

## LP 21 : Ecoulements de fluides

**EI :** viscosité, couette plan, loi de Newton, écoulement de Poiseuille, résistance hydraulique

**Niveau :** BCPST2

**Pré-requis :**

- Description des fluides : particule de fluide, champ des vitesses, écoulements, débits (BCPST2)
- Dynamique des fluides parfaits (BCPST2)
- Electrocinétique : tension, loi d'Ohm, courant (lycée)
- Thermodynamique : diffusion (BCPST2)

**Difficultés :**

- Comprendre les hypothèses de chaque loi et modèle

**Activités :**

- TP : chute de bille dans un fluide visqueux (Fruchart p432)
- TD : mise en équation de l'écoulement de Couette plan ou Poiseuille

**Biblio :**

- Compétences prépas BCPST 2, [Grécias](#)
- Physique, Hecht
- Dunod tout en un PC, [Sanz](#)
- Dunod j'assure BCPST 2017, [Côte](#)
- Chimie expérimentale, Fruchart

**Manip :** Fruchart p441

- Vérification de la loi de Poiseuille et détermination de la viscosité dynamique de l'eau  
Pour un même tube, on calcule différents temps d'écoulement et donc différentes masses d'eau qui s'écoulent dans le tube, on trace  $\partial m = f(\partial t)$  pour redéterminer la viscosité dynamique de l'eau ( $Q_m = Q_v \rho = \partial m / \partial t$ )

**Introduction pédagogique :**

Cette leçon se place après un cours sur la cinématique et la dynamique des fluides parfaits et plutôt en fin d'année. On va donc introduire un nouveau type de fluides que sont les fluides réels caractérisés par leur viscosité. L'équation de Navier Stokes n'est pas abordée en BCPST, les champs de vitesses seront donnés.

**Objectifs :**

- Savoir mesurer une viscosité
- Comprendre l'influence de la viscosité sur l'écoulement d'un fluide

**Introduction :**

On a précédemment décrit les fluides parfaits et étudié certains exemples tels que le tube de Pitot (mesure la vitesse des avions ou des bateaux dans un fluide immobile) pour la mesure de vitesse ainsi que le tube de Venturi (principe de la trompe à eau en chimie) pour la mesure de débit volumique. Cependant, le modèle du fluide parfait ne permet pas de décrire tous les écoulements.

**Manip :** par exemple, si on place une goutte d'eau, d'huile ou de glycérine dans une burette, celle-ci se déplace à une vitesse différente pour chaque fluide. Cette différence de vitesse d'écoulement est liée à la viscosité du fluide.

[Grécias p569](#), def viscosité, résistance due à des forces de frottements qui provoquent une inhomogénéité des vitesses au sein du fluide, l'écoulement des fluides visqueux est différent de celui de fluide parfait cad de viscosité nulle, un fluide présentant une viscosité non nulle est alors qualifié de réel, la description est alors différente.

**Plan :**

- I. Viscosité d'un fluide
  1. Mise en évidence grâce à l'écoulement de Couette plan
  2. Loi de Newton
  3. Analogie avec la diffusion
- II. Mesure de la viscosité à l'aide de l'écoulement de Poiseuille
  1. Loi de Poiseuille
  2. Vérification expérimentale
  3. Analogie électrocinétique-mécanique des fluides

Mercier Iris

**Leçon :**

I. Viscosité d'un fluide

1. Mise en évidence grâce à l'écoulement de Couette plan

Côte p663, expliquer couette plan et faire le schéma du Sanz p348

Sanz p348, on cherche un champs de vitesse eulérien (toutes les grandeurs physiques sont données en un point fixe de l'espace Sanz p256), hyp : particules de fluides soumises à leurs poids/forces de pressions/forces de viscosité//ref de la particule de fluide et supposé galiléen// pas d'échange de travail entre le fluide et la paroi, écoulement incompressible (toutes les particules de fluide gardent un volume invariable au cours de leurs mouvements,  $\text{div } \mathbf{v} = 0$  Sanz p270), faire les conditions aux limites de vitesses et montrer le gradient de vitesse et faire sur le schéma

Côte p663, au niveau microscopique, il y a intervention de contrainte tangentielle et de taux de cisaillement, donner la def des 2

Côte p663, il existe différents types de fluides

2. Loi de Newton

Grécias, Dunod j'assure BCPST

3. Analogie avec la diffusion

Dunod j'assure BCPST

II. Mesure de la viscosité à l'aide de l'écoulement de Poiseuille

1. Loi de Poiseuille

Hecht, Dunod j'assure BCPST, Grécias

2. Vérification expérimentale

Fruchart

3. Analogie électrocinétique-mécanique des fluides

Mercier Iris

**Conclusion :**

La viscosité représente la résistance d'un fluide à s'écouler. Elle peut être mesurée grâce à différents dispositifs : viscosimètre d'Ubbelohde ou encore viscosimètre à chute de billes. On a étudié en particulier l'écoulement de Poiseuille, qui permet de modéliser la circulation sanguine, mais qui peut également être utilisé pour mesurer une viscosité.