

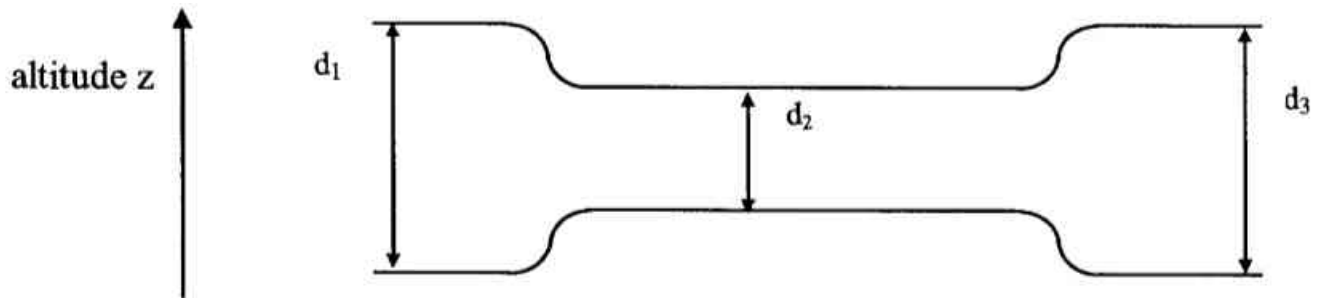
Devoir n°2: dynamique des fluides

On prendra pour tout les exercices: - pression atmosphérique $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$
 - accélération de la pesanteur: $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$
 - masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$

Exercice 1 : mur capteur « Trombe » (BTS bâtiment 2009)

Un « mur capteur » utilise l'énergie solaire pour chauffer une pièce.

1- Sur certains types de murs capteurs, on pratique des ouvertures horizontales (aussi appelées événements) dans les parties basses et hautes du mur en béton; le dispositif s'appelle alors « mur Trombe » (du nom de son inventeur). On suppose que les ouvertures, situées dans la partie haute du mur, ont le profil suivant (en vue transversale, sans souci d'échelle).



On suppose que l'air ascendant situé entre la vitre et le mur arrive à l'entrée, de diamètre $d_1 = 10 \text{ cm}$, d'un événement supérieur avec une vitesse $v_1 = 20 \text{ cm.s}^{-1}$. Le diamètre intérieur de l'événement d_2 vaut la moitié de d_1 . Le diamètre de sortie de l'événement (côté intérieur) a la même valeur que celui de l'entrée $d_3 = d_1$.

1.1- **Rappeler** l'expression de l'équation, dite de continuité, qui traduit la conservation du débit volumique, noté Q_v , en fonction de S (surface) et v (vitesse).

1.2- Grâce à cette relation et à l'énoncé, **montrer** que la vitesse à l'intérieur de l'événement, notée v_2 , vaut 80 cm.s^{-1} .

1.3- Grâce à la géométrie de la conduite, **donner** la valeur de la vitesse de l'air v_3 , à la sortie de l'événement.

2- Afin de commander simplement l'ouverture et la fermeture de l'événement supérieur, on cherche à déterminer l'écart de pression entre l'intérieur de l'événement et la pièce (sortie de l'événement supérieur).

2.1 **Donner** l'équation de Bernoulli (en l'absence de machine hydraulique).

2.2 **En déduire** que l'expression de la dépression entre la pression P_2 (à l'intérieur de l'événement) et P_3 (pression à la sortie de l'événement) en fonction de v_1 peut s'écrire : $P_2 - P_3 = \frac{-15}{2} \rho v_1^2$

2.3 **Calculer** cette dépression si l'on donne la valeur de la masse volumique ρ de l'air $1,2 \text{ kg.m}^{-3}$.

2.4 La partie interne de l'événement a une surface d'aire $A = 750 \text{ cm}^2$. **Calculer** la force due à la dépression sur

cette surface.

Exercice 2 : étude d'une pompe (d'après le BTS maintenance industrielle 2008)

Une pompe se situe à une hauteur $h = 40$ m en dessous d'un réservoir d'eau potable de volume $V_e = 100$ m³. Le réservoir doit être rempli en une durée θ égale à une heure.

Les pertes de charges sont négligées.

Les conduites utilisées sont à section circulaire de diamètre $D = 175$ mm.

La vitesse de l'eau au niveau bas v_b est nulle.

La pression de l'eau au niveau bas est égale à $P_b = 1,05 \cdot 10^5$ Pa

La pression de l'eau au niveau maximum est égale à $P_h = 1 \cdot 10^5$ Pa (pression atmosphérique)

Données :

Equation de Bernoulli généralisée pour un écoulement permanent (*de 1 vers 2*) d'un fluide parfait incompressible :

$$\frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) + \rho g (z_2 - z_1) + (P_2 - P_1) = \frac{P_{\text{upompe}}}{Q_v}$$

1- **Faire** un schéma simple de la situation.

2- Vitesse d'écoulement de l'eau v_{eau}

2.1 **Calculer** le débit volumique Q_v de la pompe exprimé en m³.s⁻¹.

2.2 **Calculer** l'aire S de la section de la conduite exprimée en m².

2.3 **Calculer** la vitesse v_{eau} d'écoulement de l'eau dans la conduite exprimée en m.s⁻¹.

3- Puissances

3.1 **Calculer** le débit massique Q_m de cette pompe exprimé en kg.s⁻¹.

3.2 **Exprimer** la puissance utile P_{up} de la pompe en fonction des données. **Vérifier** que P_{up} est égale à 11,0 kW.

3.3 **Calculer** le travail W reçu par un kilogramme d'eau, exprimé en J.kg⁻¹.

3.4 Sachant que le rendement η_m du groupe moteur-pompe est de 70%, **calculer** la puissance électrique $P_{\text{élec}}$ du moteur d'entraînement de la pompe.