



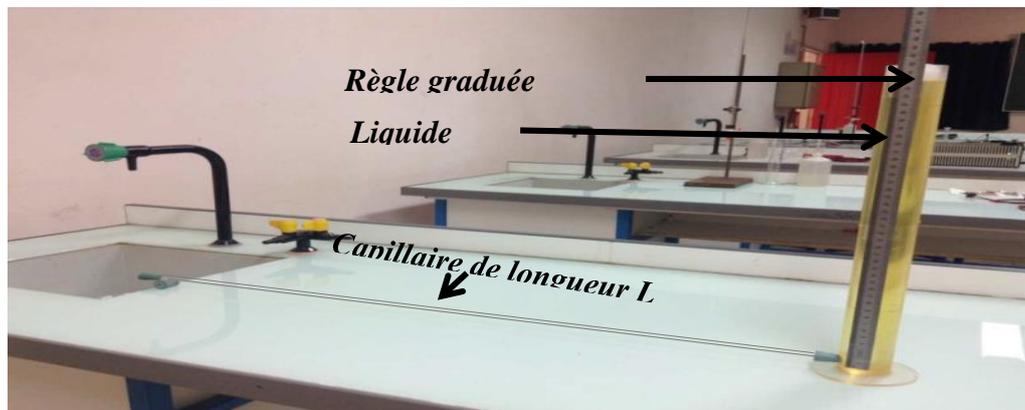
**TP 03**  
**Mesure du coefficient de viscosité dynamique ( $\eta$ )  
par viscosimètre à capillarité**

**1- Objectif du TP**

Mesure de la viscosité dynamique ( $\eta$ ) de quelques solutions.

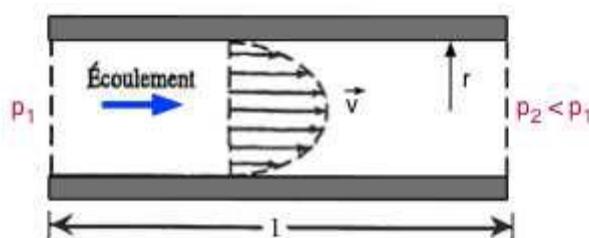
**2- Matériels utilisés**

Éprouvette, capillaire de longueur ( $l$ ), règle graduée, liquide, eau distillée, huile d'olive et autre solutions,



**3- Principe théorique**

Dans un écoulement de Poiseuille, la vitesse du fluide diminue aux parois du capillaire à cause des frottements visqueux: il y a perte de charges.



En régime laminaire, cette différence de pression totale engendrée par les frottements s'écrit :

$$P_1 - P_2 = \frac{8\eta}{\pi r^4} Q_v l \quad (1)$$

Ou:  $Q_v$  est le débit volumique du fluide.

En sortie de capillaire, le fluide est à la pression atmosphérique  $P_0$ , soit  $P_2 = P_0$

À l'entrée du capillaire, la pression du fluide est égale à celle du fluide à une profondeur  $h$ ,

$$\text{Soit } P_1 = P_0 + \rho g h$$

Finalement l'équation (1) s'écrit :

$$\rho g h = \frac{8\eta}{\pi r^4} Q_v l \quad (2)$$

L'expression du débit volumique du fluide est :

$$Q_v = -\frac{dV}{dt} = -\frac{d(s \times h)}{dt} = -s \times \frac{dh}{dt}$$

Ou:  $S = \pi \cdot R^2$  est la section de l'éprouvette.

Alors, (2) prend la forme,

$$\rho g h = -\frac{8\eta}{\pi r^4} S \times \frac{dh}{dt} \times l$$

$$\frac{dh}{dt} + \frac{\pi r^4 \rho g}{8\eta S l} \times h = 0$$

C'est une équation différentielle du premier ordre à coefficients constants dont la solution s'écrit:

$$h(t) = h_0 e^{-\frac{\pi r^4 \rho g}{8\eta S l} t}$$

On voit qu'on peut déterminer la valeur du coefficient de viscosité dynamique suivant l'évolution de la hauteur d'eau  $h$  dans l'éprouvette cours du temps.

