

<b>TP 01 (2h30)</b> <b>VISCOSIMÈTRE</b>
--

## 1. Présentation et position du problème

**Le but du TP est de déterminer la viscosité dynamique  $\eta$  d'une huile.**

Pour cela, vous réaliserez un viscosimètre à chute de bille.

Vous disposez d'une éprouvette graduée de 500 mL remplie d'huile. À l'aide d'une compte-goutte, vous placerez une goutte d'eau en haut de l'éprouvette et vous étudierez sa chute dans l'huile.

L'huile exerce sur la goutte d'eau une force de trainée. L'expression de cette force dépend de la nature de l'écoulement (et donc du nombre de Reynolds  $R_e$ ).

### Écoulement laminaire

$$R_e < 1$$

$$\vec{F} = -6\pi \eta R \vec{v}$$

$\eta$  viscosité dynamique de l'huile

R rayon de la goutte d'eau

v vitesse de la goutte d'eau

### Écoulement turbulent

$$R_e > 1000$$

$$\vec{F} = -C_d \pi \rho R^2 v^2 \vec{u}$$

$C_d$  coefficient de trainée

$\rho$  masse volumique de l'huile

R rayon de la goutte d'eau

v vitesse de la goutte d'eau

$\vec{u}$  vecteur unitaire orienté dans le sens de la vitesse

### Données :

- densité de l'eau :  $d = 1,0$
- accélération de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$
- volume d'une sphère de rayon R :  $V = \frac{4}{3} \pi R^3$

### Produits à disposition :

- huile alimentaire (1 L)
- eau distillée

### Matériel à disposition :

- éprouvette graduée de 500 mL      hauteur (entre graduations 0 et 500 mL) : 27,1 cm / 26,5 cm
- balance de précision
- pipette jaugée de 20 mL
- pipette graduée de 20 mL
- 2 béchers de 100 mL
- compte-goutte
- propipette

**Logiciels à disposition :**

- Tableurs : Libre Office, Régressi
- Chronomètre à mémoire : split-timer

Lancer l'application puis cliquer sur Stop Watch

Le chronomètre démarre par un clic sur le bouton Start.

Le bouton Clear permet une remise à zéro et la suppression des temps intermédiaires.

Pour relever des temps intermédiaires, cliquer sur le bouton Split. Le temps intermédiaire est alors stocké et affiché sous la forme hh:mm:ss (ms).

Pour arrêter le chronomètre, cliquer sur le bouton Pause.

**2. Mouvement d'une goutte d'eau dans l'huile**

Vous disposez d'une éprouvette graduée de 500 mL remplie d'huile et d'un compte-goutte avec lequel vous déposerez une goutte d'eau. À cause de la tension superficielle, la goutte d'eau flotte à la surface de l'huile. À l'aide d'un autre compte-goutte, appuyez légèrement sur la goutte afin qu'elle amorce sa chute dans l'huile.

Vous pouvez répéter l'expérience autant de fois que nécessaire.

**Q1 :** Quelle vous semble être la nature du mouvement d'une goutte d'eau tombant dans l'huile ? Proposer un protocole expérimental permettant de le vérifier.

**1<sup>er</sup> appel examinateur**

**Q2 :** Faire le bilan des forces s'appliquant à la goutte d'eau. En déduire l'expression de la viscosité dynamique de l'huile en fonction de données utiles.

**2<sup>ème</sup> appel examinateur**

### 3. Détermination des grandeurs physiques utiles

**Q3** : Proposer un protocole permettant d'estimer le rayon de la goutte d'eau, puis le réaliser.

#### 3<sup>ème</sup> appel examinateur

**Q4** : Proposer un protocole permettant d'estimer la masse volumique de l'huile, puis le réaliser.

#### 4<sup>ème</sup> appel examinateur

**Q5** : En déduire la viscosité dynamique de l'huile.

#### 4. Validation du modèle

**Q6 :** Exprimer puis calculer le nombre de Reynolds associé à cet écoulement. Conclure quant à la modélisation de l'écoulement.

**Q7 :** Donner l'expression de la vitesse limite en fonction des données du problème. En déduire une autre façon de vérifier le modèle adopté.