LP3-Notion de viscosité d'un fluide. Écoulements visqueux.

Pré-requis:

- Cinématique des fluides, Milieux continus, Particule fluide
- Équation d'Euler
- Cinétique des gaz, Statique des fluides
- Diffusion Thermique, loi de Fourier, équation de la chaleur

Viscosité dynamique : Quelques valeurs

Pour des conditions normales : T=20°C, P=1atm

- $\eta_{air} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ Pl}$
- $\eta_{eau} = 1,00 \times 10^{-3} \text{ PI}$
- η_{glycérol}= **1,49 Pl**
- η_{miel} = 2 000 à 10 000 Pl
- $\eta_{poix} = 2.3 \times 10^{11} \text{ Pl}$ • Goutte : 7 à 13 ans !

Viscosité dynamique : Évolution avec T

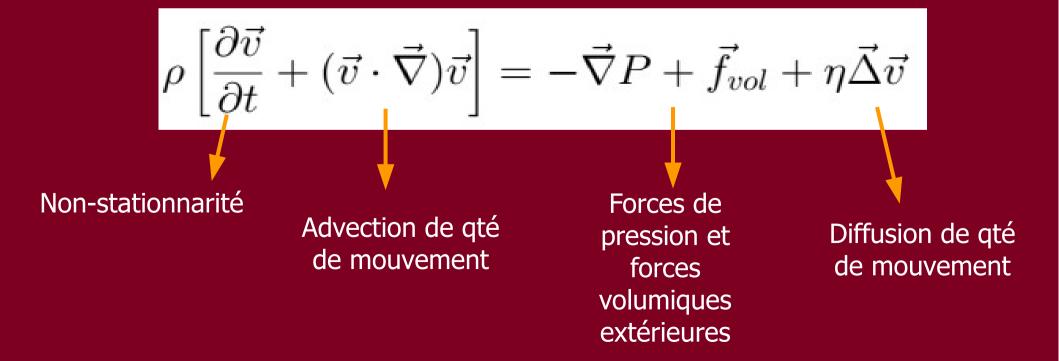
Pour un gaz : η croît avec T → pour les GP, η ∝ T^{1/2}

• Pour les liquides : η décroît avec $T \longrightarrow \eta \propto e^{\Delta E/(k_b T)}$

II – Dynamique des fluides visqueux

1) L'équation de Navier-Stokes (1823,1845)

Référentiel galiléen, fluide visqueux, newtonien et incompressible :



II – Dynamique des fluides visqueux

2) Le nombre de Reynolds (1883)

L'équation de Navier-Stokes adimensionnée s'écrit :

$$\left[\frac{\partial \tilde{\tilde{v}}}{\partial \tilde{t}} + (\tilde{\tilde{v}} \cdot \tilde{\tilde{\nabla}}) \tilde{\tilde{v}}\right] = -\tilde{\tilde{\nabla}} \tilde{P} + \tilde{\tilde{f}}_{vol} + \frac{1}{Re} \tilde{\tilde{\Delta}} \tilde{\tilde{v}}$$

Re: différents régimes d'écoulement

$$Re = \frac{\rho UL}{\eta} = \frac{\rho(\vec{v} \cdot \vec{\nabla})\vec{v}}{\eta \vec{\Delta} \vec{v}} \qquad \delta = \frac{L}{\sqrt{Re}}$$

$$\delta = \frac{L}{\sqrt{Re}}$$

Re<<1 : Termes visqueux dominent, écoulements stables. Écoulements rampants.

Re< ~1000 : Écoulements toujours pilotés par la viscosité. Écoulements laminaires.

Re très grand: Termes convectifs dominent, instabilités. Écoulements turbulents.