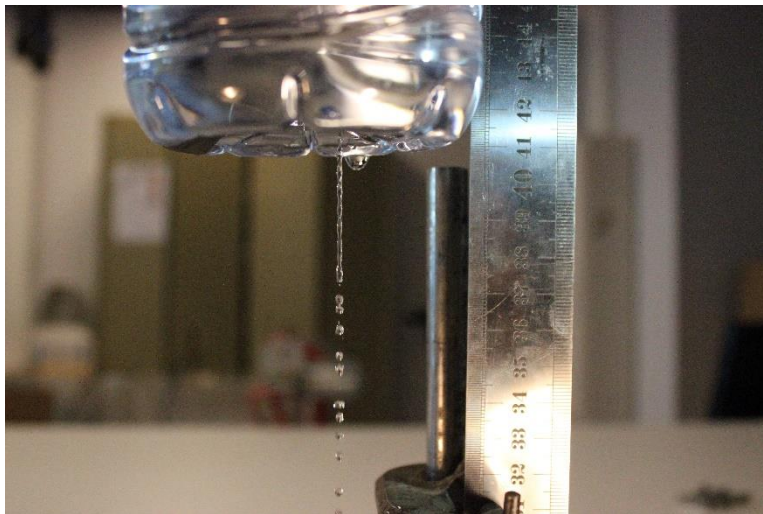


Compte Rendu de l'expérience n°2 : Étude écoulement verticale sans fibre

Introduction :

Le temps qu'il nous reste pour le projet nous permet d'effectuer une deuxième expérience et de nous intéresser à la situation de l'écoulement du liquide sans fibre. Contrairement au cas avec le fil de nylon, le but ici est d'avoir une approche plus expérimentale. Ici nous allons non pas vérifier ce que nous dit la théorie, mais plutôt émettre des hypothèses suite aux résultats observés



Manipulation et Mesures :

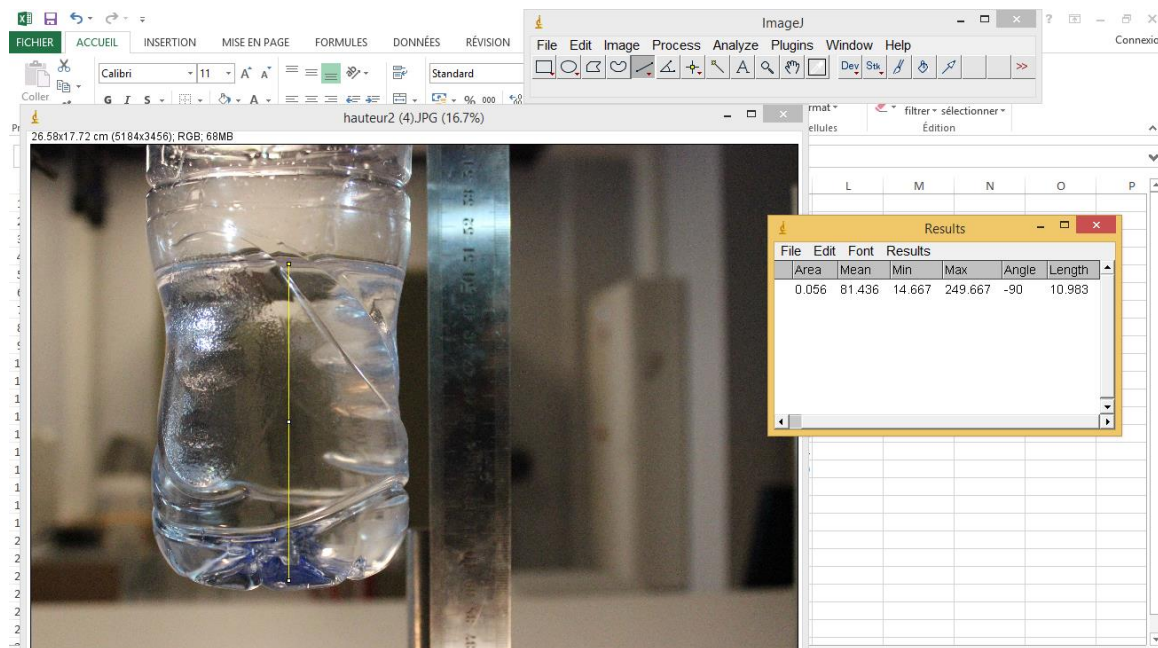
Nous reprendrons le même principe que pour la première expérience sur l'inégalité de Plateau, avec quelques modifications :



