

# Correction manipulation N<sup>o</sup> 1 : Phénomènes de surface

Muammar El Khatib

7 avril 2014

## 1 Vérification de la loi de Jurin

Le cathétomètre à notre disposition a une précision de  $\frac{1}{20^{eme}}$  de mm. La règle fixe du cathétomètre est graduée en **mm** mais ses principales graduations sont indiquées en **cm** (10 et 11 dans la Figure 1). Pour une mesure précise des hauteurs, on doit noter la valeur indiquée pour le vernier sur la règle fixe, dans le cas montré sur la Figure 1, on note  $10,2cm$  ( $102mm$ ). En suite, on cherche une division de la règle du vernier qui se superpose avec une division de la règle fixe. Dans le cas ci-contre, on compte 8 divisions. Donc, le hauteur vaut :

$$z = 102mm + 8/20^{eme}mm = 102,4mm \quad (1)$$

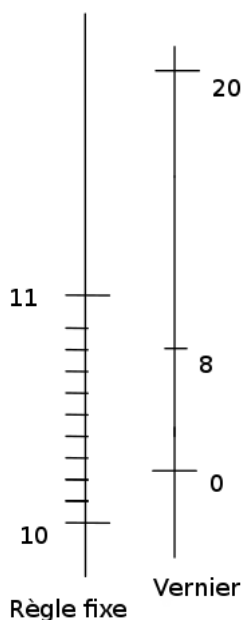


FIGURE 1 : Les positions du vernier par rapport à l'échelle fixe de la colonne.

C'est important noter que l'image vue dans la lunette est renversée par rapport à celle observée à l'œil nu.

Pour la vérification de la loi de Jurin on a employé 4 tubes capillaires en verre de diamètre interne  $0,36mm$  ;  $0,5mm$  ;  $0,9mm$  ;  $1,5mm$ . Après avoir fait la mesure des hauteurs avec le cathétomètre on a obtenu les valeurs des hauteurs capillaires montrées dans le Table 1.

<b>r(mm)</b>	<b>r(m)</b>	<b>1/r(m<sup>-1</sup>)</b>	<b>h(m)</b>
0,1800	1,80E-004	5555,556	0,0850
0,2500	2,50E-004	4000,000	0,0480
0,4500	4,50E-004	2222,222	0,0255
0,7500	7,50E-004	1333,333	0,0180

TABLE 1 : Valeurs mesurées des hauteurs en mètres pour chaque tube capillaire.

Les valeurs ont été converties en mètre. On peut noter que lorsque le diamètre interne des tubes capillaires devient plus grande, la hauteur capillaire diminue. Maintenant, il est possible tracer les courbes de  $h(m)$  en fonction de  $r(m)$  et  $h(m)$  en fonction de  $1/r$  (voir Figures 2 et 3. On va se concentrer sur la Figure 2 pour faire la discussion). La courbe théorique montrée en couleur orange sur la Figure 2 peut s'obtenir à partir de l'équation de la loi de Jurin (vous pouvez aussi télécharger le fichier TPfinal.ods) :

$$h = \frac{2\sigma \cos(\theta)}{r\rho g} \quad (2)$$

On a que :

- $r$  = rayon du tube capillaire.
- $\rho$  = la masse volumique du liquide.
- $g$  = l'accélération du pesanteur.
- $\sigma$  = la tension superficielle du liquide.
- $\theta$  = l'angle de raccordement (qu'on a supposé comme 0 dans l'expérience et donc  $\cos(\theta) = 1$ ).

