
Pertes de charge : activités et exercices

1 Oléoduc

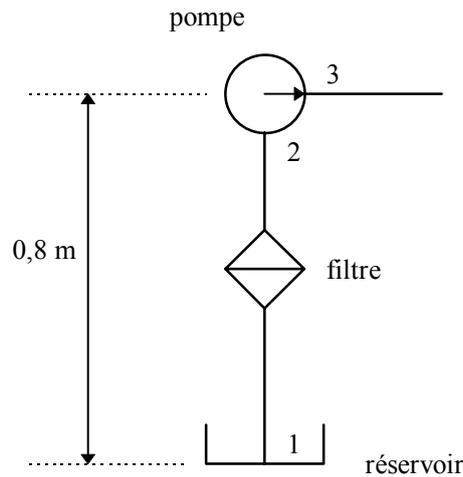
On considère un oléoduc horizontal ($l = 4$ km, $d = 105,6$ mm) où circule un fluide ($\rho = 800$ kg/m³, $\nu = 2 \times 10^{-4}$ m²/s), avec un débit volumique Q_v égal à 1200 L/mn.

1. Quelle est la puissance minimale nécessaire de la pompe ?

2 Pompe

On considère le système d'aspiration d'une pompe (voir schéma).

- Débit pompe : 1 L/s
- Longueur conduite : 0,8 m
- Diamètre conduite : 27,3 mm
- Coefficient de perte de charge dans le filtre : $K = 5$
- Masse volumique du fluide : 900 kg/m³
- Viscosité cinématique : $0,45 \times 10^{-4}$ m²/s
- Accélération de la pesanteur : 9,81 m/s²



1. Déterminer la pression à l'entrée de la pompe (en 2).

3 Dimensionnement d'une canalisation

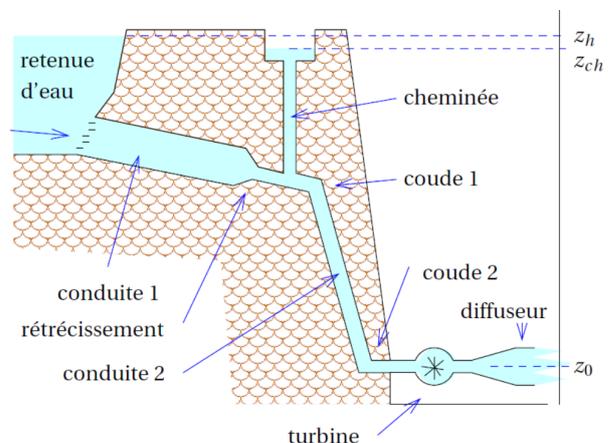
1. Une conduite assure un débit liquide permanent de 50 L/s. Quel diamètre de conduite permettrait d'obtenir un nombre de Reynolds de 2000. Conclure.
2. Faire la même évaluation en supposant cette fois que le nombre de Reynolds vaut 10^5 . Calculer le facteur de frottement ξ dans le cas d'une conduite hydrauliquement lisse. Déterminer la longueur de la canalisation si la variation entre de pression entre l'entrée et la sortie vaut 10^6 Pa. Conclure.
3. On envisage à présent une conduite hydrauliquement lisse de 1 km de longueur. La variation de pression entre l'entrée et la sortie vaut 10^6 Pa et le débit est encore de 50 L/s. Déterminer le diamètre de la canalisation.

Données : Le fluide considéré est de l'eau. On supposera qu'il s'agit d'un liquide incompressible. $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$, $\mu = 10^{-3} \text{ kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$.

4 Centrale hydroélectrique

On considère une centrale hydroélectrique constituée dans l'ordre :

- d'une retenue d'eau ;
- d'une grille de coefficient de perte de charge singulière $K_g = 1,75$;
- d'une première conduite C_a peu inclinée de longueur $\ell_a = 60$ m de diamètre intérieur $D_a = 0,30$ m, l'eau y possède une vitesse débitante $V_a = 1,2$ m/s ;
- d'un rétrécissement de coefficient de perte de charge singulière $K_r = 0,079$ ramené à la vitesse débitante de la conduite C_b ;
- d'une cheminée d'équilibre, sans influence sur l'écoulement, elle permet d'atténuer les éventuelles ondes de compression en cas de panne ;
- d'un premier coude de coefficient de perte de charge singulière $K_1 = 0,47$;



- d'une seconde conduite C_b très inclinée de longueur $\ell_b = 87$ m de diamètre intérieur $D_b = 0,20$ m, l'eau y possède une vitesse débitante $V_b = 2,7$ m/s ;
- d'un deuxième coude de coefficient de perte de charge singulière $K_2 = 0,55$;
- d'une turbine ;
- d'un diffuseur de diamètre d'entrée $D_b = 0,20$ m, de diamètre de sortie $D_d = 0,3$ m et de coefficient de perte de charge singulière $K_d = 0,18$ ramené à la petite section.

On note P_0 la pression atmosphérique, aussi bien au niveau de la retenue d'eau qu'au niveau de la sortie de la turbine. La différence d'altitude entre la retenue d'eau et la turbine est $z_h - z_0 = 89$ m. On prend pour l'eau $\rho = 1,0 \times 10^3$ kg/m³ et $\eta = 1, \times 10^{-3}$ Pa.s. On rappelle que pour les pertes de charge régulières, $\xi = \frac{2gD\Delta z}{V^2\ell}$ et pour les pertes de charge singulières : $K = \frac{2g\Delta z}{V^2}$, où g est l'accélération de pesanteur. Les conduites présentent des aspérités de hauteur moyenne $\varepsilon = 0,06$ mm.

1. Déterminer les débits volumiques d'eau D_{va} et D_{vb} dans les deux conduites. Peut-on utiliser la loi de Hagen-Poiseuille afin de déterminer les pertes de charge régulière ?
2. Déterminer les coefficients de pertes de charge régulière ξ_a et ξ_b à l'aide du diagramme de Moody.
3. On prendra par la suite $\xi_a = 0,016$ et $\xi_b = 0,017$. Déterminer l'altitude z_{ch} de l'eau dans la cheminée.
4. Déterminer en fonction des données l'expression de la pression totale P_{tot} à l'entrée de la turbine et à la sortie de la turbine.
5. En déduire la puissance mécanique récupérable \mathcal{P}_m sur son arbre sachant qu'elle possède un rendement de $\eta_t = 0,82$.
6. Quel est le rôle du diffuseur ?