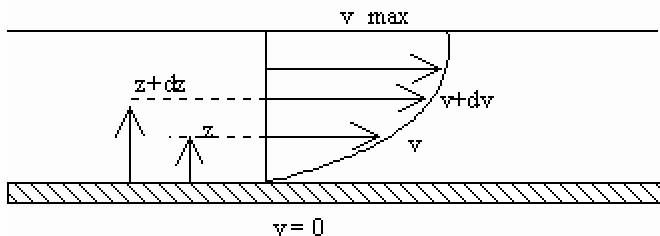


Construction Mécanique	MECANIQUE APPLIQUEE	L.P. AULNOYE
COURS	La VISCOSITE	Page 1

1 - VISCOSITE CINEMATIQUE et DYNAMIQUE



Introduction :

Sous l'effet des forces d'interaction entre les molécules de fluide et des forces d'interaction entre les molécules de fluide et celles de la paroi, chaque molécule de fluide ne s'écoule pas à la même vitesse. **On dit qu'il existe un profil de vitesse.**

$$F = -\eta \cdot S \cdot \frac{dv}{dz}$$

La force de frottement F qui s'exerce à la surface de séparation de ces deux couches s'oppose au glissement d'une couche sur l'autre. Elle est proportionnelle à la différence de vitesse des couches soit dv , à leur surface S et inversement proportionnelle à dz : Le facteur de proportionnalité η est le coefficient de **viscosité dynamique** du fluide.

Dimension : $[\eta] = M \cdot L^{-1} \cdot T^{-1}$.

Unité : Dans le système international (SI), l'unité de viscosité est le **Pa.s** ou **Poiseuille (PI)** :

$$1 \text{ PI} = 1 \text{ kg/m.s}$$

On trouve encore les tables de valeurs numériques le coefficient de viscosité dans un *ancien système d'unités (CGS)* :

L'unité est le **Poise (Po)** ; $1 \text{ PI} = 10 \text{ Po} = 1 \text{ daPo} = 10^3 \text{ cPo}$.

Autres unités : La viscosité de produits industriels (huiles en particulier) est exprimées au moyen d'*unités empiriques* : degré **ENGLER** en Europe, degré Redwood en Angleterre, degré Saybolt aux USA.

Viscosité cinématique :

