

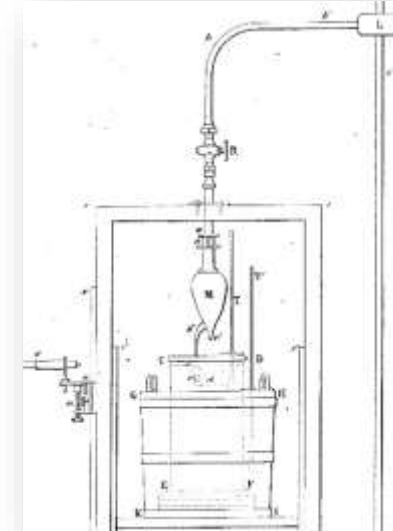


# Viscosimètre et mesure



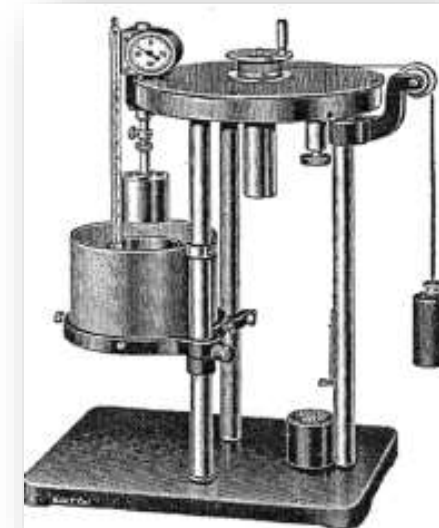
## ☐ Jean Léonard Marie :

- Viscosimètre capillaire basé sur la différence de pression
- Etude de l'écoulement du sang et des frictions internes
- Mise en évidence de la viscosité via la loi de Poiseuille



