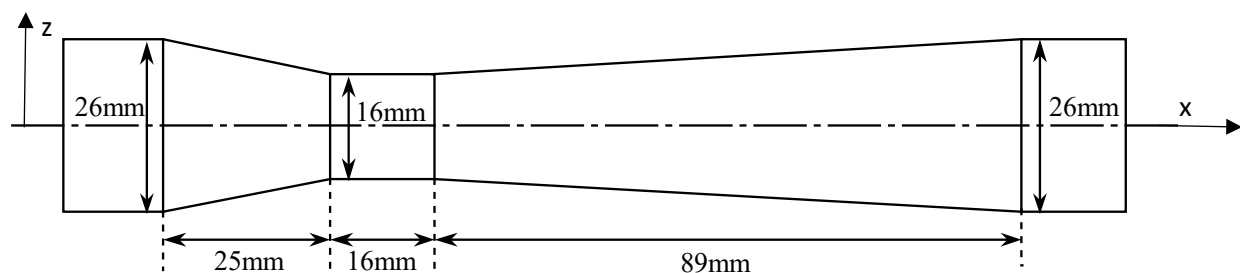


Mécanique des Fluides**Contrôle du 13/01/2025****Durée : 2h***Les calculatrices non programmables sont autorisées.**Tous documents sont interdits.***Exercice 1 : Glaçon dans un verre d'eau**

On considère un glaçon de forme cubique de côté $a=1$ cm flottant en équilibre dans un verre d'eau rempli à ras bord. On notera ρ_g la densité du glaçon, ρ_e celle de l'eau et ρ_a celle de l'air. On a $\rho_g = 0,92 \rho_e$.

1. Trouver la hauteur immergée h du glaçon. Faire l'application numérique.
2. Lorsque le glaçon fond, le verre déborde-t-il ?

Exercice 2 : tube de Venturi

En travaux pratiques, des étudiants travaillent sur un écoulement d'eau dans un tube de Venturi horizontal représenté sur la figure ci-dessus. L'écoulement est selon l'axe x , axe des abscisses suivant lequel le diamètre du tuyau cylindrique varie. Il est considéré comme stationnaire et incompressible.

- 1) Qualitativement, comment doit varier la pression le long de l'axe x , en supposant que l'écoulement est celui d'un fluide parfait ?
- 2) On réalise des prises de pression pour différentes abscisses x_i le long du tube de Venturi, grâce à des tubes verticaux (non représentés sur le schéma) situés à ces différentes abscisses. La hauteur de l'eau dans un tube situé à l'abscisse x_i est notée h_i , et la pression à la même abscisse est notée P_i . On admettra alors qu'on a :

$P_1 - P_i = \rho g(h_1 - h_i)$, où P_1 est la pression au niveau de la première abscisse x_1 . L'expérience consiste pour les étudiants à mesurer, pour un débit d'eau donné réglé grâce à un robinet situé en amont, toutes les hauteurs h_i (11 valeurs en tout, autant que d'abscisses x_i).

Comment varie h_i en fonction de x_i qualitativement ?

- 3) Montrer en utilisant Bernoulli et la conservation du débit volumique qu'on a :

$$\frac{h_i - h_1}{v_4^2/2g} = \left(\frac{S_4}{S_1}\right)^2 - \left(\frac{S_i}{S_1}\right)^2$$

avec $i = 2$ à 11 , où les S_i sont les sections correspondant aux abscisses x_i , et v_4 la vitesse au niveau de l'abscisse x_4 .

4) On définit la fonction suivante :

$$g(x) = \frac{h_i(x) - h_1}{\frac{v_4^2}{2g}} \quad (i = 2 \text{ à } 11)$$

Quelle grandeur physique varie comme la fonction $g(x)$?