On pose.

$$\tau = \frac{8\eta S l}{\pi r^4 \rho g}$$

#### 4- Partie expérimentale

##### 1/ données de l'expérience:

R: Rayon de l'éprouvette (m)	
l: longueur de capillaire (m)	
r: Rayon de capillaire (m)	
$\rho_{\text{eau}}$ : Masse volumique de l'eau (g/l)	1000
$\rho_{\text{olive}}$ : Masse volumique de l'huile d'olive (g/l)	914
$\rho_{\text{gle}}$ : Masse volumique de glycérol (g/l)	1260

**1/ Protocole**

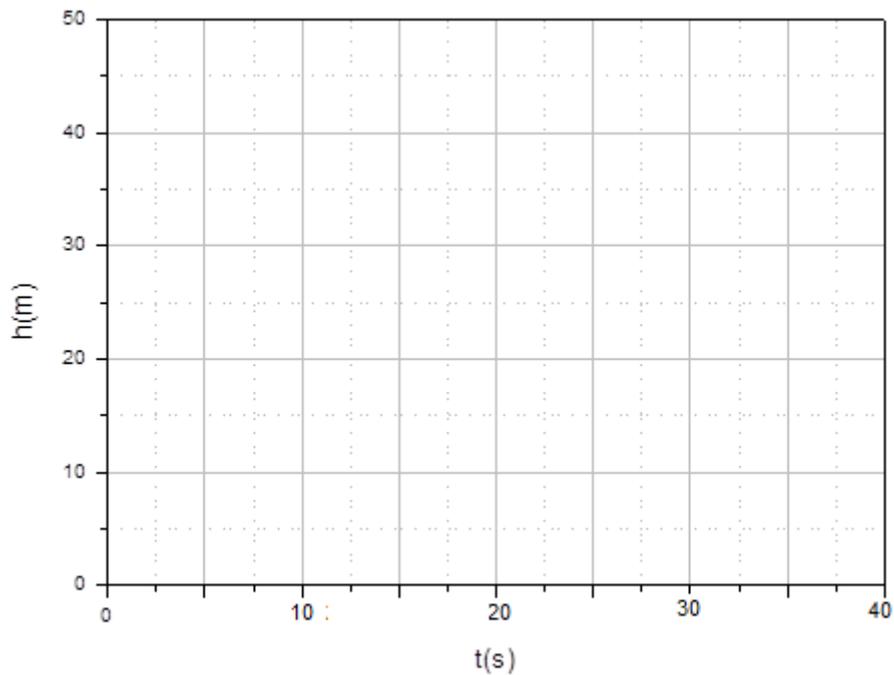
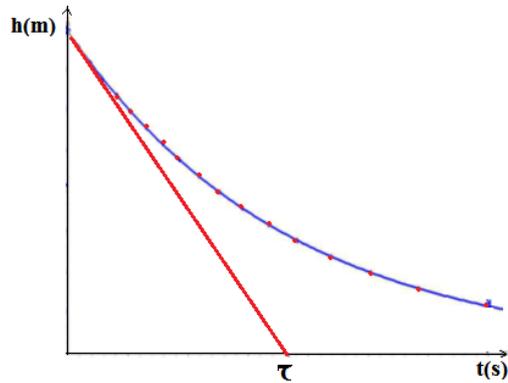
- a- remplir un vase de Mariotte artisanal, préalablement gradué.
- b- relier le vase au capillaire bouche à l'extrémité.
- c- déboucher le capillaire a l'instant initial.
- d- Chronométrer le temps d'écoulement du fluide: associer à chaque temps  $t$ , la hauteur  $h$  atteinte par le liquide dans la bouteille.

**2/ Calcule de la viscosité de quelque solutions:**

a- Compléter le tableau suivant :

<b>h(m)</b>	0,5	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05
<b>t(s)</b>										

b- tracer à l'aide d'un tableur , l'évolution de la hauteur d'eau dans la bouteille en fonction du temps.



c- Tracer la tangente de la courbe et déterminer  $\tau$  graphiquement.

On trouve:  $\tau = \dots \dots \dots s$

d- déduire la viscosité dynamique ( $\eta$ ) de chaque solution.

$$\eta = \frac{\tau \rho g \pi r^4}{8 l}$$

Donc:  $\eta = \dots \dots \dots Pa.s$

<b>Liquide</b>	Eau pur	Huile d'olive	Glycérol
<b>viscosité dynamique <math>\eta</math> (Pa.s)</b>			

e- Comparé les résultats obtenue avec les valeurs théoriques de la viscosité dynamique qui donner dans le tableau suivant.

<b>Liquide</b>	Eau pur	Huile d'olive	Glycérol
<b>viscosité dynamique <math>\eta</math> (Pa.s)</b>	$1.10^{-3}$	$0,84.10^{-3}$	$1,49.10^{-3}$

.....  
.....

f- Interpréter la variation de la viscosité dynamique des solutions.

.....  
.....  
.....  
.....

### 5- Conclusion

.....  
.....  
.....