

# 1 LP03 Notion de viscosité d'un fluide et écoulement visqueux

Bibliographie :

—

Niveau : CPGE

Pré-requis :

- Analyse vectorielle ;
- Calcul différentiel ;
- Mécanique en référentiel non galiléen ;
- Phénomène de diffusion.

## 1.1 Introduction

**Exp :** Cuve en rotation, arrêt de la rotation de la cuve, le liquide ralenti sa rotation. Ceci est dû à la viscosité du fluide.

## 1.2 Interprétation de l'expérience 2'

On suit une particule de fluide dans la cuve en rotation. La quantité de mouvement de cette particule est donnée par :

$$p = \rho H r d\theta dr v_\theta(r, t) \quad (1)$$

On s'intéresse à la variation de quantité de mouvement de cette particule de fluide :

$$\frac{dp}{dt} = \rho H r d\theta dr \frac{dv_\theta}{dt} \quad (2)$$

La force exercée par le fluide en  $r$  est :

$$F_1 = -\eta \frac{\partial v_\theta}{\partial r}(r) H r d\theta \quad (3)$$

$$F_2 = \eta \frac{\partial v_\theta}{\partial r}(r + dr) H r d\theta \quad (4)$$

On applique le PFD et on obtient

$$\frac{dv_\theta}{dt} = -\frac{\eta}{\rho} \frac{\partial^2 v_\theta}{\partial r^2} \quad (5)$$

On introduit le coefficient de viscosité cinématique  $\nu = \eta/\rho$ . Par analyse dimensionnelle et en utilisant le temps d'arrêt de l'eau lors de l'expérience préliminaire, on trouve  $\nu \approx 2.10^{-5} m^2/s$

## 1.3 Équation de Navier Stokes

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = \nu \Delta \vec{v} - \frac{1}{\rho} \vec{v} \vec{\nabla} \vec{v} - \frac{1}{\rho} \vec{\nabla} P + \vec{g} + \dots \quad (6)$$

On trouve l'équation de Navier Stokes

$$\frac{D \vec{p}}{Dt} = \eta \Delta \vec{v} - \vec{\nabla} P + \rho \vec{g} + \dots \quad (7)$$

### 1.3.1 Nombre de Reynolds

Introduit en faisant apparaitre l'opérateur gradient dimensionné, etc.

$$Re = \frac{\rho LU}{\eta} \quad (8)$$

- $Re < 1$  : régime laminaire ;
- $Re > 2000$  : régime turbulent.

**Vidéo :** 2coulement laminaire puis turbulent dans un tube.

## 1.4 Transport d'Eckmann

**Diapo :** Carte de la température de l'océan et la vitesse du vent au niveau de la côté ouest de l'Amérique du sud.

## 1.5 Conclusion