Le graphe ci-dessous a été tracé par un binôme d'étudiants. En noir est représentée la fonction f définie par :

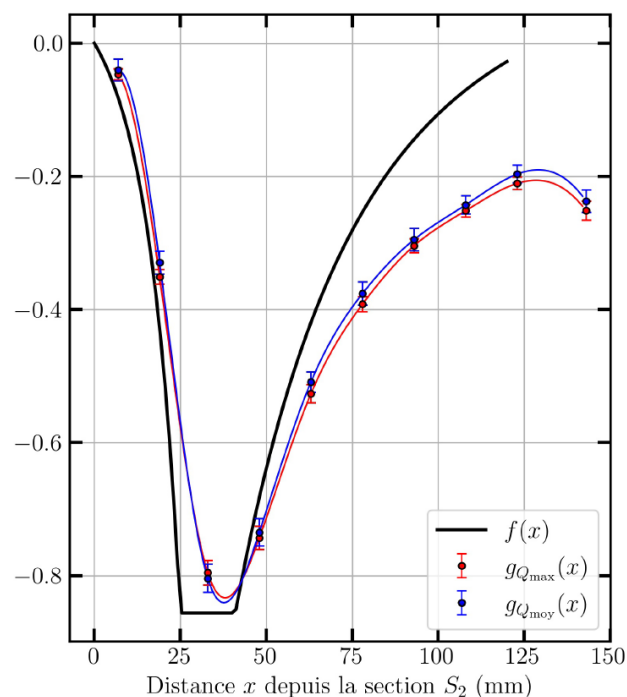
$$f(x) = \left(\frac{S_4}{S_1}\right)^2 - \left(\frac{S_4}{S(x)}\right)^2$$

où $S(x)$ est la section à l'abscisse x .

- Que peut-on remarquer sur la fonction f ? Dépend-elle du débit volumique ?
- De plus, toujours sur le même graphe, ils ont tracé les deux fonctions g obtenues expérimentalement correspondant à deux débits volumiques différents (respectivement en rouge et en bleu).

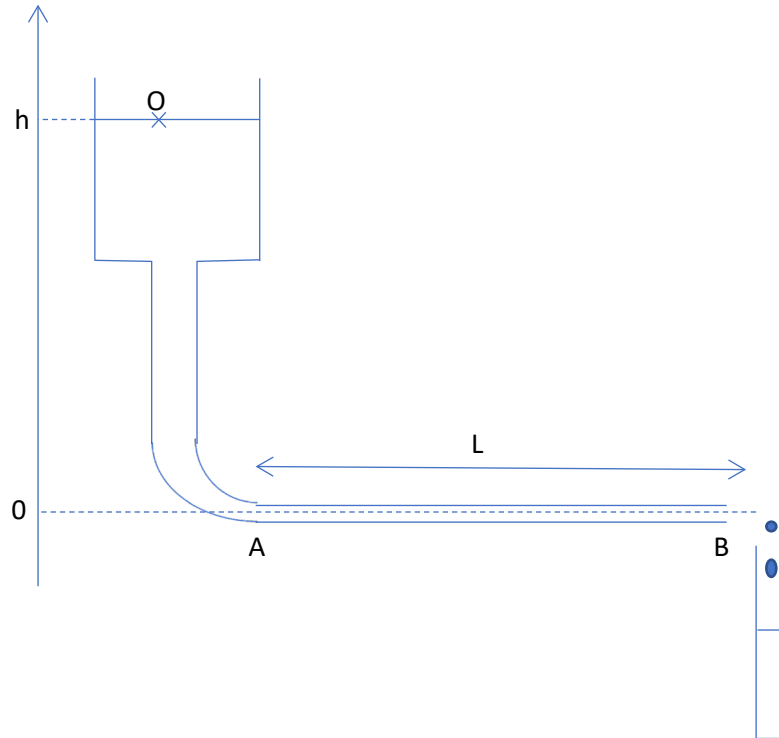
D'après ce graphe, les fonctions g obtenues dépendent-elles du débit volumique ?

- Commenter et discuter les résultats présentés sur ce graphe.