Dans de nombreuses formules apparaît le rapport de la viscosité

dynamique η et de la masse volumique ρ

Ce rapport est appelé **viscosité cinématique**

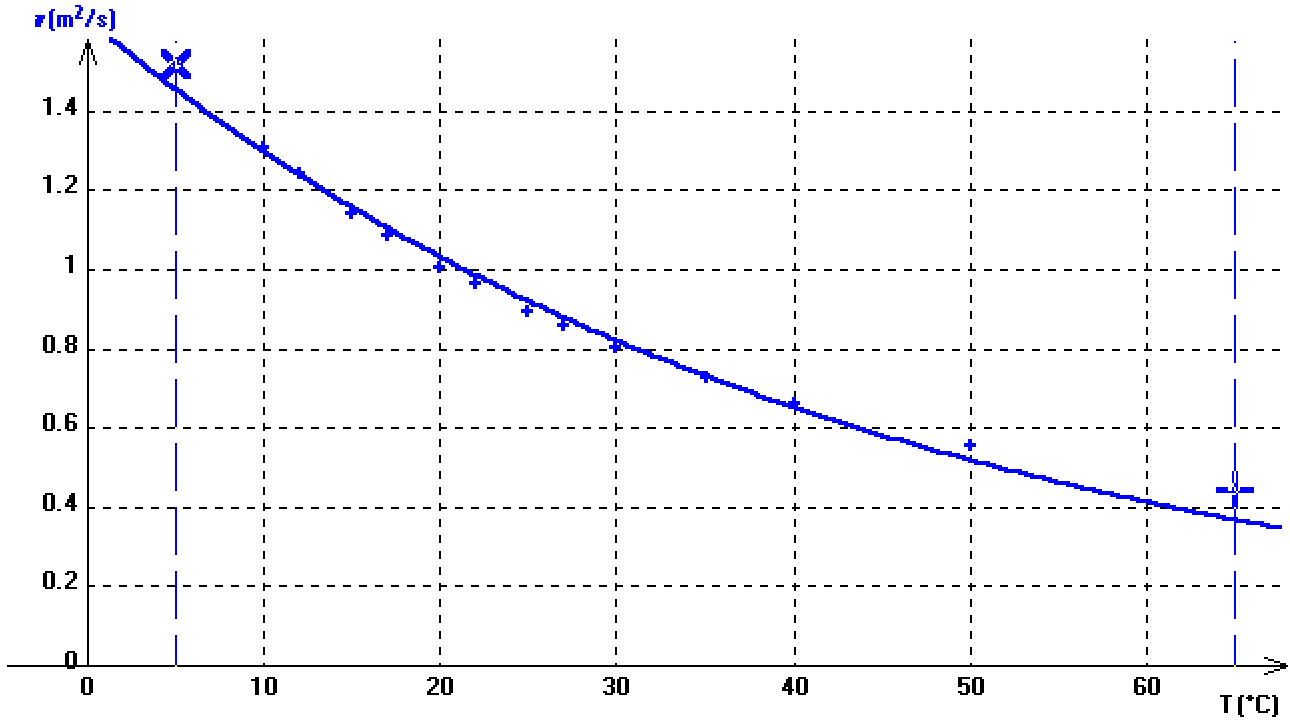
$$\nu = \frac{\eta}{\rho}$$

Dimension : $[\nu] = L^2 \cdot T^{-1}$

unité SI : m^2/s système cgs : le Stoke (St) $1m^2/s = 10^6 \text{ cSt}$

Le système CGS a pour unités de base le centimètre, le gramme et la seconde. Les unités CGS sont parfois utilisées par les Pharmacopées françaises et dans certains domaines scientifiques, comme en physique et en chimie, pour exprimer de petites quantités. Il fut adopté en 1881.

Variation de la viscosité cinématique de l'eau avec la température



On constate que la viscosité baisse avec la température

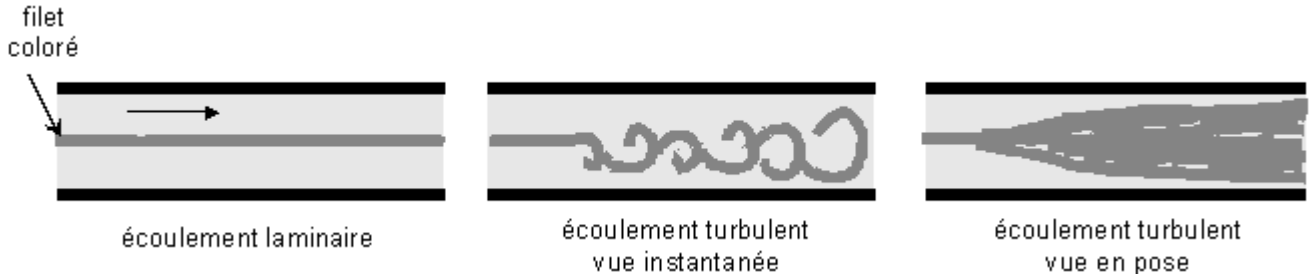
Quelques valeurs de la viscosité :
(à 20 °C sous la pression atmosphérique normale)

	Viscosité dynamique	Viscosité cinématique ($\times 10^{-6}$)
Ethanol	$1,20 \times 10^{-3}$	1,51
Benzène	$0,625 \times 10^{-3}$	0,741
Glycérol	1,49	1182
Mercure	1,554	0,1147
Air	$18,5 \times 10^{-6}$	15,6

Construction Mécanique	MECANIQUE APPLIQUEE	L.P. AULNOYE
<i>COURS</i>	La VISCOSITE	<i>Page 3</i>

2 - Expérience de Reynolds ; les différents types d'écoulement

Écoulement d'un fluide dans une canalisation :



Les expériences réalisées par **Reynolds** (1883) lors de l'écoulement d'un fluide dans une conduite cylindrique rectiligne, ont montré l'existence de deux régimes d'écoulement : **laminaire et turbulent**.

En utilisant des fluides divers (viscosité différente), en faisant varier le débit et le diamètre de la canalisation, Reynolds a montré que le paramètre qui permettait de déterminer si l'écoulement est laminaire ou turbulent est un **nombre sans dimension appelé nombre de Reynolds Re** donné par la relation :

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\eta}$$

ou

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

avec :

ρ = masse volumique du fluide, v = vitesse moyenne,

D = diamètre de la conduite

η = viscosité dynamique du fluide ν = viscosité cinématique

L'expérience montre que :

si $Re < 2000$ le régime est LAMINAIRE

si $2000 < Re < 3000$ le régime est intermédiaire

si $Re > 3000$ le régime est TURBULENT

Ces valeurs doivent être considérées comme des ordres de grandeur, le passage d'un type d'écoulement à un autre se faisant progressivement.