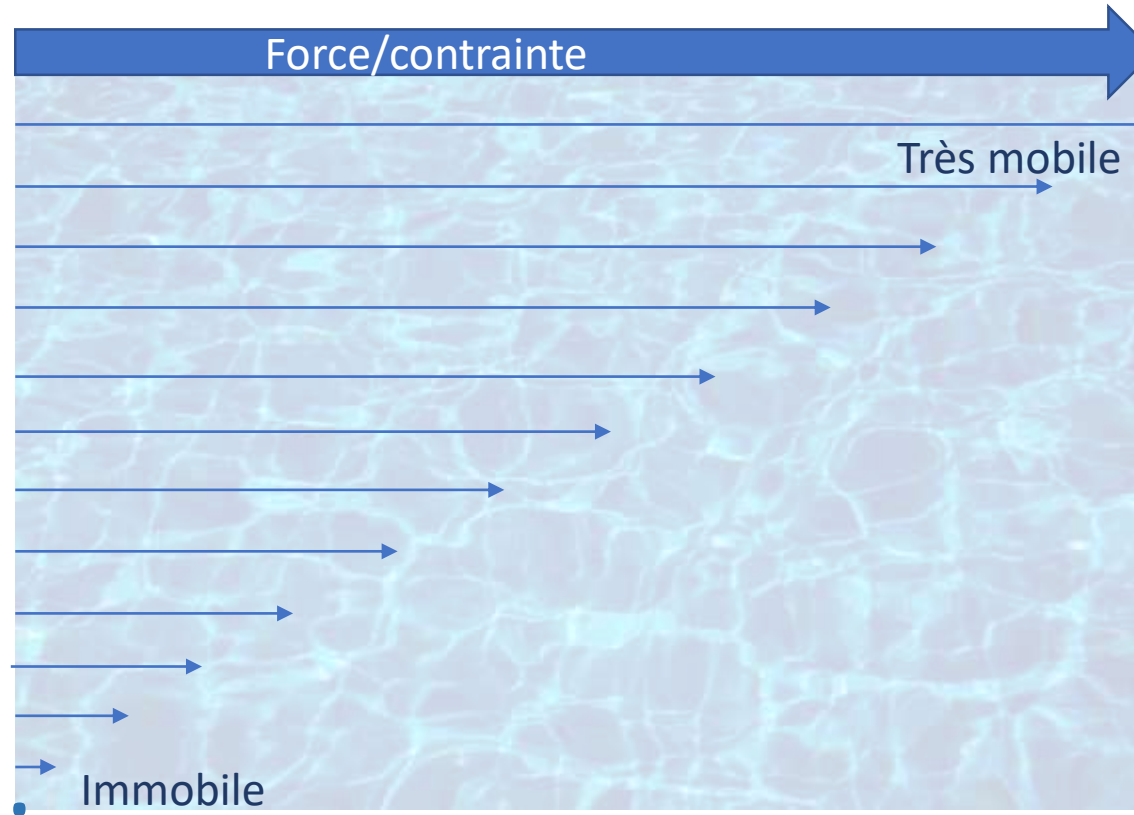
## ☐ Donald Brookfield

- Conception du viscosimètre rotatif Brookfield DV1
  - Génie chimique
  - Formulation industrielle
- Mesure la résistance d'un fluide à la rotation d'un mobile



## Viscosité

Rhéologie  
Viscosimètre



Grandeurs physiques liées à la viscosité :

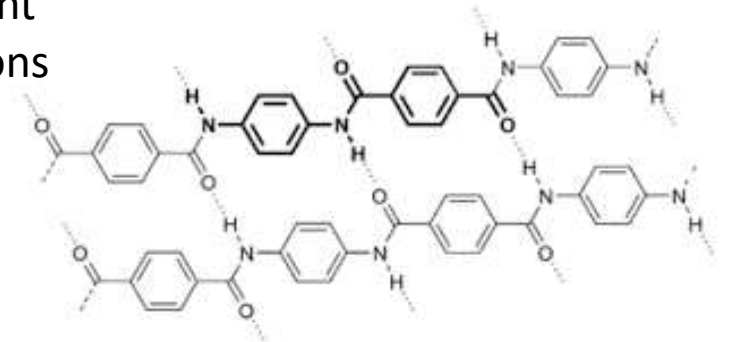
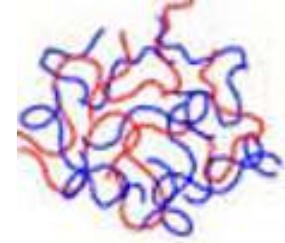
- **Force de cisaillement** entre les couches ( $F$ ) en Newton
- **Surface de contact** entre deux couches ( $S$ ) en  $m^2$
- **Epaisseur** entre deux couches ( $\Delta Z$ ) en  $m$
- **Ecart de vitesse** entre deux couches ( $\Delta v$ )  $m/s$

## Viscosité

Rhéologie  
Viscosimètre

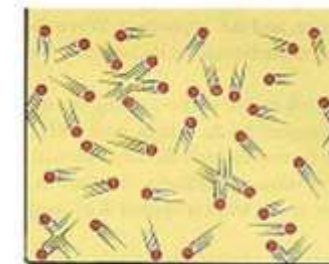
### Influence de la matière:

- Lorsque les molécules deviennent suffisamment longues ou volumineuses (ex: polymères), elles s'emmêlent, ce qui freine la circulation de la matière.
- Des interactions moléculaires (ex : liaisons hydrogène) peuvent se former et se délier lors de l'écoulement. Plus ces interactions sont nombreuses, plus la matière est visqueuse.

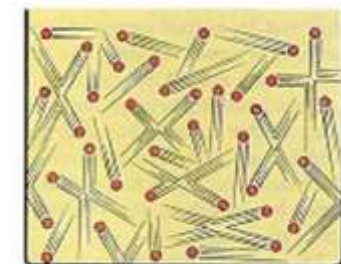


### Influence des conditions:

- Surface de la force appliquée
- Vitesse imposée
- Température et agitation des particules
- Temps d'application de la contrainte



Basse température



Haute température

## Viscosité

Rhéologie  
Viscosimètre

### Les viscosités

- Cisaillement
- De traction
- Dynamique
- Cinématique

### viscosité dynamique:

résistance à l'écoulement laminaire d'un fluide incompressible

$$F = \eta . S . v$$

- F en Newton
- $\eta$  (viscosité) en Pa.s
- S en m<sup>2</sup>
- v en m/s

### viscosité cinématique:

Rapport entre la viscosité dynamique et la densité du fluide. Elle traduit la facilité avec laquelle un fluide s'écoule sous l'effet de la gravité.

$$\nu = \eta / \rho$$

- $\nu$  en m<sup>2</sup>/s
- $\eta$  en Pa s
- $\rho$  en Kg/m<sup>3</sup>

Viscosité  
**Rhéologie**  
Viscosimètre

☐ « rhéo » → couler « logos » → études

## La plasticité :

Capacité d'un matériau à se déformer de manière permanente sous l'effet d'une contrainte, sans se rompre.

