



HAL
open science

Appareil de mesure des tensions superficielles

Lucien Chincholle

► **To cite this version:**

Lucien Chincholle. Appareil de mesure des tensions superficielles. *J. Phys. Phys. Appl.*, 1963, 24 (S10), pp.162-164. 10.1051/jphysap:019630024010016200 . jpa-00212932

HAL Id: jpa-00212932

<https://hal.science/jpa-00212932v1>

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.

APPAREIL DE MESURE DES TENSIONS SUPERFICIELLES

Par LUCIEN CHINCHOLLE,

Électrotechnique Générale, Faculté des Sciences, Fontenay-aux-Roses.

Résumé. — Nous présentons un nouvel appareil de mesure des tensions superficielles. Il permet d'étudier la pression nécessaire pour former, dans un liquide, une bulle de gaz d'un diamètre donné. Cet appareil peut être utilisé avec des liquides mouillant ou ne mouillant pas le verre dans une large gamme de température et de pression.

Abstract. — A new apparatus for measuring the surface tension of liquids is described. It can be used to study the pressure required to create a gas bubble of given radius inside the liquid.

Liquids either wetting or not wetting glass can be investigated, over a wide range of temperature and pressure conditions.

Ayant à fabriquer des émulsions de gaz dans des liquides variés, nous avons été amenés à étudier la tension superficielle. En particulier, nous nous sommes intéressés au mercure et à ses alliages liquides avec l'indium. Il fallait un appareil permettant des mesures rapides avec des liquides dont la mouillabilité avec le verre varie beaucoup.

Principe de l'appareil (fig. 1). — Soit un tube de verre recourbé, terminé en C par un capillaire et plongeant dans le liquide dont on veut établir la

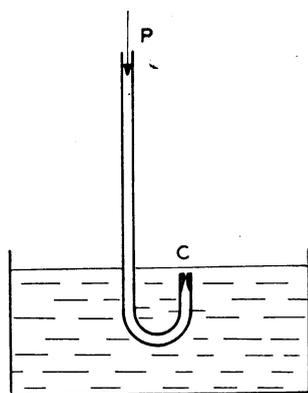


FIG. 1.

valeur de la tension superficielle. Supposons que le point C affleure à la surface libre du liquide (mais qu'il soit situé tout de même en son intérieur), afin de pouvoir négliger les forces de pression statique.

Si nous chassons le liquide du capillaire, nous exerçons une pression qu'il faudra maintenir si nous voulons l'empêcher de pénétrer à nouveau.

Cette pression équilibre la pression due à la force qui provoque la déformation de la surface et qui n'est autre que la tension superficielle.

Soient p : la pression exercée par l'intermédiaire du gaz ;
 d : le diamètre du capillaire ;
 A : la tension superficielle du liquide étudié.

Nous pouvons appliquer la loi de Jurin :

$$A = pd/4.$$

La mesure de la pression se fait à l'aide d'un manomètre à liquide de masse spécifique ρ . La formule précédente s'écrit alors :

$$A = \rho gh d/4.$$

Réalisation pratique (fig. 2 et 3). — Nous avons

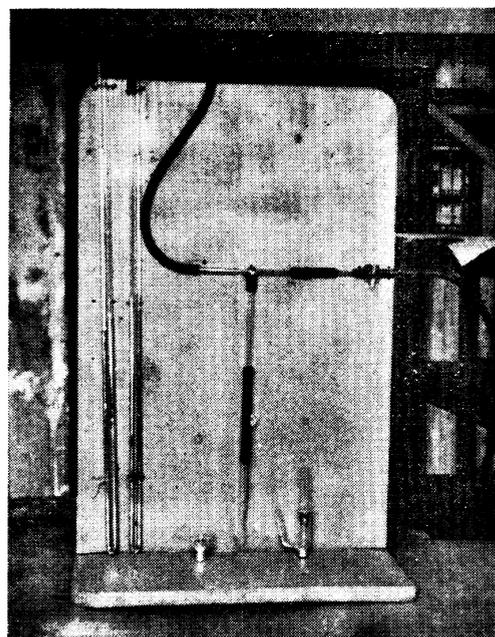


FIG. 2.

