

## Evaluation de la pureté d'un composé liquide par étude de sa tension de surface.

Proposer des méthodes simples et efficaces permettant de connaître le degré d'impureté d'un composé liquide ( en l'occurrence l'eau ), et au mieux, d'en connaître sa principale composition.

L'étude s'effectue à l'interface d'au moins deux milieux en interaction.

On se propose ici de comprendre la répartition de la quantité d'impuretés au sein du liquide, et en surface du liquide.

### Positionnement thématique (phase 2)

*PHYSIQUE (Physique de la Matière), CHIMIE (Chimie Analytique).*

### Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Tension de surface</i>	<i>Surface tension</i>
<i>Impuretés</i>	<i>Impurities</i>
<i>Interaction intermoléculaire</i>	<i>Molecular interactions</i>
<i>Interface</i>	<i>Interface</i>
<i>Chimie physique</i>	<i>Physical chemistry</i>

### Bibliographie commentée

Dès les premiers cours de collège en Physique-Chimie, on enseigne de nos jours à bien faire attention au "ménisque" avant de procéder à la mesure d'un volume de liquide. De même, " le guerriis marchant sur l'eau ", ou bien " le café qui monte dans le sucre " sont des phénomènes bien connus du public. Ces phénomènes s'expliquent en étudiant les possibles interactions électriques qu'il peut y avoir entre plusieurs molécules, à l'interface de milieux différents.

En effet, il s'exerce au sein d'un même composé liquide, des **forces électriques attractives** entre les différentes molécules du liquide. En considérant qu'aucune direction n'est privilégiée, il y a donc **isotropie** des forces attractives. Dans le cas où l'on se situe en surface du liquide, les molécules associées sont donc en contact direct avec l'extérieur, à savoir une autre phase. Les molécules en surface du liquide sont donc attirées différemment par les molécules du volume de liquide, provoquant ainsi une **anisotropie** des forces attractives en surface du liquide [4,6,8]. Cette **force engendrée**, ou bien cet excès d'énergie surfacique [7], est appelée **tension superficielle**, mesurée en N/m ou bien J/m<sup>2</sup>.

On peut définir la tension de surface comme étant une force à la surface d'un liquide qui s'oppose à la dilatation de celle-ci ou bien comme le travail W nécessaire qu'il faut fournir à un fluide, pour que sa surface S varie de  $\Delta S$  [1,2].

On parle plus communément de tension surfacique pour une interface dense / gaz et de tension interfaciale pour une interface dense / dense. En effet, il s'agirait dans de ce cas de la force

nécessaire à la rupture de l'interface [1,9].

Historiquement , on pense que Léonard de Vinci avait déjà observé la montée d'un liquide dans des tubes de faible diamètre[1].

En 1717, le médecin britannique **James Jurin** énonce la loi qui portera son nom de la hauteur d'**ascension d'un fluide** dans un capillaire, en fonction de sa tension de surface[1]. On ne manquera pas de citer les travaux de **Pierre Simon de Laplace** dans l'élaboration d'une équation liant la **différence de pression** entre les différents milieux et les différents rayons de courbures épousés par le liquide d'une interface solide/liquide/gaz [1,4,5,6,9]. Le cas typique d'application de cette loi reste celui de la courbure de la surface d'un liquide quand celle-ci est réduite à un petit diamètre : soit le cas du ménisque dans un tube à essais.

Au XIXème , **Thomas Young** établit la formule liant les différentes **énergies interfaciales** mis en jeu pour une interface solide/liquide/gaz, aujourd'hui très utilisée pour comprendre les phénomènes de mouillabilité [1,6].

On doit une meilleure compréhension de la tension de surface sous ses traits de grandeur thermodynamique aux travaux des savants tels que **Josiah Willard Gibbs** et **Johannes Diderik Van der Waals**, comme étant proportionnelle à l'**énergie libre** des différentes phases en présence [7,10].

La tension de surface d'un liquide peut effectivement varier selon divers paramètres à savoir la température, la pression, ou bien même la concentration d'une impureté en son sein [1,2,3,10].

Nous arrivons donc au point qui nous intéresse.

Il nous est possible de théoriser la concentration d'une impureté en surface d'un liquide, avec sa concentration au sein du liquide [3,10]. Par ailleurs, l'influence de cette impureté dépend de sa miscibilité avec le fluide hôte, pur , et donc également de sa répartition au sein du liquide [1]. De plus, un fluide réel est un fluide qui peut comporter plusieurs impuretés, et sa tension de surface n'est pas toujours proportionnelle à la combinaison linéaire des fractions molaires des différents composés en présence. La mesure de la tension de surface est aujourd'hui une technique bien maîtrisée [1,9,5], mais s'il s'agit d'obtenir des informations directes sur la pureté du liquide, les travaux actuels connus à ce jour restent pour le moins manquants.

