Méthode pour mesurer le diamètre intérieur d'un tube barométrique

J. Macé de Lépinay

▶ **To cite this version:**

J. Macé de Lépinay. Méthode pour mesurer le diamètre intérieur d'un tube barométrique. J. Phys. Theor. Appl., 1885, 4 (1), pp.35-40. 10.1051/jphystap:01885004003501 . jpa-00238420

HAL Id: jpa-00238420
https://hal.science/jpa-00238420

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MÉTHODE POUR MESURER LE DIAMÈTRE INTÉRIEUR D'UN TUBE BAROMÉTRIQUE;

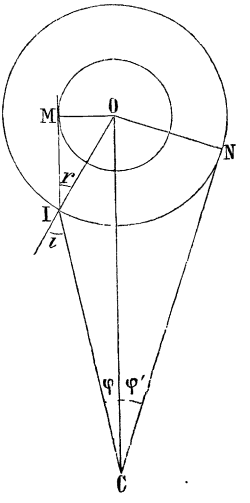
PAR M. J. MACÉ DE LÉPINAY.

Cette méthode présente l'avantage d'être directement applicable aux baromètres déjà construits et même mis en place.

Article published online by EDP Sciences and available at http://dx.doi.org/10.1051/jphystap:01885004003501

Lorsqu'on examine un tube cylindrique, à parois un peu épaisses, on distingue facilement le canal intérieur, qui apparaît grossi par réfraction. Proposons-nous de calculer la valeur du diamètre apparent 2φ de ce canal, vu d'un point C défini par sa distance $OC = D$ à l'axe du tube. Si nous considérons le rayon lumineux MI, tangent au canal, et tel qu'il se réfracte en I, de manière à passer par le point C, l'angle ICO mesurera le demi-diamètre apparent φ du

Fig. 1.



canal. Or on a, en désignant par ρ le rayon du canal, par R celui du tube et par n l'indice du verre,

$$\rho = R \sin r, \quad \frac{R}{\sin \varphi} = \frac{D}{\sin i}, \quad \sin i = n \sin r.$$

On tire de là

$$\rho = \frac{D \sin \varphi}{n}. \tag{1}$$

L'équation (1) donne le rayon cherché en fonction de la distance D, souvent difficile à évaluer exactement. Il est plus commode de mesurer en même temps le diamètre apparent $2\varphi'$ du contour extérieur des tubes, vu du même point C. La relation

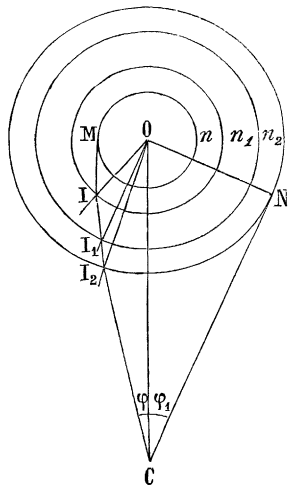
$R = D \sin\varphi'$ nous donne, en effet,

$$\frac{n\rho}{R} = \frac{\sin\varphi}{\sin\varphi'}. \tag{2}$$

Le rayon R est directement mesurable ; il suffit donc de déterminer les angles φ et φ' pour pouvoir calculer ρ (on suppose $n = 1,5$).

Mais la forme même de l'équation (2) nous montre que la

Fig. 2.



méthode précédente ne sera pas toujours applicable. On a nécessairement en effet $\varphi < \varphi'$. Si donc on a $n\rho > R$, on se trouve en présence d'une impossibilité provenant de ce que les bords du canal intérieur ne sont pas visibles : pour un grand nombre de baromètres, si l'on observe la colonne mercurielle au niveau du ménisque, on constate que celle-ci semble remplir complètement le tube.

Pour voir comment nous pourrons rendre de nouveau possible l'observation du canal intérieur, imaginons que l'on entoure le tube d'un second tube, de diamètre suffisant, parfaitement cylindrique et concentrique au premier, et que l'on remplisse d'eau le

canal annulaire ainsi constitué (¹). Soient ρ, R, ρ_1, R_1 les rayons intérieurs et extérieurs des deux tubes, n, n_1, n_2 les indices du verre du premier tube de l'eau et du verre du second tube. Suivons la marche successive d'un rayon lumineux tangent en M au canal intérieur, et tel que, à l'émergence, il passe par le point C. Si r, r_1, r_2, r_3, r_4 et i sont les angles successifs d'incidence et de réfraction, on établira sans peine les sept relations

$$n \sin r = n_1 \sin r_1, \quad n_1 \sin r_2 = n_2 \sin r_3, \quad n_2 \sin r_4 = \sin i,$$

$$\frac{\rho}{\sin r} = R, \qquad \frac{R}{\sin r_2} = \frac{\rho_1}{\sin r_1},$$

$$\frac{\rho_1}{\sin r_4} = \frac{R_1}{\sin r_3}, \quad \frac{R_1}{\sin \varphi} = \frac{D}{\sin i}.$$

Effectuons les produits membre à membre de ces sept équations, nous obtiendrons la relation

$$n\rho = D \sin \varphi, \tag{3}$$

identique à l'équation (1).