## L'élasticité :

Aptitude d'un matériau à reprendre sa forme initiale après avoir subi une déformation temporaire.

## La fluidité :

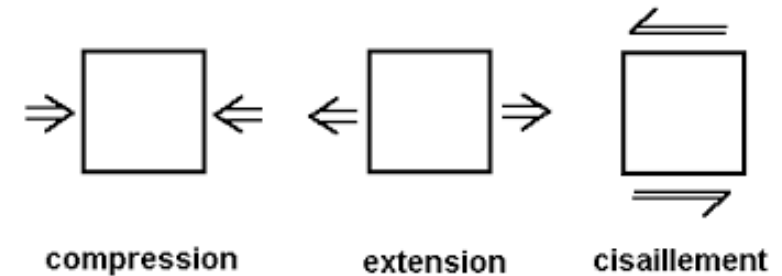
Capacité d'un fluide à s'écouler sans résistance. C'est l'inverse de la viscosité.

## La viscosité :

Résistance interne d'un fluide à l'écoulement, liée aux interactions entre ses particules.

## Viscosité Rhéologie Viscosimètre

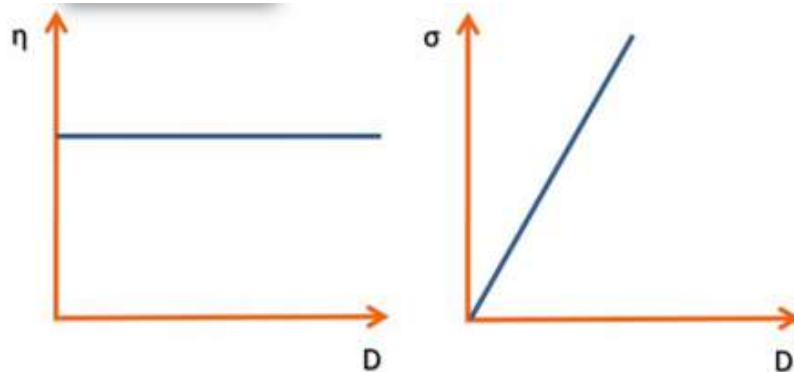
- ☐ **Corps très déformables et fluides :**
  - Déformation continue sous une contrainte de cisaillement, même faible.
  - Fluide s'écoule sans seuil de contrainte.
  - Exemples : Eau, huile, glycérine.
  
- ☐ **Corps peu déformables ou solides :**
  - Conservent leur forme sous contrainte, sauf au-delà d'un seuil.
  - Déformation limitée et réversible (élasticité), ou irréversible (plasticité).
  - Exemples : Métaux, caoutchouc, plastiques.
  
- ☐ **Matériaux intermédiaires :**
  - Déformation dépendante de la durée et de la nature de la contrainte.
  - Exemples : Gel hydroalcoolique, boue.





Viscosité  
**Rhéologie**  
 Viscosimètre

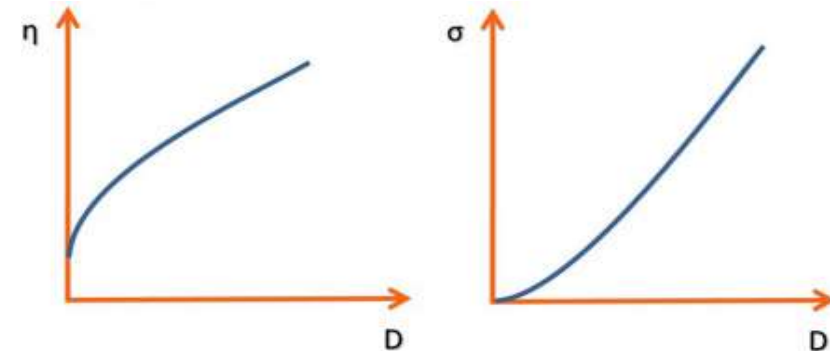
Fluide newtonien : Fluide dont la viscosité reste constante, quelle que soit la contrainte appliquée.



