

Loi de JURIN

par R. TOURNIER
Lycée Ch. Coulomb - 16000 Angoulême

PRÉSENTATION

Le programme de l'option Sciences Expérimentales en Première Scientifique prévoit, dans le cadre de l'unité U2, l'étude de la loi de Jurin - B.O. hors série du 24 septembre 1993 page 55.

Voici comment j'ai présenté cette loi à mes vingt-et-un élèves au mois de novembre 1993. Je tenais à faire une évaluation à caractère expérimental sur cette unité. Les élèves découvraient à cette occasion la loi de Jurin. La séquence avait une durée de deux heures : une vingtaine de minutes ont été consacrées à l'exposé de la loi, le reste du temps étant réservé à l'évaluation proprement dite.

Les élèves avaient déjà utilisé le logiciel REGRESSI pour la vérification du Principe Fondamental de l'Hydrostatique. Au cours de l'activité proposé ci-après, je souhaitais donc tester leur aptitude à utiliser l'ordinateur en tant qu'outil de laboratoire, au même titre qu'un oscilloscope. Ils disposaient d'un micro-ordinateur par binôme.

On trouvera en annexe un compte-rendu obtenu par le menu Édition de Regressi.



Lorsqu'on plonge un tube très fin (capillaire) et propre dans un liquide, on constate que le liquide s'élève d'une hauteur h .

Loi de JURIN :

La hauteur h du liquide soulevé est inversement proportionnelle, pour un même liquide, au rayon r du tube au niveau du ménisque.

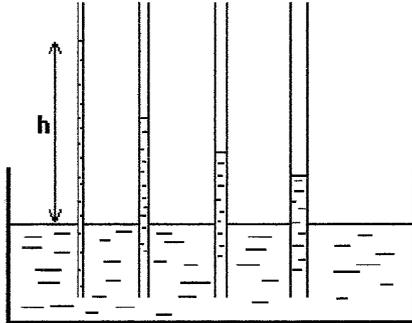
$$h = 2A / r\rho g$$

avec A **tension superficielle du liquide**, ρ sa masse volumique et g l'accélération de la pesanteur.

On vérifie la loi en réalisant l'une ou l'autre des expériences décrites ci-après.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE

On utilise plusieurs capillaires de rayons r différents qui plongent dans un cristallisoir contenant de l'eau.



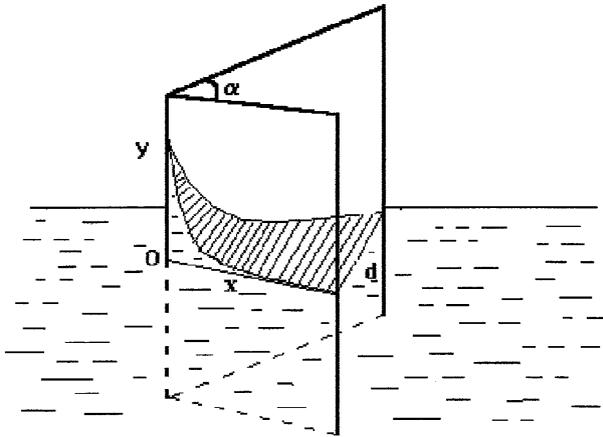
On peut tracer $h = f(r)$.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE

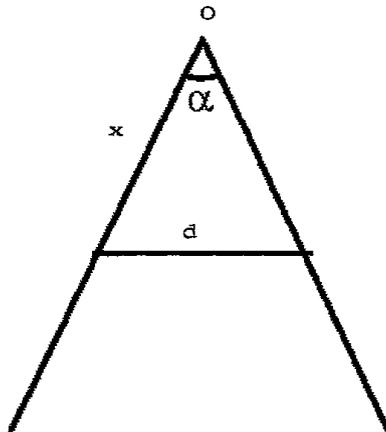
a - Protocole expérimental

On utilise deux plaques de verre propres (12 cm \times 8 cm environ) réunies par un ruban adhésif transparent. Sur une des deux plaques on fixe un morceau de feuille de papier millimétré (graduations vers l'intérieur, axes O_x et O_y tracés au stylo bille) de telle façon que l'axe O_x soit situé à 2 - 3 mm de l'extrémité inférieure de la plaque et que l'axe O_y soit confondu avec le bord commun aux deux plaques.

On écarte les deux plaques pour former un dièdre d'angle très petit (pour cela on introduira une cale d'épaisseur $e = 1$ mm à une distance z de 2 cm du sommet). On pose le dièdre verticalement au fond d'un récipient (boîte de Pétri, cristallisoir, ...) contenant une hauteur de 2 à 3 mm d'eau. La surface libre de l'eau dans le récipient doit être au niveau de O_x .



Vue de dessus



Dans ce cas $h = y = 2A/d\rho g$ avec d distance entre les lames. On peut exprimer d en fonction de x et de α : $d = 2x \cdot \sin(\alpha/2)$ et comme α est très petit il vient $d \approx x \cdot \alpha$.