conçu deux appareils simples adaptés à cette mesure, c'est-à-dire pouvant fonctionner, l'un avec

tion superficielle équilibre la pression du gaz. Il suffit alors d'appliquer la formule :

$$A = \rho g h_e d/4$$

g : accélération de la pesanteur ; h_e : hauteur d'équilibre du liquide manométrique.

Dans le cas d'un liquide ne mouillant pas le verre, on doit modifier l'appareil de façon à exercer soit une dépression dans le tube C, soit une surpression sur le liquide ou conjuguer les deux à la fois pour obtenir le maximum de sensibilité.

Considérons le cas où l'on exerce une pression sur le liquide (fig. 4b). Le robinet R étant ouvert et réglé à un débit très lent, du moins au voisinage de la mesure, on note la pression manométrique au moment où le liquide contenu dans le vase commence à monter dans le tube capillaire C. La tension superficielle est alors égale à la pression qu'on a exercée.

Pour avoir une meilleure précision on peut reprendre la mesure avec des pressions de gaz initiales plus faibles ou bien monter un manomètre dont une branche mobile permet d'atteindre la position d'équilibre plus facilement.

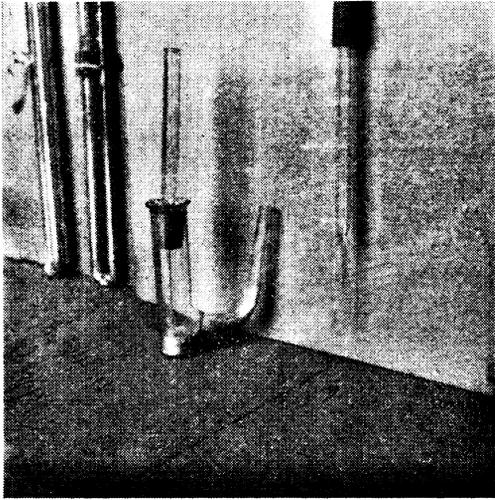


FIG. 3.

des liquides mouillant le verre (alliage mercure-indium et la plupart des liquides usuels), l'autre avec des liquides ne le mouillant pas (mercure).

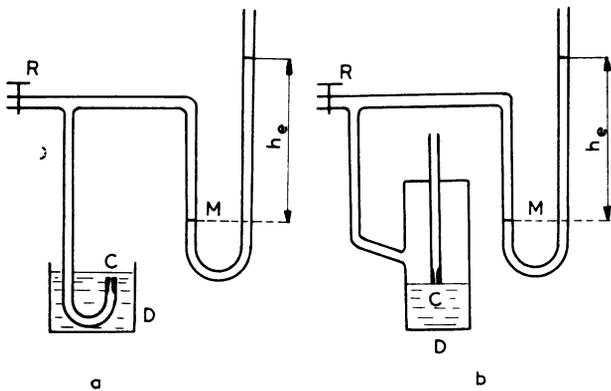


FIG. 4a et 4b.

Le premier appareil comporte essentiellement (fig. 4a) :

- a) une cuve D contenant le liquide à étudier ;
- b) un tube capillaire C, plongeant dans la cuve et alimenté par du gaz sous pression par l'intermédiaire du robinet R ;
- c) un tube manométrique M.

Le principe de la mesure est le suivant : le gaz est introduit en quantité suffisante dans le corps de l'appareil, puis le robinet R est fermé. Les bulles de gaz continuent à s'échapper en C tandis que la hauteur h du liquide manométrique diminue, et ceci jusqu'au moment où la pression due à la ten-

Résultats obtenus. — Nous avons effectué quelques mesures absolues dans l'unique but de nous rendre compte de la validité de la méthode ; aussi n'avons nous pas cherché à obtenir une grande précision. Notons simplement que les résultats enregistrés sont en bon accord avec les valeurs classiques de la tension superficielle, en particulier pour l'eau et pour le mercure.

