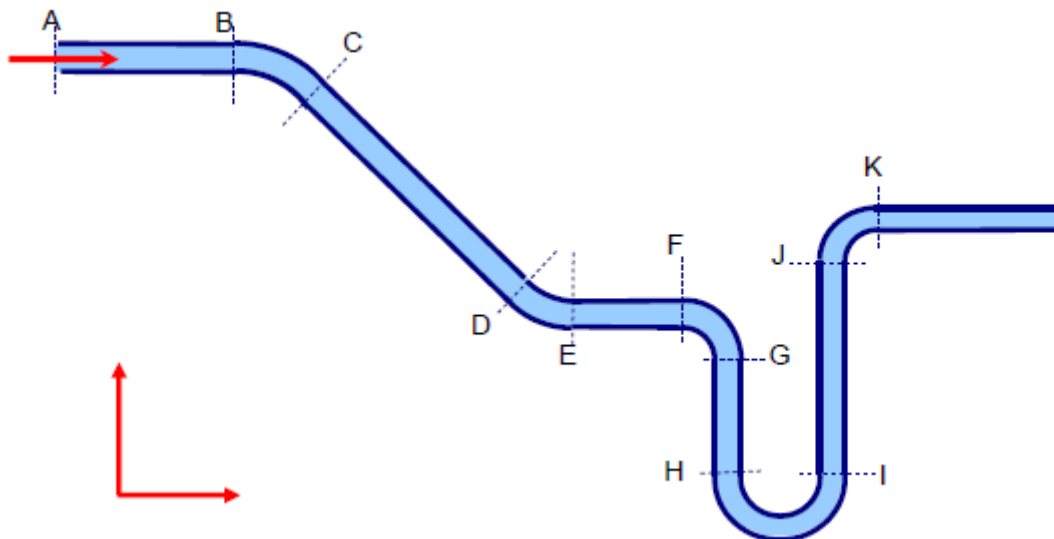
- l'altitude de la section A :  $Z_A = 0$  m,
- l'altitude de la section B :  $Z_B = 50$  cm,
- l'accélération de la pesanteur est  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>.
- la pression au niveau des surfaces libres  $P_A' = P_B' = P_{atm} = 1$  bar.
- la masse volumique de l'eau est  $\rho = 1000$  kg/m<sup>3</sup>.

On suppose que le fluide est parfait.

1. Appliquer la RFH (Relation Fondamentale de l'Hydrostatique) entre B et B', et calculer la pression  $P_B$  au point B.
2. De même, calculer la pression  $P_A$  au point A.
3. Ecrire l'équation de continuité entre les points A et B. En déduire la vitesse d'écoulement  $V_B$  en fonction de  $V_A$ .
4. Ecrire l'équation de Bernoulli entre les points A et B. En déduire la vitesse d'écoulement  $V_B$ .

### Exercice 6

De l'huile ayant une viscosité dynamique  $\mu = 0,7$  Pa s et une densité  $d = 0,896$  est pompée d'un point A vers un point L.



Elle circule dans une canalisation de diamètre  $d = 100$  mm formée des six tronçons rectilignes suivants:

- AB de longueur 6 m,
- CD de longueur 12 m,
- EF de longueur 5 m,
- GH de longueur 4 m,
- IJ de longueur 7 m,
- KL de longueur 8 m.

La canalisation est équipée :

- de deux coudes à  $45^\circ$  : BC, DE : ayant chacun un coefficient de perte de charge  $K_{coude45} = 0,2$ ,
- de deux coudes à  $90^\circ$  : FG et JK : ayant chacun un coefficient de perte de charge  $K_{coude90} = 0,3$ ,



- d'un coude à 180°HI: ayant un coefficient de perte de charge  $K_{coude\ 180}=0,4$ , La pression d'entrée est  $P_A=3$  bars.

La conduite est supposée horizontale et transporte un débit volumique  $q_v=2.5$  l/s.

Travail demandé :

1. Calculer la vitesse d'écoulement  $V$  en m/s.
2. Calculer le nombre de Reynolds.
3. Il s'agit d'un écoulement laminaire ou turbulent ?
4. Déterminer le coefficient de perte de charges linéaire  $\lambda$ .
5. Calculer les pertes de charges linéaires  $\Delta P_{linéaire}$ .
6. Calculer les pertes de charges singulières  $\Delta P_{singulière}$ .
7. Déterminer la pression de sortie  $P_L$ .
8. Quelle sera la pression de sortie  $P_L'$  si le débit volumique  $Q_v$  atteint 5 L/s.