

TP 1 – Écoulement dans un tube

Travail en binôme, un compte rendu par binôme à rendre à la fin de la séance.

Le but de ce TP est de mettre en évidence le rôle de la viscosité dans l'écoulement d'un liquide à travers un tube, et de comprendre dans quelles conditions son effet n'est pas négligeable.

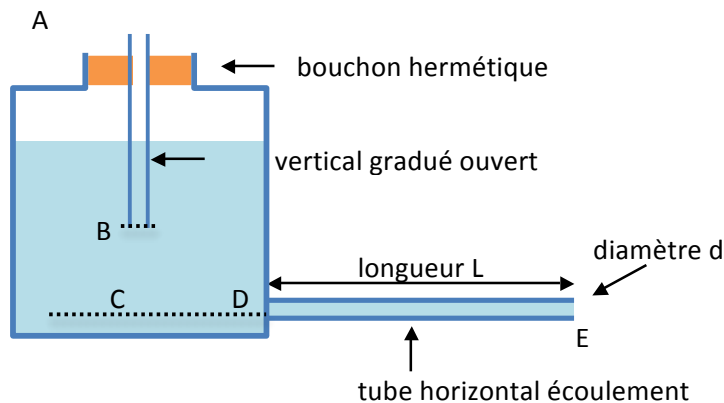
Pour ce faire, nous allons mesurer le débit volumique Q à travers un tube d'écoulement en fonction de différents paramètres :

- la pression du liquide à l'entrée du tube
- la longueur du tube
- le diamètre du tube

et nous essayerons d'en déduire une loi qui relie tous ces paramètres.

Matériel

Voici une représentation schématique du montage de base que vous allez utiliser pour ce TP :



Différents tubes pour l'écoulement sont présents dans la salle de TP et leurs caractéristiques géométriques sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

L (m)	1,5	1,8	2	2	2	2	3	4
d (mm)	4	4	4	4	5	6	4	4

En comparant les résultats obtenus pour des différentes valeurs des paramètres géométriques et de la variation de pression entre l'entrée et la sortie du tube, $\Delta P = P_D - P_E$, vous pourrez remonter à la relation liant les différentes grandeurs.

Chaque binôme effectuera les mesures sur un tube différent.

Vous disposez également de

- chronomètres
- balances
- divers réservoirs

Pression d'entrée

Si le réservoir est *ouvert* (sans le bouchon) et se vide à travers le tube d'écoulement, la pression à l'entrée de ce tube (point C) varie. Pourquoi ?

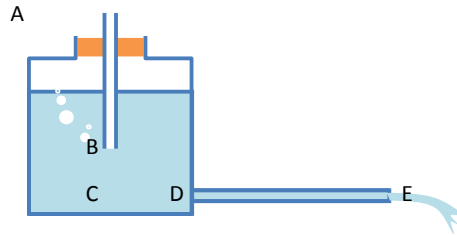
Fermer le réservoir avec un bouchon muni d'un tube vertical gradué permet de maintenir constante la pression à l'entrée du tube d'écoulement (point D).

Le tube gradué peut coulisser dans le bouchon : on peut ainsi **fixer la position de son extrémité du bas** (la graduation 0 correspond à la situation où les points B et D sont au même niveau).

Si on laisse l'eau s'écouler à travers le tube horizontal, au bout d'un certain temps le tube vertical se vide et l'air commence à rentrer, en faisant des bulles (figure).

En raisonnant sur les pressions aux points A, B, C, D et E, expliquez pourquoi la pression au point D reste constante lors de l'écoulement :

- Que vaut la pression au niveau du bas du tube gradué (point B) ?
- Que vaut alors la pression à l'entrée du tube d'écoulement (point D) ?
- Que vaut la différence de pression entrée-sortie du tube $\Delta P = P_D - P_E$?
- Comment peut-on régler sa valeur ?



Mesure du débit

Rappeler la définition de débit. Comment mesurer le débit Q à travers le tube d'écoulement le plus précisément possible avec le matériel mis à disposition ?