Nous avons, par contre, déterminé les variations de la tension superficielle d'un alliage en fonction de la proportion de ses constituants. La figure 5

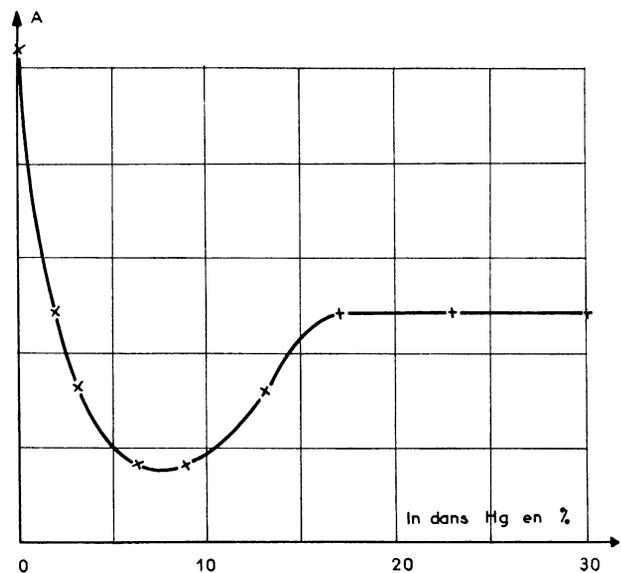


FIG. 5.

donne les résultats obtenus dans le cas du mercure-indium. Le minimum apparaît à 8 % d'indium. Il correspond environ à la tension superficielle de l'eau (fig. 5).

Pour avoir le maximum de précision il est intéressant de calculer le diamètre optimum du capillaire. Évaluons à cet effet l'erreur relative sur la mesure de A :

$$\Delta A/A = \Delta d/d + \Delta h/h + \Delta \rho/\rho + \Delta g/g.$$

Nous pouvons négliger les deux derniers termes. L'erreur sur A sera minimum si la fonction $f = \Delta d/d + \Delta h/h$ est minimum.

En désignant par d_1 et h_1 les erreurs absolues faites sur les mesures correspondantes, nous avons :

$$f = d_1/d + h_1/h.$$

Comme $h = 4A/\rho g d$, si nous dérivons par rapport à d nous obtenons :

$$\Delta f/d = -d_1/d^2 + \rho g h_1/4A.$$

Cette dérivée s'annule pour :

$$d = \sqrt{4Ad_1/\rho gh_1}.$$

La valeur de A sera déterminée approximativement par une mesure rapide, ce qui permettra de choisir le diamètre du capillaire.

Pour évaluer les tensions superficielles élevées, on prendra le mercure comme liquide manométrique. Au contraire l'eau sera utilisée pour les faibles valeurs de A .

Exemple :

1) Si $h_1 = 1,5 \times 10^{-3}$ m (liquide manométrique : eau) ; $d_1 = 8 \mu$; $A = 0,075$ J/m².

On obtient $d = 400 \mu$.

2) Si $h_1 = 1,5 \times 10^{-3}$ m (liquide manométrique : mercure) ; $d_1 = 8 \mu$; $A = 0,45$ J/m².

On obtient $d = 268 \mu$.

Il est facile de fabriquer une série de capillaires en verre et de choisir ceux qui conviennent le mieux. A cause de leur fragilité et surtout de la difficulté de nettoyage, nous ne les utilisons qu'une fois.

Cet appareil de mesure des tensions superficielles d'une utilisation simple, pratique et rapide paraît pouvoir convenir à la plupart des liquides, quelles que soient les conditions de température et de pression.

Manuscrit reçu le 23 juillet 1963