Exercice 3 : mesure de la viscosité de l'eau

- 1) Lors d'un projet expérimental visant à mesurer la viscosité de l'eau, des étudiants ont réalisé le dispositif schématisé ci-dessous :



On fait passer l'eau dans un petit capillaire de longueur L et de diamètre D . Le capillaire est relié en amont via un tuyau souple (de diamètre beaucoup plus grand que celui du capillaire) à un réservoir d'eau de grand diamètre. La pression à l'entrée du capillaire (point A) est ainsi fixée par la hauteur d'eau h . La pression à la sortie du capillaire (point B) vaut la pression atmosphérique P_0 .

On rappelle que la loi de Poiseuille s'écrit :

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

Où ΔP est la différence de pression entre l'amont et l'aval d'un tuyau cylindrique, L est la longueur du tuyau, R son rayon, η est la viscosité du fluide, et Q_v le débit volumique.

On donne :

$$D = 1 \text{ mm}$$

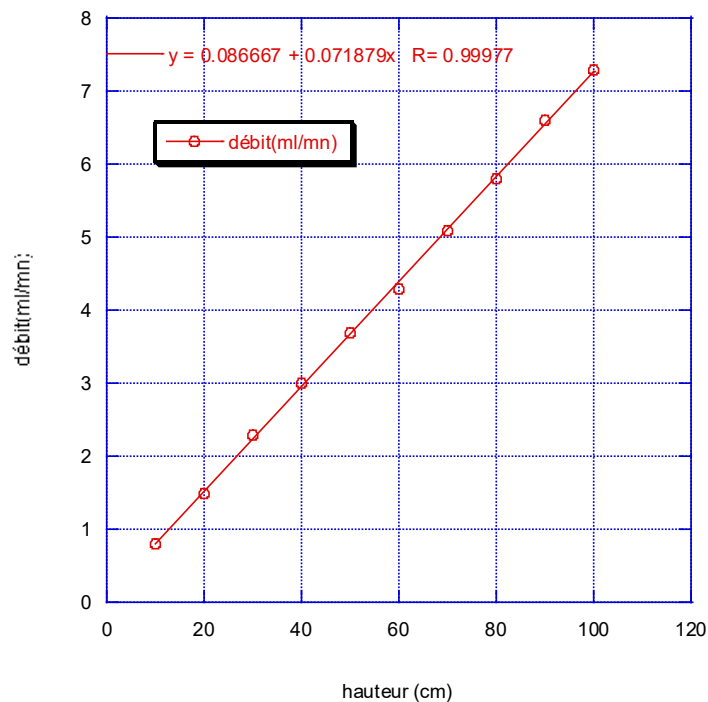
$$L = 200 \text{ cm}$$

- Quelle est la condition de validité de la loi de Poiseuille ?
- Pourquoi fait-on passer l'eau dans un fin capillaire ? Quelle loi espère-t-on ainsi pouvoir appliquer entre A et B ? L'écrire explicitement avec les notations de l'énoncé.
- Quelle loi peut-on appliquer entre O et A à votre avis ? Montrer que moyennant une hypothèse que l'on vérifiera à la fin, on peut faire l'approximation suivante :

$$P_A - P_B \approx \rho g h$$

- A l'aide du b) et du c) , écrire Q_v en fonction de h .

- e) Comment peut-on mesurer Q_v ici ? Les étudiants ont mesuré le débit volumique Q_v (en mL/mn) en fonction de la hauteur h , pour h entre 0 et 100 cm, tous les 10 cm. Ils ont obtenu le graphe ci-dessous :



Sur ce graphe, sont représentés les points expérimentaux (cercles rouges), ainsi que l'ajustement linéaire (droite rouge) *avec son équation*.

Expliquer comment on peut en déduire la viscosité de l'eau à l'aide des données apparaissant sur le graphe, et le faire. La valeur obtenue correspond-elle à celle que vous connaissez ?

- f) Vérifier que l'hypothèse du c) est bien vérifiée.
g) Vérifier que la loi de Poiseuille s'appliquait bien dans ce cas (cf question a).