

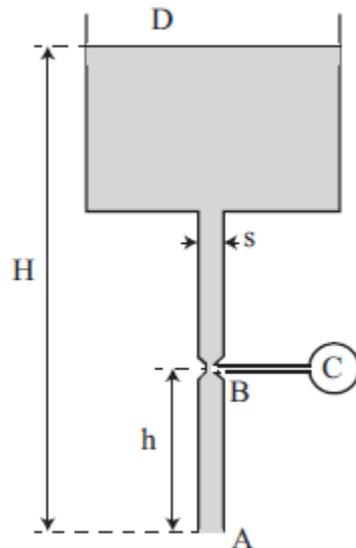
**Mécanique des Fluides****Contrôle du 22/10/2021****Durée : 2h***Les calculatrices non programmables sont autorisées.**Tous documents sont interdits.*Questions de cours

Comment s'appelle le paramètre qui permet de savoir si un écoulement est laminaire ou turbulent ? Comment s'écrit-il ? (définir les paramètres apparaissant dans son expression). Quelle est sa dimension ? Quand a-t-on le régime laminaire (respectivement turbulent) en fonction de ce paramètre ?

Pour un écoulement autour d'un objet, de combien est la limite sur ce paramètre entre régimes laminaire et turbulent ? Même question pour un écoulement dans un tuyau cylindrique.

Exercice 1. Trompe à eau

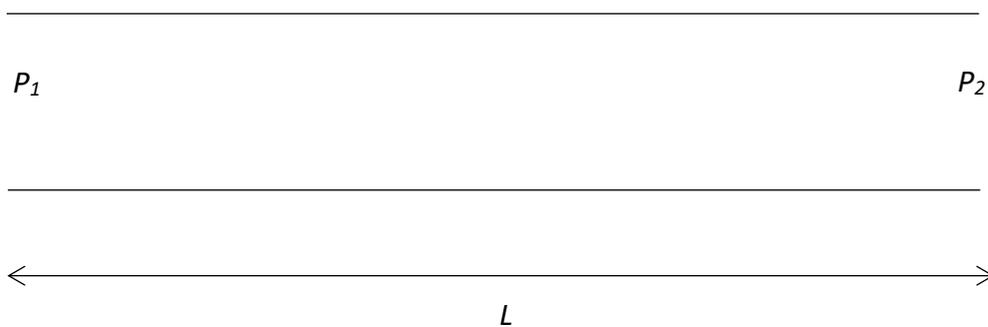
Une trompe à eau est un dispositif servant à faire le vide. Elle est en général constituée d'un réservoir ouvert de grande section dont le niveau en D est maintenu constant. L'eau s'écoule par un tube de section constante  $s$  sauf en un point B où il présente un rétrécissement et où la section est  $s_1 = s/4$ . En B, le tube est mis en communication avec un récipient C initialement rempli d'air à la pression atmosphérique. En fonctionnement l'eau ne pénètre pas dans C. On étudie maintenant ce dispositif lorsque le régime permanent est établi. On suppose que l'eau est un fluide parfait incompressible. On note  $P_0$  la pression atmosphérique et on prend  $P_0 = 10^5$  Pa. On supposera que la pression en D et A est  $P_0$ .



- a) Calculer la vitesse  $v_A$  de l'eau au point A. En déduire la vitesse  $v_B$  au point B.  
On donne  $H = 50 \text{ cm}$ ,  $h = 10 \text{ cm}$ ,  $s = 1 \text{ cm}^2$  et  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$
- b) Calculer la pression en B, et faire l'application numérique. Conclure.

Exercice 2 : Pertes de charge dans une conduite droite

On considère maintenant de l'eau en écoulement dans un tuyau cylindrique de section  $S$  constante, de longueur  $L$ . Sur le schéma ci-dessous, l'eau s'écoule de la gauche vers la droite.