Et l'on a bien h (ou y) inversement proportionnel à $x \Rightarrow$ «l'hyperbole» observée. Est-ce bien une hyperbole ? Pour répondre à cette question on réalise des mesures. La fiche ci-jointe sera complétée et remise au professeur en fin de séance.

NOM : Prénom : Classe :

a - Protocole expérimental

Réalisation du montage expérimental
(voir page précédente).

b - Mesures

Compléter le tableau de mesures suivant :

x (10 ⁻³ m)						20	30	40	50	60
y (10 ⁻³ m)	60	50	40	30	20					

Pourquoi imposer d'abord des valeurs de y puis des valeurs de x ?

Entrer ce tableau de mesures dans le logiciel REGRESSI
(ou REGCANDI).

c - Exploitation

Demander le modèle qui paraît le mieux convenir.
Ici $y = K/x$.

Indiquer la valeur calculée de K ainsi que l'écart en % :
K = écart :

Faire tracer le graphe au logiciel. Le montrer au professeur.

Détermination de l'ordre de grandeur de la tension superficielle A de l'eau :

– d'après la loi de JURIN :

$$h = y = 2A/d\rho g \text{ avec } d = x \cdot \alpha \text{ soit } h = y = 2A/\alpha x\rho g$$

– d'après le montage expérimental :

$$e = z \cdot \alpha \text{ soit } \alpha = e/z$$

– par suite la loi de JURIN peut s'écrire :

$$h = y = 2zA/\exp g$$

A	B	C
/3		
/3		
		/1
/3		
/2		
/2		
/3		

– comparer avec la relation expérimentale $y = K/x$, en déduire l'expression littérale de A en fonction de K, z, e, ρ et g :

A =

Faire l'application numérique avec la valeur de K trouvée par le logiciel, $z = 2$ cm, $e = 1$ mm, $\rho = 1000$ kg/m³ et $g = 9,8$ N/kg. On exprimera A en unité du Système International.

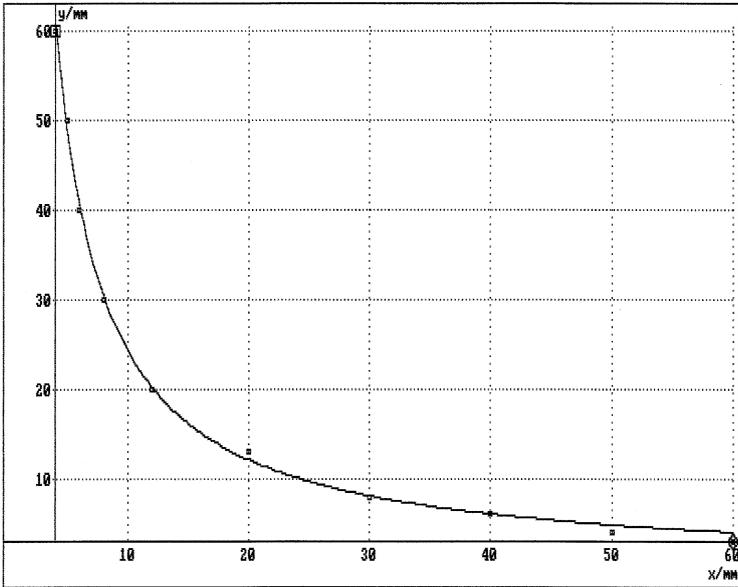
Quelle est cette unité ?

A =

A	B	C
		/1
	/1	/1
NOTE :		/20

Annexe

Fichier=A:\RJUR



ro= 1.0000k g= 9.8100 e= 1.0000m z= 20.000m

x : m
 abscisse d'un point de la surface libre de l'eau entre les plaques
 y : m
 ordonnée d'un point de la surface libre de l'eau entre les plaques
 A : N/m
 tension superficielle de l'eau
 $A=242.65e-6*e*ro*g/(2*z)$
 ro : kg/m³
 masse volumique de l'eau
 g : N/kg
 accélération de la pesanteur au lieu de l'expérience
 e : m
 épaisseur de la cale
 z : m
 position de la cale par rapport à l'axe OY

Modèle
 $v=K/x$
 $K= 242.65\mu\pm 3.9\mu$
 Ecart relatif sur y = 2.4%

ro= 1.0000k g= 9.8100 e= 1.0000m z= 20.000m

x	y	A
m	m	N/m
4.0000m	60.000m	59.510m
5.0000m	50.000m	59.510m
6.0000m	40.000m	59.510m
8.0000m	30.000m	59.510m
12.000m	20.000m	59.510m
15.000m	15.000m	59.510m
20.000m	10.000m	59.510m
30.000m	8.0000m	59.510m
40.000m	6.0000m	59.510m
50.000m	4.0000m	59.510m
60.000m	3.0000m	59.510m

ro	g	e	z
kg/m ³	N/kg	m	m
1.0000	9.8100	1.0000	20.000