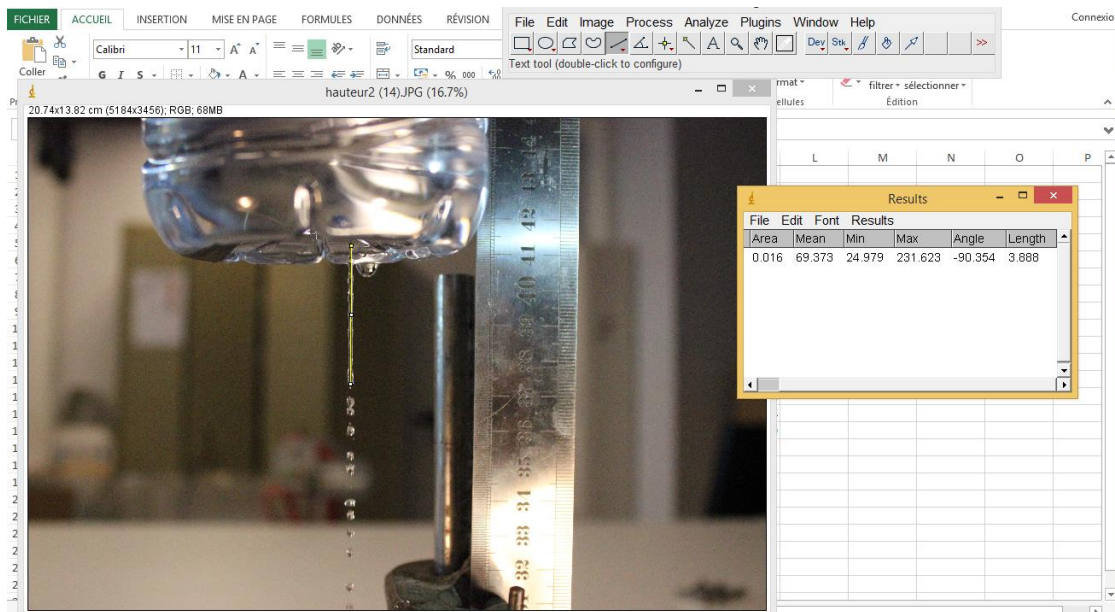
- La bouteille contenant le liquide est percée au fond et jouera le rôle de robinet. Nous disposons de trois bouteilles avec des trous de diamètres différents.
- Les lampes nous fournissent un éclairage centré sur le phénomène voulu.
- Nous avons gardé le système de la règle pour l'échelle et nous enregistrons l'expérience à l'aide d'une caméra prêtée par la plateforme de physique, qui est semblable à celle du PMClab

Afin de pouvoir observer la formation des gouttes assez rapidement, nous nous sommes limités au cas de l'eau pour le liquide. On remplit la bouteille d'eau et on la referme avec le bouchon. Cela nous permet de contrôler le débit auquel va couler le liquide. Celui-ci dépendant de la hauteur d'eau initiale dans la bouteille, il est nécessaire de prendre les photos juste après l'ouverture du bouchon pour que la vitesse d'écoulement calculée (dépendante de la hauteur de l'eau) corresponde bien aux photos prises. Ainsi pour chaque bouteille, nous avons pris des mesures pour deux ou trois hauteurs différentes (et donc trois vitesses différentes) et nous avons mesuré le temps caractéristiques pour chacune de ces situations (Cf Annexe pour le calcul des vitesses et des temps caractéristiques). Nous avons alors utilisé le logiciel ImageJ pour l'analyse d'images.

Dans un premier temps, on mesure la hauteur initiale d'eau dans la bouteille :



Après avoir ouvert la bouteille, nous cherchons la longueur du cylindre de liquide avant la séparation en goutte :



Nous avons donc obtenus les résultats suivants :

| | | | |
|----------------|---------|---------|---------|
| Trou | 1mm | | |
| Hauteur (en m) | 0,135 | 0,106 | 0,064 |
| Vitesse (m/s) | 1,624 | 1,444 | 1,118 |
| Temps (s) | 0,02126 | 0,02067 | 0,01690 |

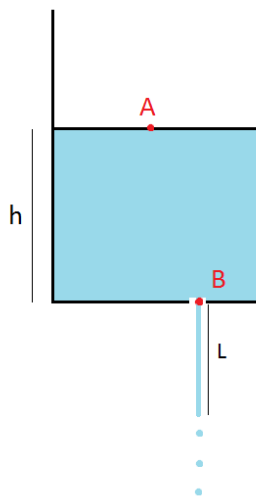
| | | | |
|----------------|---------|---------|--|
| Trou | 3mm | | |
| Hauteur (en m) | 0,185 | 0,131 | |
| Vitesse (m/s) | 1,905 | 1,604 | |
| Temps (s) | 0,03300 | 0,03579 | |

| | | | |
|----------------|---------|---------|---------|
| Trou | 2mm | | |
| Hauteur (en m) | 0,185 | 0,180 | 0,063 |
| Vitesse (m/s) | 1,907 | 1,884 | 1,110 |
| Temps (s) | 0,02122 | 0,03938 | 0,04266 |

Conclusion :

ANNEXE : CALCUL DES VITESSES D'ÉCOULEMENT ET DES TEMPS CARACTÉRISTIQUES

- **Calcul de la vitesse en sortie de la bouteille**



Le bouchon étant ouvert, on a alors :

$$P_A = P_B = P_{\text{atm}}$$

Soient t_0 l'instant où l'on ouvre la bouteille et t_1 l'instant où la photo a été prise. On considère que $\Delta t = t_1 - t_0$ est très petit pour se mettre dans l'approximation d'un écoulement stationnaire (dont la vitesse ne dépend pas du temps)

On applique alors le théorème de Bernoulli, pour un fluide parfait incompressible de masse volumique ρ , en

écoulement stationnaire:

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g z + P = cste$$

Ce qui nous donne donc :

$$v_B^2 = 2g(z_A - z_B) + v_A^2 = 2gh + v_A^2$$

On peut négliger la vitesse au point A par rapport à celle au point B (la section de la bouteille S_A est très grande devant l'aire du trou S_B). On obtient alors :

$$v_B = \sqrt{2gh}$$

- **Calcul du temps caractéristique**

On applique le principe fondamental de la dynamique en sortie de bouteille. La seule force considérée ici est le poids du fluide. On s'intéresse uniquement à la composante verticale du mouvement et on obtient alors les équations suivantes (en orientant l'axe vertical vers le bas):

$$a(t) = g$$

$$v(t) = gt + v_B$$

$$z(t) = \frac{1}{2}gt^2 + v_B t$$

On cherche le temps caractéristique τ auquel vont se former les gouttes. On sait qu'à cet instant, on a :

$$z(\tau) = L = \frac{1}{2}g\tau^2 + v_B\tau$$

On en déduit :

$$\tau = \frac{-v_B + \sqrt{v_B^2 + 2gL}}{g}$$