- 1) Si on considère l'eau comme un fluide parfait, que peut-on dire de la pression  $P_2$  en aval par rapport à la pression  $P_1$  en amont ?
- 2) On considère maintenant l'eau comme un fluide visqueux, de viscosité  $\eta$ . On rappelle la loi de Poiseuille pour un écoulement d'un fluide visqueux dans une conduite cylindrique :

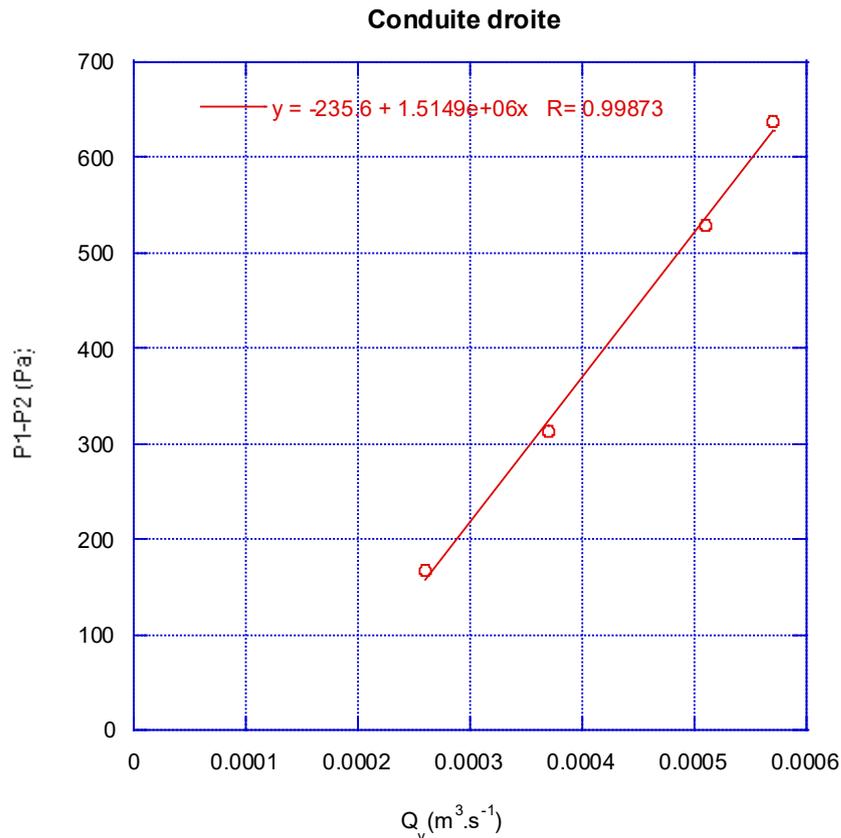
$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{8\eta L}{\pi R^4} Q_v$$

où :

$R$  est le rayon de la conduite cylindrique

$Q_v$  est le débit volumique

On mesure  $\Delta P$  en fonction de  $Q_v$  et on obtient la courbe suivante :



Le diamètre de la conduite est  $D = 22.5$  mm, la longueur est  $L = 535$  mm

- 1) Comparer la pente de la droite obtenue expérimentalement à la valeur théorique issue de la loi de Poiseuille.
- 2) Évaluer le nombre de Reynolds, et conclure sur la validité de la loi de Poiseuille dans ce cas.

### Exercice 3. Viscosimètre à chute de bille

Afin de mesurer la viscosité  $\eta$  d'un liquide, on lâche une bille dans le liquide sans vitesse initiale, et on mesure son temps de chute entre deux points situés sur une même verticale. On suppose dans la suite que  $Re \ll 1$ .

- a) Faire le bilan des forces exercées sur la bille, et écrire le principe fondamental de la dynamique appliqué à la bille. Le projeter sur l'axe  $Oz$  orienté vers le bas, et en déduire une équation différentielle sur  $v_z$ , la vitesse de la bille.
- b) Résoudre cette équation pour obtenir  $v_z(t)$ . Tracer l'allure de la courbe obtenue.
- c) Trouver l'expression du temps caractéristique  $\tau$  associé à la chute de la bille, et de la vitesse limite de la bille  $v_{lim}$ .
- d) Application numérique : on considère une bille d'acier (masse volumique  $7.85 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) dans de l'huile ( $\eta = 1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ ,  $\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ). Calculer  $\tau$ ,  $v_{lim}$  et  $Re$  dans le cas d'une bille de 1 cm de rayon et dans celui d'une bille de 1 mm de rayon. Commenter le résultat, notamment sur la validité du raisonnement effectué.
- e) Refaire les calculs dans le cas de l'eau et conclure.