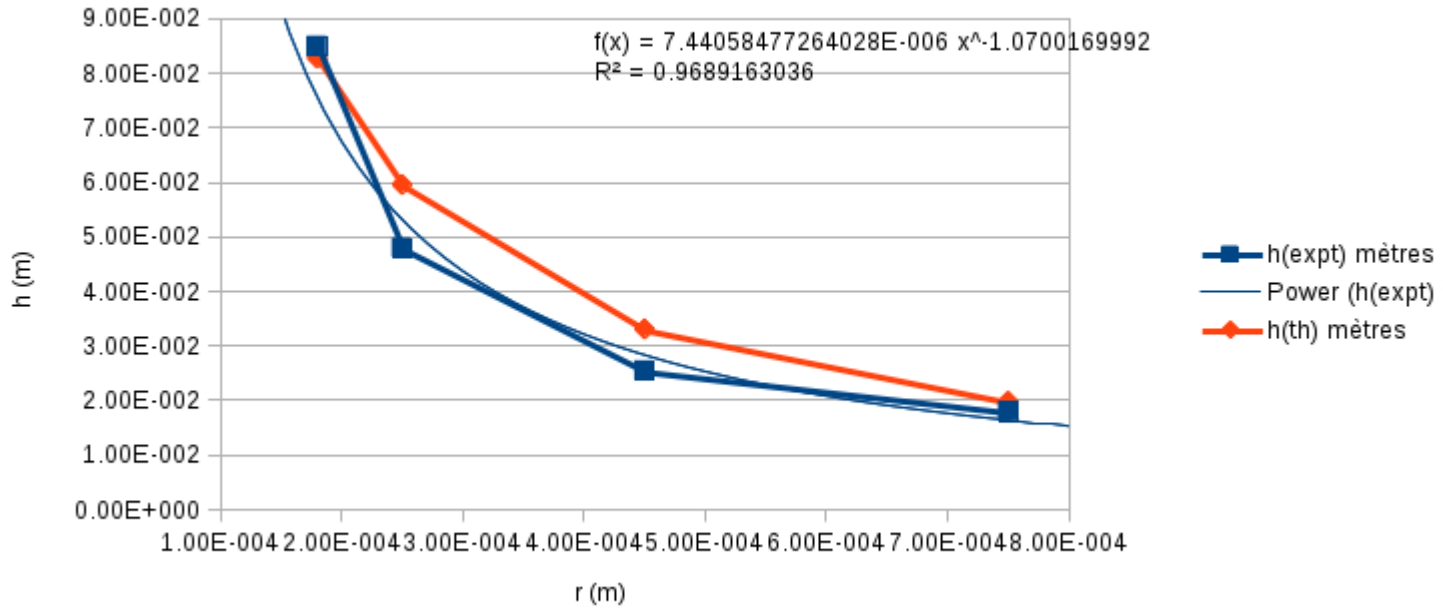


FIGURE 2 : Hauteurs capillaires ( $h$ ) en fonction des rayons ( $r$ ) des tubes capillaires.

Dans la figure 2 on peut noter que les valeurs des hauteurs expérimentales sont plus petites que celles calculées théoriquement. On peut expliquer cette différence si on prend en compte l'équation 2. Selon cette formule, on a que il y existe une relation directement proportionnelle entre la tension superficielle du liquide et la hauteur capillaire. La valeur de  $\sigma$  calculée à partir des valeurs mesurées expérimentalement est  $66,7 \times 10^{-3} \text{ Nm}^{-1}$ . On a déduit cette valeur à partir de l'équation de l'hyperbole calculée grâce à la courbe  $h(m)$  en fonction de  $r(m)$  :

$$h = 7,4405 \times 10^{-6} r^{-1,070017} \quad (3)$$

Si on fait l'évaluation de cette équation pour une valeur de  $r = 1,80 \times 10^{-4} \text{ m}$  on a :

$$h = 7,4405 \times 10^{-6} 0,00018^{-1,070017} \text{ m} \quad (4)$$

$$h = 0.0756012716 \text{ m} \quad (5)$$

Finalement, après faire le réarrangement de l'équation 2 et en utilisant la valeur de  $h$  en l'équation 5 pour un  $r = 1,80 \times 10^{-4}$  on obtient :

$$\sigma_{exp} = \frac{hr\rho g}{2} \equiv \frac{0.0756012716m \cdot 1,80 \times 10^{-4}m \cdot 1000kg/m^3 \cdot 9,8m/s^2}{2} = 66,7 \times 10^{-3}Nm^{-1} \quad (6)$$

Comme la hauteur est directement proportionnelle à la valeur de  $\sigma$ , et on a que  $\sigma_{exp}(66,7 \times 10^{-3}Nm^{-1}) < \sigma_{th}(73 \times 10^{-3}Nm^{-1})$  cela explique pourquoi la courbe expérimental est au dessous de la courbe théorique. Il y a autres causes possibles qui vont affecter la tension superficiel, notamment :

- La température lors de l'expérience n'est pas à  $20^0C$  ( $\sigma = f(T)$ ).
- Le tube n'est pas propre (la tension de surface est affectée).
- L'approximation  $\theta$  petit n'est pas correcte.
- Le matériel n'est pas fiable.
- Erreurs de mesures de expérimentateur.

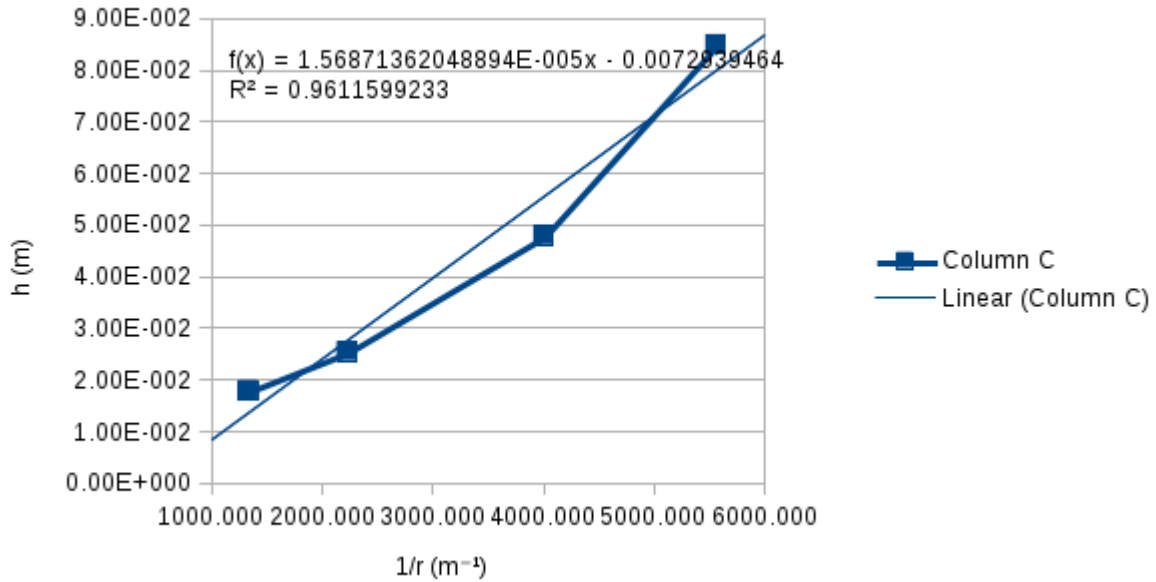


FIGURE 3 : Hauteurs capillaires ( $h$ ) en fonction de  $1/r$ .