

MP03 : Dynamique des fluides

Armél JOUAN, Géraud DUPUY

June 6, 2021

1 Viscosimètre à chute de bille, [1] p.432

1.1 Principe

Matériel :

- Grande éprouvette graduée
- Huile de silicone de viscosité et masse volumique tabulée
- Set de masse de différents diamètres (tabulé)
- Chronomètre
- pied à coulisse
- balance
- thermomètre

On lâche des billes de la hauteur maximale, avec le moins de vitesse possible. Quand elle passe une graduation fixée (type 900 mm), on déclenche le chrono. quand elle repasse une autre hauteur fixée (type 300 mm), on stop le chrono. On fait ça 5-6 fois par type de bille. Avec environ 6 types de bille différentes.

Par ailleurs, on mesure le plus précisément possible les masses volumiques des billes et de l'huile si besoin.

1.2 Exploitation

- On calcule une vitesse typique, on en tire le nombre de Reynolds et le fait qu'on est en régime visqueux.
- On suppose que le régime établi est obtenu.
- On trace et ajuste $V = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{2}{9} \frac{\rho_{bille} - \rho_{fluide}}{\eta} r^2 g \left(1 - 2.1 \frac{r}{R}\right)$ (correction au modèle de Stokes pour prendre en compte les effets de bord).

- Le dernier terme est une correction due aux bords (à commenter rétrospectivement pour savoir si elle a de l'intérêt (possiblement tracer $\frac{V}{r^2}(r)$).
- Bien expliquer que le fait de prendre des graduations d'écart, c'est pour limiter les perturbations du aux effets de bord (détaillées dans [1]).
- Confirmer l'hypothèse du régime permanent avec la plus grosse boule.
- Parler de l'impact de la température, et de la propreté de la solution.
- On en extirpe la valeur de la viscosité. Comparer à la valeur tabulée

1.3 Remarques

- Bien penser à calculer le Reynolds de l'écoulement !
- Se refaire une culture sur le régime de Stokes

2 Ecoulement dans une conduite cylindrique et loi de Poiseuille, [1] p.441

2.1 Principe

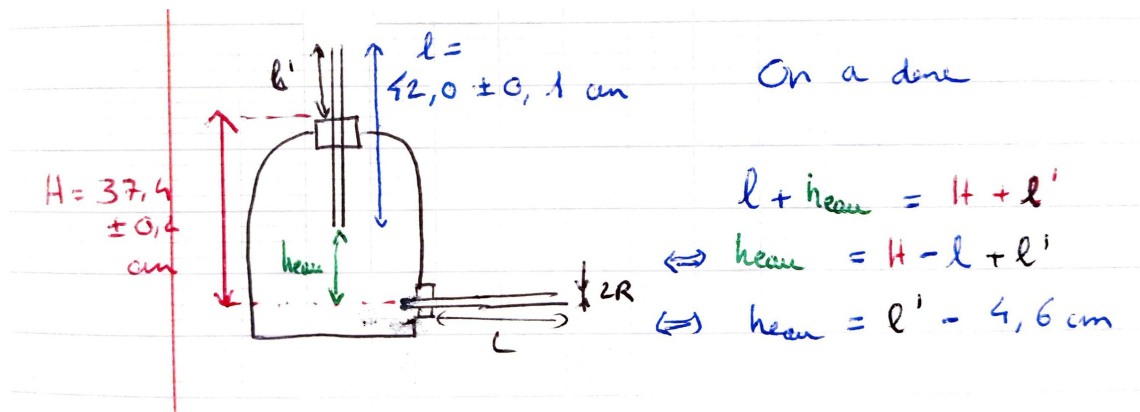
Matériel:

- Vase de Mariotte
- Longs tubes, de diamètre D et de longueur L connus (ou bien réglet + pied à coulisse)
- Tube pour piloter la hauteur d'eau (~ 40 cm)
- balance
- chronomètre
- 2-3 béciers

Mesurer la longueur l du tube et la hauteur H séparant la base du tube avec la sortie d'eau, en déduire h_{eau} à partir de la longueur émergente l' du tube selon :

Après quoi, pour différentes h_{eau} , mesurer le **débit massique** à l'aide de la balance et du chronomètre (typiquement Δt pour $\Delta m = 20$ g) en déclanchant le chronomètre après que le régime de Poiseuille se soit établi (typiquement au bout de 20 g d'eau débitée). La relation suivantesur le **débit volumique** permet de remonter à la valeur de la viscosité dynamique de l'eau :

$$Q_v = \frac{\pi D^4}{128\eta} \frac{\rho g h_{eau}}{L}$$



2.2 Exploitation

- Pour différentes hauteurs d'eau, mesurer le débit ; en déduire par régression linéaire $Q_v = f(h_{eau})$ la valeur de la viscosité η .
- En direct, prendre un point et le placer sur la courbe
- Bien décrire la manip, les hypothèses, et la notion de longueur d'établissement.

2.3 Remarques (cf[1])

- Evaluer le nombre de Reynolds
- Se refaire une culture sur Poiseuille et la notion de longueur d'établissement.

3 Soufflerie : mesure de coefficients de trainée, [1] p.455

3.1 Principe

Matériel :

- Soufflerie + alimentation
- Anémomètre à fil chaud et lecteur
- Ensemble de pièces sur le crochet
- Petit chariot
- Pied à coulisse

Pour différents objets (typiquement un disque, une sphère et un objet profilé), pour différentes vitesses de la soufflerie, on mesure la force de trainée appliquée. On a une relation donnée par $F = \frac{1}{2}\rho SC_x v^2$. On calcule le nombre de Reynolds et on se rend compte qu'on est dans le régime où C_x est constant.

Pour chaque objet, déterminer la section à l'aide du pied à coulisse.

Pour chaque mesure, se placer à une certaine vitesse, la mesurer en l'absence de chariot et d'objet, puis rajouter le chariot et l'objet et réaliser la mesure de force correspondante (la valeur de la vitesse qui compte est celle de l'écoulement loin de l'objet).

3.2 Exploitation

- On trace F en fonction de v^2 . On a une droite avec une pente qui permet de trouver C_x . Utiliser le code python (cf [1] p.48 pou) pour le traitement de données.
- On vérifie à chaque fois être dans la bonne gamme de nombre de Reynolds.
- Bien identifier les sources d'incertitudes (principalement la mesure de force)

3.3 Remarques

- **Le dynamomètre est gradué en dixièmes de Newtons !**
- Cf [1] pour les calculs de nombre de Reynolds
- Ne pas utiliser l'objet profilé (en forme de zeppelin)
- Source d'incertitude sur le zéro du dynamomètre : ordonnée à l'origine + erreur aléatoire sans doute (hystérésis de retour à zéro)
- Pour l'anémomètre à fil chaud, bien faire attention à ce que le fil soit découvert, et à ce que le point blanc en haut de la sonde fasse face à l'écoulement.
- Pour un objet, réaliser les mesures en augmentant la valeur de la vitesse.
- Pour retirer/remettre l'objet, enlever la grille du fond !
- Plutôt prendre un petit disque pour limiter les effets de bord

Bibliographie

- 1 Physique expérimentale, de Boeck, chap V et VI
- 2 CR MP03 Manon