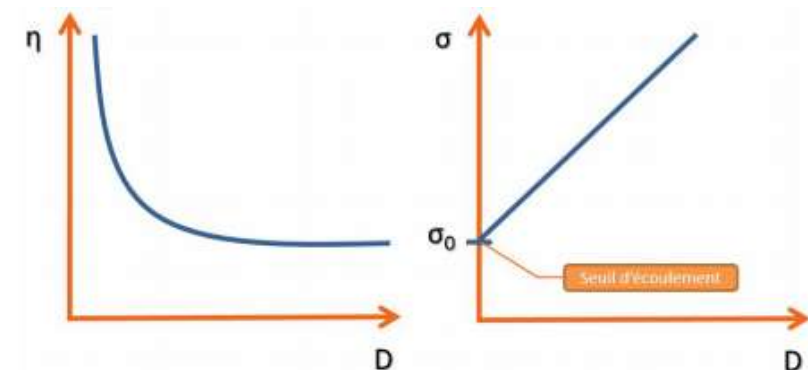
$\eta$  = viscosité apparente  
 $\sigma$  = contrainte  
 $D$  = taux de déformation

Fluides non-newtoniens : Fluide dont la viscosité varie en fonction de la contrainte ou de la vitesse de cisaillement.

Rhéoépaississant :



Rhéofluidifiant :





Viscosité  
Rhéologie  
**Viscosimètre**



Gammes:

**LV : faibles viscosités**

ex : Les huiles.

**RV : viscosités moyennes**

ex : Les peintures.

**HA/HB : viscosités élevées**

ex : Le goudron.



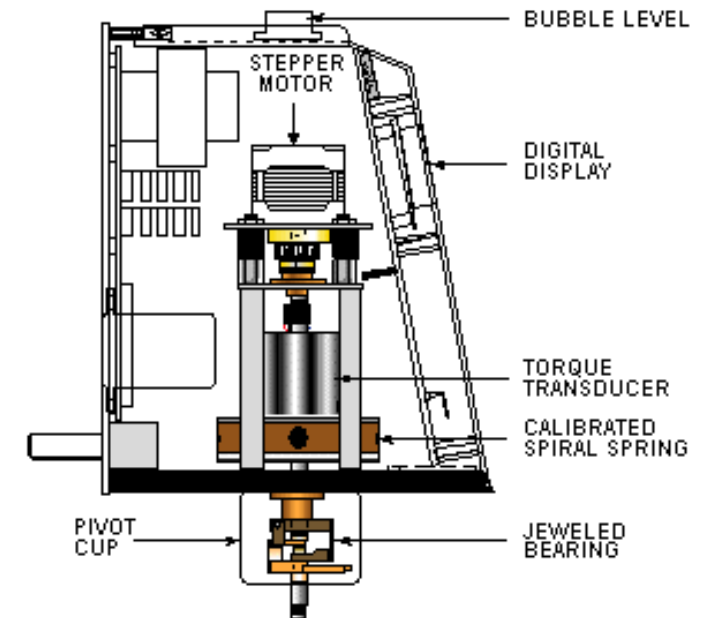
**18 vitesses** : de 0.3 à 100 tours/minute

**précision** :  $\pm 1\%$

**Reproductibilité** :  $\pm 0.2\%$

## Viscosimètre Brookfield

Mécanisme



Le moteur entraîne un mobile dans le fluide. Le couple exercé est mesuré via un ressort calibré, ce qui permet de déterminer la viscosité.

Etude du viscosimètre Brookfield DV1, à travers la vidéo tutoriel.  
Réglages et erreurs courantes.

Viscosité  
 Rhéologie  
**Viscosimètre**

7 mobiles



Erreur



Pourcentage du couple

Vitesse



Encoche



- ❑ Pour obtenir des mesures fiables avec le viscosimètre Brookfield :
  1. Choix d'un mobile adapté à la viscosité du fluide étudié.
  2. Mobile immergé jusqu'à l'encoche
  3. Couple affiché doit rester dans une plage comprise entre 10 % et 90 %.
- ❑ Grâce à ses 18 vitesses et sa bonne reproductibilité, le viscosimètre Brookfield est un outil fiable pour caractériser la viscosité de nombreux produits dans des domaines variés, allant de l'agroalimentaire à la formulation chimique.