Il est remarquable de trouver ainsi que le diamètre apparent du canal central ne dépend absolument que de l'indice de ce tube, de telle sorte que *les enveloppes concentriques que nous avons introduites n'ont d'autre rôle que de rendre visibles les bords de ce canal.*

On voit immédiatement que, si l'on désigne par $2\varphi_1$ le diamètre apparent du tube extérieur, vu du point C, on pourra calculer ρ par l'équation

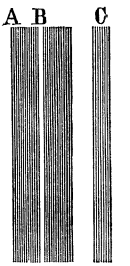
$$\frac{n\rho}{R_1} = \frac{\sin \varphi}{\sin \varphi_1}. \tag{4}$$

(¹) Le moyen qui m'a paru le plus simple pour réaliser les conditions voulues consiste à entourer le tube barométrique d'une bande de papier préalablement mouillée, de $0^m,02$ de large environ, et à l'enrouler, en le serrant fortement, un assez grand nombre de fois pour remplir exactement l'intervalle des deux tubes. On enfonce alors le tube auxiliaire, qui doit avoir de $0^m,04$ à $0^m,05$ de longueur jusqu'à ce qu'il dépasse à peine la bande de papier, puis on bouche avec de la cire molle l'extrémité inférieure du canal annulaire ainsi constitué. Dans ces conditions, les deux tubes sont nécessairement concentriques.

Telle est la relation dont nous ferons usage.

Disposition de l'expérience. — Pour mesurer les angles φ et φ_1, deux dispositions expérimentales ont été essayées. Dans la première, on utilisait, pour effectuer les visées, le microscope d'une boussole de Gambey; les angles pouvaient être mesurés de la sorte avec une exactitude, toutefois plus apparente que réelle, de 10″. On avait soin d'éclairer le tube d'une manière bien symétrique, soit au moyen d'une fenêtre éloignée, soit plus simplement

Fig. 3.



par un bec de gaz à cheminée cylindrique. Il est avantageux de donner à la source éclairante un diamètre apparent à peine supérieur à celui du tube extérieur. Dans ces conditions, l'aspect du tube vu, soit dans le microscope, soit à l'œil nu, est à peu près celui de la figure (3), qui représente la moitié gauche du système. Le bord externe A est suivi d'une large région très sombre, traversée par une ligne B étroite et assez lumineuse. Plus loin on retrouve une seconde bande C, beaucoup plus large et en même temps plus brillante que la première. C'est le bord *interne* de la ligne lumineuse étroite B qui correspond au bord du canal, et c'est lui qu'on doit viser. C'est ce dont on peut s'assurer sans peine, en opérant sur un tube fermé par le bas, à moitié rempli d'eau, et en visant au niveau du ménisque. Quelques précautions que l'on prenne, la visée présente toutefois toujours quelque difficulté, et le rayon interne du tube ne peut guère être déterminé à plus de $0^{mm},1$ près, exactitude d'ailleurs bien suffisante pour pouvoir effectuer les corrections de capillarité.

Par suite même du degré limité d'exactitude qu'il est possible

d'obtenir, il est plus simple et parfaitement suffisant d'effectuer les mesures à l'œil nu. Plaçant l'œil à 30^{cm} environ du tube, placé verticalement et éclairé comme il a été dit plus haut, on applique horizontalement contre lui une règle graduée en demi-millimètres. Il suffit de lire directement sur cette règle (en estimant à l'œil les $\frac{1}{10}$ de millimètre), les largeurs apparentes a de l'enveloppe extérieure et b du canal central. Le rapport $\frac{a}{b}$ mesure en effet $\frac{\operatorname{tang}\varphi}{\operatorname{tang}\varphi'}$, que l'on peut confondre avec $\frac{\sin\varphi}{\sin\varphi'}$; la formule (4) devient alors simplement

$$\frac{\rho}{R} = \frac{a}{1{,}5\,b}.$$

Parmi les divers essais que j'ai faits de cette méthode, je citerai les résultats relatifs à un tube à parois peu épaisses qui, d'après un jaugeage à l'eau, avait un rayon intérieur de 5^{mm},4. L'observation par la méthode optique a donné, pour ce même rayon, 5^{mm},3 par l'emploi du microscope et 5^{mm},5 par visée à l'œil nu.