

# MP03 DYNAMIQUE DES FLUIDES

2 avril 2020

MONNET Benjamin &

## Niveau : L3

## Commentaires du jury

## Bibliographie

✦ Jolidon

→ Les expériences

✦ *hydrodynamique physique*, Guyon, Hulin, Petit

→ La théorie

## Prérequis

➤

## Expériences

☞ Viscosimètre à bille

☞ Viscosimètre à bille

☞ Tube de Pitot

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Ecoulement rampant</b>	<b>2</b>
1.1	Ecoulement de Poiseuille . . . . .	2
1.2	Viscosimètre à bille . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Fluide parfait</b>	<b>3</b>
2.1	Tube de Pitot . . . . .	3

## Introduction

La mécanique des fluides est décrite par l'équation de Navier -Stokes :

$$\rho \left[ \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \vec{\nabla}) \vec{v} \right] = -\vec{\nabla} P + \rho \vec{g} + \eta \Delta \vec{v}$$

La résolution de cette équation n'a toujours pas été réussie et donc aucune solution analytique n'existe à ce jour. Des approximations sont donc faites sur cette équation. La plus connue consiste à comparer le terme d'advection et le terme de viscosité. On appelle le nombre ainsi formé le nombre de Reynolds :

$$Re = \frac{|\rho(\vec{v} \cdot \vec{\nabla}) \vec{v}|}{|\eta \Delta \vec{v}|} = \frac{\rho U L}{\eta}$$

où U et L sont respectivement la vitesse et la longueur caractéristiques de l'écoulement.

On distingue en général deux cas limites :

- $Re \ll 1$  : écoulement visqueux (on néglige le terme d'advection)
- $Re \gg 1$  : écoulement turbulent (on néglige les frottements visqueux)

↓ Nous allons essayer de caractériser un peu ces écoulements

## 1 Ecoulement rampant

### 1.1 Ecoulement de Poiseuille

On appelle écoulement de Poiseuille cylindrique un écoulement à symétrie cylindrique piloté par l'équation :

$$\eta \Delta \vec{v} = \vec{\nabla} P$$

Cet écoulement est donc considéré comme stationnaire et on néglige le poids. Avec les symétries, on a  $\vec{v} = v(r) \vec{e}_z$ . On peut alors remonter au débit massique :

$$Q = \frac{\pi}{128\nu} \frac{\Delta P}{L} D^4$$

En utilisant un vase de Mariotte, on a :

$$\Delta P = \rho_{eau} g h - \frac{1}{2} \rho_{eau} U^2 \approx \rho_{eau} g h$$

Donc :

$$Q = \frac{\pi}{128\nu} \frac{\rho_{eau} g h}{L} D^4$$

Nous allons utiliser cette loi pour essayer de remonter au coefficient de viscosité dynamique  $\nu$ .



### Écoulement de Poiseuille

🔗 Jolidon p440



- Mettre en place
- Penser à déposer du carbone avec une alumette à l'extrémité afin de la rendre hydrophobe
- Mesurer pour différents gradients de pression

On trace ensuite  $Q = a * h + b$  et on en déduit  $\nu$  ainsi que les incertitudes qui vont avec.

## 1.2 Viscosimètre à bille

Le but maintenant va être de regarder la force exercé sur un objet pour remonter à  $\eta$ . Pour ça, on utilise la vitesse de Poiseuille :

$$V = \frac{2}{9} \frac{(\rho_{bille} - \rho_{fluide})g}{\eta} R^2$$



### Viscosimètre à bille

✍ Jolidon



On trace  $V = f(R^2)$ .

On peut vérifier que les les hypothèses :

- $Re = \frac{V\rho R}{\eta} \approx \frac{10^{-2} \times 10^3 \times 10^{-3}}{1} \approx 10^{-2} \ll 1$
- On vérifie que la vitesse de la bille a l'air constante

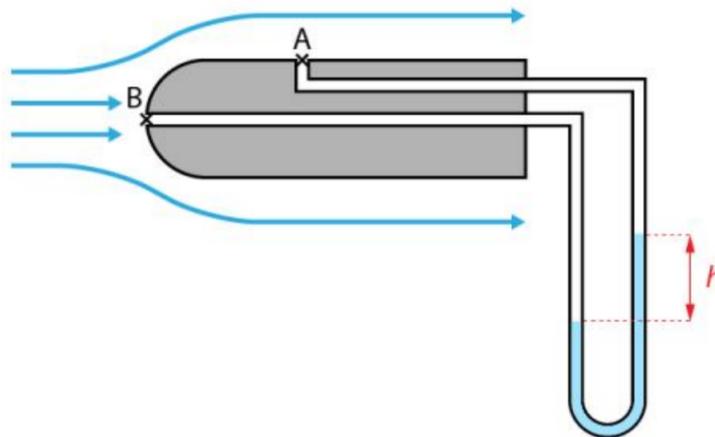
## 2 Fluide parfait

### 2.1 Tube de Pitot

Dans une soufflerie ou même dans un avion, il est important de connaitre la vitesse de l'écoulement. On utilise pour ça une tube de Pitot, qui utilise le théorème de Bernoulli :

$$P + \rho \frac{v^2}{2} + \rho gz = cste$$

le long d'une ligne de courant. Ce théorème suppose un écoulement parfait, stationnaire et incompressible.



A est considéré comme un point d'arrent, c'est-à-dire  $v(A) = 0$  et la vitesse en B est la vitesse que l'on souhaite déterminée. On note  $\Delta P = P_A - P_B = \rho_{liq}gh$  obtenu par la statique des fluides. De plus, avec Bernoulli, on a  $\Delta P = \frac{1}{2}\rho_{air}V^2$ , ce qui donne :

$$V^2 = 2 \frac{\rho_{eau}}{\rho_{air}} gh$$



### Tube de Pitot

✍ Jolidon p454



On mesure à différentes vitesses d'écoulement l'haide d'un anémomètre à fil chaud.

---

On trace  $v^2 = ah + b$  puis on commente et on remonte à  $\rho_{air} = \frac{2\rho_{liq}g}{a}$

## 2.2 Y'a pas le temps de le faire

✦ Encore le Jolidon

Mesure de coefficient de traînée, force en  $v^2$

## Conclusion

Ouverture sur la physique non newtonienne (chapite dans le GHP) et ou sur les expériences non faites.

## Questions

- 

## Remarques

-