

*Bibliothèque numérique*

**medic@**

**POISEUILLE, Jean Léonard Marie. -  
Recherches expérimentales sur le  
mouvement des liquides dans les  
tubes de très petits diamètres.**

***In : Comptes rendus  
hebdomadaires des séances de  
l'Académie des sciences, 1841,  
Vol. 12, pp. 112-15***

dans le sujet de recherches si riche, mais si difficilement saisissable, auquel il s'est livré. Nous nous réunissons pour demander à l'Académie de vouloir bien décider que le Mémoire dont nous venons de lui rendre compte sera inséré dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

### NOMINATIONS.

L'Académie procède par voie de scrutin à la nomination d'un membre de la *Commission administrative* pour l'année 1841. Le membre sortant peut être réélu.

Le nombre des votants est de 38. Au premier tour de scrutin M. POINSOT réunit l'unanimité des suffrages.

### MÉMOIRES LUS.

**PHYSIQUE.** — *Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très petits diamètres; par M. POISEUILLE. (Suite.)*

(Commission précédemment nommée.)

IV. *Influence de la température sur la quantité de liquide qui traverse les tubes de très petits diamètres.*

« Nous avons établi, dans deux lectures que nous avons eu l'honneur de faire devant l'Académie, les 14 et 28 décembre dernier, l'influence de la pression, de la longueur du tube et de son diamètre, sur la dépense ou le produit; nous avons obtenu, pour l'équation qui lie ces diverses quantités,  $Q = k'' \cdot \frac{P \cdot D^4}{L}$ ; on a trouvé le coefficient  $k''$  égal à 183,78 pour la température de 10° cent., si P représente une pression d'eau distillée, ou bien égal à 2495,224 si la pression est exprimée en mercure à 10° centigrades. Nous allons maintenant chercher les variations qu'éprouve  $k''$  suivant les températures.

» Nous avons agi depuis 0° jusqu'à 45° centigrades, et de cinq en cinq degrés. L'appareil est celui que nous avons employé jusqu'à présent; l'ampoule et le tube plongent dans un vase ou récipient contenant de l'eau distillée entretenue à la température à laquelle on veut faire l'expérience.



» Nous avons d'abord cherché les temps que met à s'écouler le liquide de l'ampoule aux températures que nous venons d'indiquer et sous la même pression; mais le diamètre du tube et la capacité de l'ampoule qu'on avait mesurés à 10° centigrades, changeant avec la température à laquelle est faite l'expérience, il a été nécessaire d'avoir égard à la variation du volume de l'ampoule de verre, et aussi de ramener le tube à un diamètre constant, celui qu'il a à 10°. On a ensuite déterminé le poids du liquide écoulé à la même pression, sous le même diamètre et pendant le même temps; on a tiré alors la valeur de  $k''$  de l'équation  $k'' = \frac{Q.L}{P.D^4}$ , en remplaçant  $Q$  par le poids du liquide écoulé aux diverses températures.

» On a opéré sur quatre tubes de diamètres respectivement égaux à 0<sup>mm</sup>,02938; 0<sup>mm</sup>,04404; 0<sup>mm</sup>,085; 0<sup>mm</sup>,141125.

» Le tube de 0<sup>mm</sup>,141125 de diamètre a donné

TEMPÉRATURES.	0°,6	5°	10°	15°	20°	25°	30°,1	35°,1	40°,1	45°
Valeurs de $k''$ .	1875,36	2158,07	2496,60	2856,89	3237,38	3639,16	4067,03	4508,02	4968,95	5444,10

Les valeurs de  $k''$  pour les autres tubes sont les mêmes, à quelques unités près, comme nous l'avons déjà vu pour la température de 10° centigrades (*Compte rendu*, 28 décembre 1840, page 1046).

» L'examen de ces valeurs démontre que la grandeur de  $k''$  n'augmente pas de la même quantité pour des accroissements égaux dans les degrés de la température, mais que, si l'on prend la différence entre deux valeurs consécutives de  $k''$ , cette différence est d'autant plus grande que les températures sont plus élevées. Cette remarque nous a conduit à poser

$$k'' = k_1 (1 + AT + A'T^2 + A''T^3 + A'''T^4 + \text{etc.}),$$

$T$  représentant la température;  $k_1$  étant la valeur de  $k''$  à 0°;  $A, A', A'', A'''$ , etc. étant des coefficients à déterminer d'après les résultats des expériences.