C'est dans cette optique, que l'on se propose d'obtenir des résultats.

## Problématique retenue

A une époque où il devient crucial de connaître le degré de pollution d'un composé liquide, on se propose, par la mesure d'une tension de surface, d'élaborer une méthode simple, permettant de connaître la pureté d'un liquide.

## Objectifs du TIPE

On se donne, dans un *premier temps*, l'objectif de présenter une méthode permettant d'**évaluer la pureté d'un composé liquide**. Il nous faut alors déterminer les **techniques de mesure**

envisagées, les **logiciels** utilisés, les **protocoles** mis en place.

On se devra dans un *second temps*, d'appliquer ces méthodes, et de **critiquer** leur utilité ou/et efficacité.

Enfin, nous nous efforcerons au mieux d'accompagner notre étude, de **modèles** favorisant la compréhension du phénomène, et la logique de la démarche envisagée.

En tant qu'ouverture, nous généraliserons notre étude aux composés gazeux.

## Abstract

The goal of this study deals with the establishing of a measurement method of the concentration of an impurity into liquids, particularly water. We exploit the fact that the surface tension of liquids depends on this concentration.

Firstly, the study focus on different measurement methods of surface tension, developed these last centuries, like the Lecomte du Noüy's tensionmeter.

Secondly, the study focus on thermodynamics of surface tension. We will attempt to understand how the surface can be modeled, and how the dynamics of impurities work.

Finally, we will deduce a measurement method for the concentration of an impurity into liquids.

## Références bibliographiques (phase 2)

- [1] LE NEINDRE BERNARD : Tensions superficielles et interfaciales : *Techniques de l'ingénieur Constantes mécaniques et viscosité (1993)*, ref. article : k475
- [2] ROUANET JACQUES ET CLAUDE TREZAIN : Présentation des agents de surface : *L'Act. Chim. (AS) 1996,2-3, 15-22*
- [3] BOUTARIC A. : Remarques sur la relation de Gibbs et les formules d'absorption : *J. Phys. Radium, 1940. pp.99-102, HAL Id: jpa-00233732*
- [4] CULTURESCIENCES-PHYSIQUE - UNISCIEL : Tension superficielle : interprétation microscopique et caractérisation : [vidéo en ligne] < <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/physique-animee-Tension-superficielle-1.xml> >
- [5] GASSIN PIERRE-MARIE : Mesure de la tension superficielle par la technique de la goutte pendante : *Bulletin de l'union des physiciens (BUP), vol.963,2014*
- [6] VIENNOT LAURENCE : Ascension capillaire : quand le solide semble "hisser" le liquide : *Bulletin de l'union des physiciens (BUP), vol.977, octobre 2015, p.1201-1212*
- [7] BRETONNET JEAN-LOUIS ET JEAN-MARC BOMONT : Théorie du gradient de Van der Waals : *Bulletin de l'union des physiciens (BUP), vol.957, octobre 2013, p.911-923*
- [8] LE PROJET LUTÉTIUM : À la surface des liquides : [vidéo en ligne] < <https://www.youtube.com/watch?v=UKtz9VdYPDc> >
- [9] WIKIPÉDIA : Tension superficielle : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tension\\_superficielle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tension_superficielle)
- [10] WIKIPEDIA : Gibbs isotherm : [https://en.wikipedia.org/wiki/Gibbs\\_isotherm](https://en.wikipedia.org/wiki/Gibbs_isotherm)

## DOT

- [1] Janvier 2018 : on fait l'hypothèse ( 1 ) que la tension superficielle ne peut que diminuer lorsque la quantité en impureté augmente.

- [2] *Début février : intérêt pour la thermodynamique de la tension superficielle à la découverte des travaux de A. Boutaric.*
- [3] *13 février 2018 : hypothèse (1) réfutée pour une solution en NaCl, évolution du modèle.*
- [4] *13 avril 2018 : rencontre avec un doctorant de l'université des sciences de Montpellier Alexandre POIRIER*
- [5] *fin mai : choix définitif pour la méthode de la goutte tombante*
- [6] *début juin : compréhension de l'équation de Gibbs pour la tension superficielle, et de la notion d'excès de surface.*