

# Correction – Montage de physique

## MP 2 - Surfaces et interfaces

- Date et horaire : Vendredi 5 avril 2019 de 15h30 - 17h30
  - Présentateur : Jonathan LALIEU
  - Correcteurs : Hervé GAYVALLZET & Thomas BUSSE
- 

## Plan du montage présenté

I Lois de Snell-Descartes

II Tension de surface

- 1) Loi de Jurin
- 2) Stalagnométrie

## 1 Remarques et commentaires généraux

Les expériences choisies sont pertinentes et ont largement leur place dans ce montage. L'expérience sur les lois de Snell-Descartes devrait être appréciée car le jury ne veut pas que le montage se limite à l'étude de la tension superficielle. De plus la relative simplicité de la mesure permet de se mettre en confiance au début du montage.

Le frottement solide n'a été évoqué qu'en conclusion de la leçon. On peut lui donner une place plus importante avec une manip qualitative voire quantitative si on le souhaite.

La présentation a duré 26 minutes; il reste du temps pour mieux discuter les phénomènes physiques mis en jeu au niveau des interfaces ce qui semble important dans ce montage. Le temps restant peut aussi permettre de parler du frottement solide, non traité ici, avec une expérience comme proposé plus loin dans ce document.

Pour les montages, il est nécessaire de faire un effort de contextualisation dans l'introduction afin de dégager un fil conducteur ou de fluidifier l'enchaînement des expériences. De plus, dans ce montage l'argumentation sur la hiérarchisation de la précision des méthodes de mesure de la tension de surface a été peu convaincante, comme Jonathan s'en est rendu compte au cours de la présentation. Il faut donc réfléchir, en amont, au lien et à la transition entre les différentes expériences.

De manière générale, il est très important de bien présenter oralement les graphiques tracés sur l'ordinateur au cours des expériences, notamment les axes pour simplifier la compréhension. Vous pouvez, si vous en avez la place et que vous trouvez cela pertinent, les tracer schématiquement au tableau.

Dans un montage, il faut comparer les valeurs obtenues expérimentalement aux valeurs attendues et éventuellement discuter des écarts afin de les expliquer, ceci a été correctement mené par Jonathan. Il faut néanmoins faire attention, la valeur attendue n'est pas forcément théorique, mais peut être tabulée ou admise, comme c'est le cas ici pour les valeurs de tension de surface. De plus, si la température influence la grandeur en question, il est important d'indiquer la valeur correspondante pour la valeur attendue pour la grandeur d'intérêt. Vous devez également savoir comment varie la grandeur d'intérêt avec la température, ce vous permettra d'expliquer un éventuel écart avec la valeur attendue.

Ce montage ne doit pas s'interpréter uniquement comme un souvenir de l'ancien montage sur "la tension de surface". Proposer trois expériences dans ce domaine et une seule dans un autre domaine peut paraître déséquilibré, sauf si l'on suit un scénario très argumenté.

## 2 Retour sur le montage

### 2.1 Introduction

L'introduction doit être mieux construite afin de présenter le cœur du montage et de ne pas perdre de précieuses minutes en hésitant sur la direction à donner. Elle peut permettre de :

- définir les termes (surfaces, interfaces)
- préciser les différents domaines physiques (méca, thermo, électromag)
- donner des exemples concrets
- donner un fil conducteur, point commun ou objectif général des différentes manip (dégager quelques propriétés des surfaces et des interfaces)

### 2.2 Lois de Snell-Descartes

Les expériences de cette partie ont été bien menées et bien présentées. Attention à ne pas dire "petit laser". Il ne faut pas hésiter à dire que l'on a des phénomènes ondulatoires ici.

Les graphiques utilisés pour valider la loi n'ont pas été suffisamment expliqués, notamment ce qui est tracé en abscisse et en ordonnée. Les résultats sont en accord avec ce qui est attendu et les incertitudes ont été correctement traitées.

Il faut être plus clair sur l'angle limite afin de ne pas se perdre dans les explications. Le traitement expérimental a été bien mené. Là aussi il faut mieux expliquer les graphiques tracés.

### 2.3 Tension de surface

Dans ces expériences, il faut mieux expliquer le rôle de la tension de surface : la création d'une interface délimitant deux phases fluides représente un coût énergétique.

