

# Dynamique des fluides

## Introduction

En mécanique des fluides, deux limites sont usuellement étudiées : les écoulements visqueux et les écoulements parfaits. Il est essentiel de comprendre que la limite à considérer est liée non seulement au fluide, mais aussi aux caractéristiques de l'écoulement, et donc du dispositif expérimental employé.

Pour caractériser l'écoulement on utilise le nombre de Reynolds :  $Re = \frac{\tau_{onv}}{\tau_{diff}} = \frac{\rho L U}{\eta}$

Si  $Re \ll 2000$  alors l'écoulement est turbulent, si  $Re \gg 2000$  alors l'écoulement est inertiel

## I Écoulements laminaires

### 1) Viscosimètre à chute libre

On mesure la température pour vérifier qu'elle ne change pas lors de la mesure en direct. On mesure la masse volumique de l'huile de silicone et la masse volumique des billes.

On lâche les billes dans l'éprouvette contenant l'huile, en étant le plus au centre possible afin de limiter les effets de bord. Selon le rayon de la bille, le temps de chute libre est différent, on mesure la vitesse de chaque bille selon son rayon (on repère deux graduations de l'éprouvette, il faut attendre que le régime permanent soit atteint).

En régime permanent :  $v = v_{lim} = \frac{2(\rho_{bille} - \rho_{huile})g}{9\eta} r^2 (1 - 2,1 \frac{r}{R})$ , R est le rayon de l'éprouvette

On en déduit la viscosité dynamique de l'huile et on calcule Re (on vérifie qu'il est faible).

Nous venons de voir une méthode possible pour mesurer la viscosité. Nous allons maintenant étudier un écoulement caractéristique des vaisseaux sanguins : l'écoulement de Poiseuille.

### 2) Écoulement de Poiseuille

On remplit un vase de Mariotte d'eau et on fixe un tube au bout du robinet sur lequel on a mis du téflon sur les deux bouts (afin d'assurer l'étanchéité et d'éviter qu'une goutte d'eau ne se forme au bout du tube, qui changerait alors la pression). On vérifie avec un niveau à bulle que le montage est bien horizontal. Au bout du tube, on place un bécher vide sur une balance afin de recueillir l'eau. On mouille un peu le bouchon du vase pour s'assurer qu'il soit bien fixé et hermétique. On place un tube dont on va faire varier la profondeur dans l'eau, on note h la distance entre le bas du tube et la hauteur du robinet du vase. Pour différentes valeurs de h, on mesure le débit en sortie du tube (on mesure la masse d'eau dans le bécher pour un temps donné).

$Q_v = \frac{\pi D^4 \rho g}{128 \eta L} h$ , L est la longueur du tube, D est le diamètre du tube

On calcule  $\eta$  puis Re et on vérifie qu'il est inférieur à la valeur critique.

## II Écoulements inertiels

### 1) Tube de Pitot

On cherche à vérifier la loi de Bernoulli avec le tube de Pitot (on utilise une soufflerie). On place le tube sur le chariot et on mesure la vitesse grâce à un anémomètre, on mesure également la différence de pression correspondante, on recommence pour plusieurs valeurs de vitesse.

$$v = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

### 2) Force de traînée

On veut retrouver le coefficient de traînée :  $C_x = \frac{F}{\frac{1}{2}\rho S v^2}$ , S est la surface « maximale » de l'objet.

On place un objet (sphère, disque...) sur le chariot que l'on accroche au système de mesure de la force. Pour une vitesse donnée, on mesure une certaine force. On relève la force pour plusieurs vitesses et on remonte à  $C_x$ . On met en évidence la différence d'aérodynamisme entre deux objets.

On calcule Re pour vérifier qu'il est élevé.

## Conclusion

On a vu des situations pour lesquelles les nombres de Reynolds étaient différents. Cela nous a permis de déterminer des caractéristiques importantes de fluides telle que leur viscosité. Nous avons également étudié l'aérodynamisme à petit échelle. L'étude de petits objets à Re fixé permet de modéliser des objets réels tels que des voitures ou des avions.

## Bibliographie

-Physique expérimentale-optique, mécanique des fluides, ondes et thermodynamique, ALD

## Questions

- Principe de l'anémomètre à fil chaud ?  
➔ Lorsque le fluide s'écoule il modifie la température du fil. Ce dernier est asservi en température. On envoie un courant pour maintenir la température constante. C'est ce courant qui permet de remonter à la vitesse de l'écoulement.
- Problème de l'anémomètre à hélice ?  
➔ Il faut le mettre en sortie de la soufflerie, et le tenir à la main. Cela perturbe beaucoup l'écoulement à l'intérieur.

- Re pour l'écoulement de Poiseuille si on le définit par le rapport des termes convectif et diffusif ?
  - ➔ On aurait  $Re = 0$  car il s'agit d'un écoulement à cisaillement, le terme convectif est nul par définition.
- Qu'est-ce que l'huile de silicone ? Pourquoi l'utiliser ?
  - ➔ Elle est composée de longues chaînes carbonées, il en existe plusieurs types. Elle s'hydrate moins que le glycérol.