Manipulations

Chaque binôme choisi un tube différent. **Mesurez le débit Q et la pression ΔP** , pour des différentes conditions géométriques correspondant à autant de valeurs différentes de la variation de pression ΔP . **N'oubliez pas de préciser les valeurs de d et L pour le tube utilisé.**

Reportez vos mesures dans un tableau | Q | ΔP | (vous pouvez ajouter des colonnes pour les mesures des grandeurs intermédiaires).

Précautions à prendre lors des mesures :

- Bien remplir le réservoir (autour de 10 L ou plus) ;
- Bien vérifier **l'horizontalité du tube d'écoulement** ;
- Il est important de **bien attendre l'établissement d'un régime permanent** avant de commencer de mesurer le débit. Pour cela, laisser couler l'eau quelques secondes avant de faire les mesures, jusqu'à l'apparition des premières **bulles** ;
- Ne pas hésiter à ajuster les temps de mesure pour avoir des valeurs pas trop faibles du débit ;
- Ne pas hésiter à refaire plusieurs fois une même mesure si vous le pensez utile ;
- Prendre soin d'explorer un **grand intervalle de valeurs de ΔP en insistant sur les faibles pressions** (hauteurs du tube gradué entre 0 et 10) car c'est dans ces limites que le comportement du fluide peut être décrit par une loi simple.
- Observez l'écoulement du jet en sortie du tube pour les petites et grandes valeurs de ΔP . Notez-vous des différences dans la nature de l'écoulement ? Prenez-en note.

Incertitudes

Pour des conditions géométriques données, faire 3 ou 4 fois la même mesure du débit. Estimez alors grossièrement **l'incertitude absolue ΔQ sur les mesure du débit Q** .

Exprimez la différence de pression ΔP en fonction des grandeurs mesurées. Quelle grandeur est affectée d'incertitude ? Estimez **l'incertitude absolue $\Delta(\Delta P)$** .

Analyse des données expérimentales

Tracez vos résultats dans un graphe représentant ΔP comme fonction de Q . Reportez les barres d'erreur sur les points de mesure.

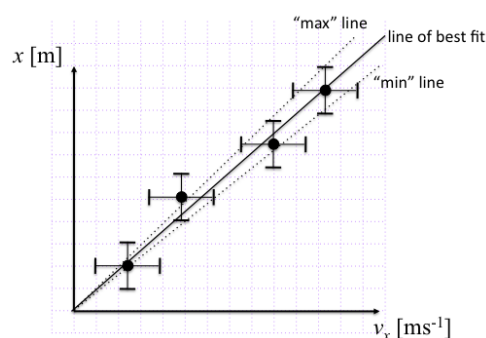
Pour des valeurs ΔP inférieurs à une valeur critique, **le comportement observé est linéaire** :

$$\Delta P = R Q$$

où la constante R la « résistance hydraulique » à l'écoulement : $\Delta P = RQ$).

Estimer *graphiquement* la valeur de la constante de proportionnalité R en traçant la « meilleure » droite passant par tous les points. En traçant cette droite, on doit minimiser les écarts entre celle-ci et les points expérimentaux. Idéalement, la droite passe par tous les domaines d'incertitude.

Estimez *graphiquement* l'incertitude ΔR en traçant les droites de pente maximale et minimale passant par tous les domaines d'incertitude. La figure suivante est donnée à titre d'exemple :



Remarque : il se peut que votre « meilleure droite » ne passe pas, comme elle devrait, par l'origine (0,0). Dans ce cas, pouvez-vous deviner la source de cette erreur systématique ?

Comparez vos résultats avec ceux des autres groupes. Trouvez-vous les mêmes valeurs de R ? Pourquoi ?

Création d'une banque de données commune

Pour pouvoir étudier le rôle des paramètres géométriques du système, **d et L** , sur son comportement, nous avons besoin des résultats de tous les binômes. **Construire et remplir, au tableau de la salle TP et dans vos cahiers, la table suivante :**

groupe (prénoms)	d	L	R	ΔR

Ces données seront exploitées dans le prochain cours-TD.

Domaine de validité

Le comportement du système change pour des valeurs de ΔP supérieurs à un seuil critique. Pourquoi ? Commentez en comparant avec les observations effectuées avant sur la nature du jet en sortie du tube.