#### 2.3.1 Loi de Jurin

L'expérience a bien été réalisée et les explications sur le protocole sont claires notamment sur la prise en compte de l'hystérésis. Effectivement il faut faire monter le fluide dans les capillaires avec une poire à pipetter puis le laisser descendre jusqu'à son état d'équilibre. A ce moment là, il faut souligner la compétition entre la pesanteur et la tension de surface et bien expliquer la formule résultant d'un bilan énergétique : en compensant le gain d'énergie surfacique du mouillage par l'énergie de pesanteur, on obtient la loi de Jurin

La mesure en utilisant la flexcam est assez satisfaisante. Il faut néanmoins mieux préciser l'origine de la mesure pour la hauteur du fluide. La modélisation par une loi affine avec une ordonnée à l'origine non nulle a été expliquée par la mesure en haut ou en bas du ménisque.

Les résultats sont en accord avec la valeur tabulée pour l'éthanol. Attention la température joue son rôle.

Attention à ne pas ajouter de colorant dans le fluide (pour améliorer la visualisation), cela modifie la tension de surface par rapport à celle tabulée.

#### 2.3.2 Stalagmométrie

La transition entre les 2 expériences est à revoir : la deuxième expérience n'est pas forcément plus précise que la première de par la propagation d'incertitude, comme on l'a vu à la fin.

On peut juste préciser que maintenant qu'on a la valeur de la tension de surface pour un fluide on va l'utiliser comme valeur de référence dans la méthode de stalagmométrie qui nécessite de connaître la valeur de tension de surface pour un fluide afin de déterminer celle d'un autre fluide. Il s'agit davantage d'une méthode de détermination comparative et non absolue.

Il est important de bien expliquer la formule de base de cette méthode et notamment le coefficient  $\alpha$  qui est introduit. Une goutte pendante se détache quand son poids excède la force capillaire qui la retient, c'est-à-dire  $2\pi R\gamma = \rho g V_g$ , où  $V_g$  est le volume de la goutte et  $R$  le rayon intérieur de la burette au niveau de laquelle est suspendue la goutte. Cependant, lors du décrochage, la goutte s'étire et un pincement apparaît :

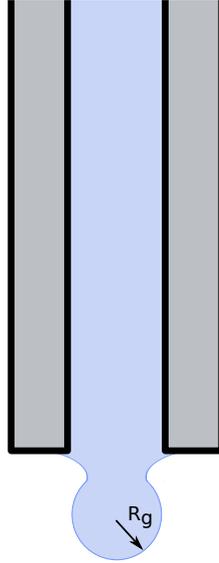


Figure 1: Forme d'une goutte pendante au bout d'un capillaire

le fluide au-dessus du pincement reste attaché au capillaire, et seule une fraction  $\alpha V_g$  de la goutte pendante choit. Selon la loi de Tate, ce coefficient  $\alpha$  ne dépendrait que des caractéristiques géométriques et physiques de l'extrémité de la burette et non de celles du fluide. La valeur de  $\alpha$  se situe généralement autour de 0,6 et dépend donc du rapport  $R/R_g$ .

La valeur obtenue pour l'eau est satisfaisante est comparable à la valeur tabulée ce qui n'est pas toujours gagné avec les mesures de tension de surface pour l'eau.

## 2.4 Conclusion

Au cours de la conclusion, Jonathan a évoqué le frottement solide. Il s'agit de phénomènes de surface d'une grande importance qui peuvent avoir une place dans le montage suivant les choix de manips que vous faites.

La méthode de la balance d'arrachement à également été citée, en disant qu'elle est moins précise que celles présentées... Il faut faire attention au discours, la méthode en elle-même n'est pas moins précise, cela dépend du matériel utilisé et du protocole adopté.

## 3 Autres expériences possibles

Dans ce montage d'autre expériences peuvent être intégrées :

- Mesure d'un coefficient de frottement statique (plan inclinable) : il peut y avoir pas mal de choses à discuter sur une manip assez simple,
- Expérience de stick-slip (si vous arrivez à la faire fonctionner) : vous pouvez utiliser une lame de scie à la place du ressort sur le dispositif de stick-slip,
- Balance d'arrachement : ne pas utiliser le dynamomètre (qui n'est pas précis) mais plutôt une balance (d'où le nom),
- Influence d'un tensio-actif sur la tension de surface : faire la mesure de tension de surface pour différentes concentrations,

- Onde gravito-capillaire : cuve à onde,
- et pourquoi pas... l'effet de peau,
- d'autres expériences, que j'ai peut être oubliées, peuvent également entrer dans ce montage.

A vous de faire des choix, il est néanmoins nécessaire de présenter des expériences dans divers domaines de la physique et pas uniquement la tension de surface.