

Phénomènes de Transport

J.-M. Buchlin

Séance 1 : Equations intégrales et Equation de Bernoulli

Exercice 1

Un réservoir d'eau de très grande surface décharge dans une conduite circulaire en acier de 0,6 m de diamètre et 100 m de longueur avec une rugosité de paroi de 2mm (voir figure 1 ci-dessous). Quel est le débit d'alimentation du réservoir qu'il faut prévoir pour maintenir dans celui-ci une hauteur d'eau constante de 20 m au-dessus de la conduite ? Le réservoir étant de très grande dimension, la vitesse de l'eau dans ce dernier sera très faible et pourra donc être négligée. On ne tiendra pas compte de la perte de charge singulière aux embouchures de la conduite.

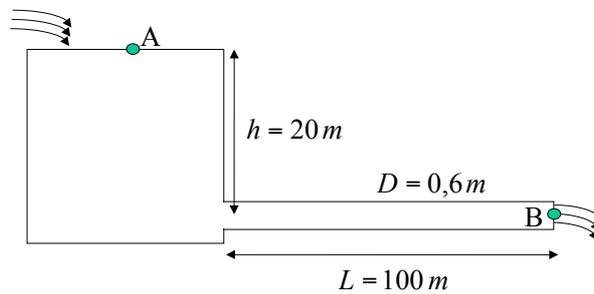


Figure 1

Exercice 2

Un système de ventilation est composé d'un ventilateur placé dans un court caisson suivi d'une conduite rectiligne circulaire de diamètre $D = 1\text{ m}$ et de longueur $L = 40\text{ m}$. La paroi de la conduite possède des ondulations qui se caractérisent par une rugosité apparente $\Lambda = 0.003\text{ m}$. Le système aspire et débouche à l'atmosphère comme le schématise la figure ci-dessous. Les propriétés de l'air sont $\rho_a = 1,225\text{ kg/m}^3$ et $\mu_a = 18 \times 10^{-6}\text{ Pa}\cdot\text{s}$.

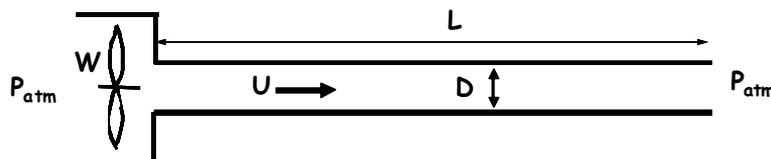


Figure 2

La pression totale à l'entrée de la canalisation est déduite de la caractéristique Débit-Pression du ventilateur ; elle est donnée par la relation suivante :

$$\Delta P_v = P_{tot} - P_{atm} = a \cdot \dot{m}^2 + b \cdot \dot{m} + c$$

où \dot{m} est le débit massique avec $a=-0,4616$, $b= -7,29$ et $c=6188,3$.

1. Donnez l'expression de la perte de charge régulière dans la canalisation en fonction du débit massique.
2. Faites une hypothèse sur le coefficient de perte de charge régulière et calculez le débit d'air qui circule dans le conduit compte tenu de la caractéristique du ventilateur.
3. Justifiez l'expression du coefficient de perte de charge choisie ?
4. Quelle est la valeur de ΔP_v ?
5. Quelle est la valeur de la puissance mécanique du ventilateur ?

Exercice 3

Un débit d'eau de 20 Kg/s est envoyé d'un réservoir A à un réservoir B. B est placé à 10 mètres d'hauteur par rapport à A (voir figure 3 ci-dessous, où L est la longueur total des tuyaux et D est le diamètre). On demande de calculer la puissance de la pompe en considérant un rendement du 70%.

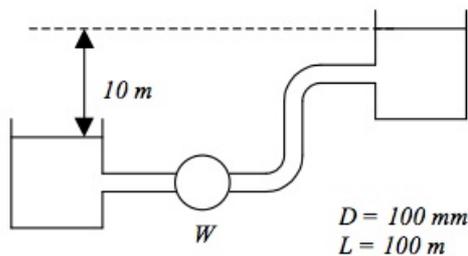


Figure 3

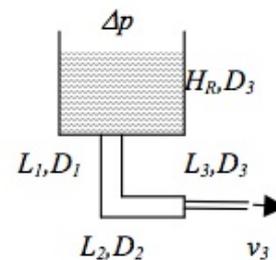


Figure 4

Exercice 4

Considérons le système représenté dans la figure 4. De l'eau dans un réservoir (hauteur $H_R=10$ cm et diamètre $D_R=50$ cm) est canalisée dans un coude et après dans un tube capillaire. La vitesse de l'eau sortant du capillaire est $u_3 = 30$ m/s. Les diamètres des trois tuyaux sont $D_1 = D_2 = 1$ cm, $D_3 = 3$ mm, et la leur longueur est $L_1 = L_2 = 0.2$ m, $L_3 = 6$ cm.

1. Calculez la pression P qui doit être exercée sur le réservoir d'eau.
2. S'agit-il d'une pression absolue ou relative et, si relative, par rapport à quoi?

Exercice 5

Un débit d'eau de 1 l/s à 20°C est fait circuler par une pompe entre les réservoirs 1 et 2 (voir figure 5 ci-dessous). Les tuyaux qui connectent 1 et 2 sont identiques (longueur $L=10$ m et diamètre $D=4$ cm).

En faisant l'hypothèse que le système est stationnaire, calculez:

1. la différence $\Delta H=H_2-H_1$ entre les niveaux d'eau dans les deux réservoirs;
2. la puissance de la pompe.

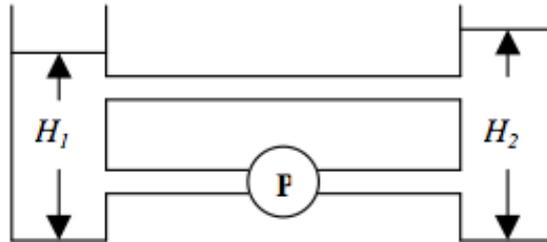


Figure 5