» Mais il a suffi de considérer l'équation

$$k'' = k_1 (1 + AT + A'T^2),$$

ainsi qu'on le verra bientôt. Comme nous avons agi dans une atmosphère

de 13 à 15° cent., il nous a été difficile d'avoir un écoulement à zéro; pendant tout le cours de l'expérience, la température a été de quelques dixièmes de degré au-dessus de 0: aussi, ne connaissant pas directement la valeur de  $k_1$ , nous avons alors pris les trois équations suivantes:

$$(1) \quad k_1'' = k_1(1 + AT + A'T^2),$$

$$(2) \quad k_2'' = k_1(1 + AT' + A'T'^2),$$

$$(3) \quad k_3'' = k_1(1 + AT'' + A'T''^2),$$

$k_1''$ ,  $k_2''$ ,  $k_3''$  étant les valeurs de  $k''$  correspondantes aux températures  $T$ ,  $T'$ ,  $T''$ : éliminant  $k_1$ , en divisant (1) par (2) et (1) par (3), on a

$$(4) \quad (k_1'' T' - k_2'' T) A + (k_1'' T'^2 - k_2'' T^2) A' = k_2'' - k_1'',$$

$$(5) \quad (k_1'' T'' - k_3'' T) A + (k_1'' T''^2 - k_3'' T^2) A' = k_3'' - k_1'',$$

équations qui ont servi à déterminer  $A$  et  $A'$ .

» Afin d'embrasser l'intervalle de l'échelle thermométrique que nous avons considéré, nous avons fait  $T = 5^\circ$ ,  $T' = 25^\circ$ ,  $T'' = 45^\circ$ , et les valeurs de  $k_1''$ ,  $k_2''$ ,  $k_3''$  correspondantes, bien qu'elles eussent pu être fournies par un seul tube, ont été données par la moyenne entre les valeurs offertes par les quatre tubes aux températures  $5^\circ$ ,  $25^\circ$  et  $45^\circ$ ; nous avons eu alors

$$k_1'' = 2158, \quad k_2'' = 3640, \quad k_3'' = 5447.$$

Substituant ces valeurs dans les deux équations précédentes (4) et (5); et cherchant  $A$  et  $A'$ , il vient

$$A = 0,0336793, \quad A' = 0,0002209936;$$

d'où il résulte

$$k'' = k_1(1 + 0,0336793T + 0,0002209936T^2).$$

» Pour déterminer  $k_1$ , nous avons fait  $T = 10^\circ$ , et mettant à la place de  $k''$  la valeur correspondante à cette température; cette valeur, en moyenne, est 2495,91; on a eu

$$k_1 = \frac{2495,91}{1,358892} = 1836,724:$$

il vient donc

$$k'' = 1836,724(1 + 0,0336793T + 0,0002209936T^2),$$

et enfin

$$Q = 1836,724(1 + 0,0336793T + 0,0002209936T^2) \frac{P.D^4}{L}$$



pour l'équation du mouvement des liquides dans les tubes de petits diamètres. T représentant la température, P la pression exprimée en mercure à 10° cent., L et D la longueur du tube et son diamètre à la même température, et Q le poids du liquide écoulé en milligrammes.

» Nous ne pensons nullement que cette équation, ni celle qu'on aurait pu obtenir en prenant un plus grand nombre de coefficients A, A', A'', etc., exprime *rigoureusement* la relation qui lie les produits aux températures; mais les résultats qu'elle donne différant de ceux de l'expérience seulement de quelques millièmes de milligramme, nous avons dû l'adopter puisqu'elle suffit aux conséquences que nous nous proposons d'en tirer par la suite.

» Nous avons ainsi appliqué cette formule à chacun des tubes que nous avons considérés; l'un d'eux,

$$D = 0,085; L = 100,325; P = 776, \text{ le temps étant } 1'';$$

pour les températures

0°, 5; 5°, 6; 10°, 15°, 2; 20°, 25°, 1; 30°, 1; 35°, 1; 40°, 1; 45°, 1,

a donné respectivement par l'expérience,

millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.
0,74943;	0,87135;	0,89492;	1,00811;	1,15498;	1,30639;	1,47278;	1,64022;	1,82398;	2,00724;	2,20027;

lorsque la formule donne aux mêmes températures,

millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.
0,75413;	0,87058;	0,89736;	1,00776;	1,15911;	1,30669;	1,47177;	1,63811;	1,82020;	2,00670;	2,20140.

» Les résultats offerts par les trois autres tubes sont aussi satisfaisants; il en est de même de tubes étrangers à la recherche de la formule.

» M. Girard a établi des formules d'écoulement en fonction de la température, mais elles sont particulières au diamètre du tube sur lequel on opère; ainsi, pour un tube d'un diamètre donné, il faut connaître *a priori* un certain nombre d'observations spéciales faites avec ce tube à diverses températures, pour obtenir la formule qui s'y rapporte, et qui doit fournir les quantités de liquide écoulé à toute autre température. »