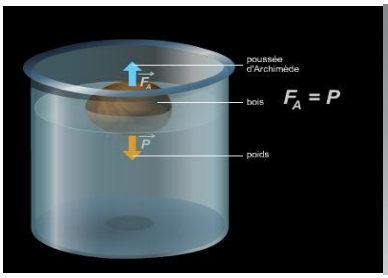
IUT de MONTPELLIER - Génie BIOLOGIQUE

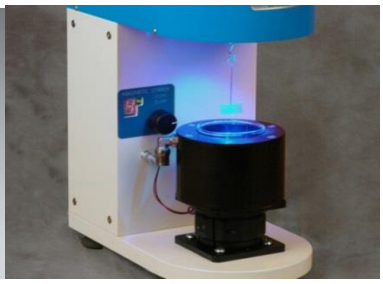
Semestre 1- Année 2026/2027

TP de PHYSIQUE

HYDROSTATIQUE et TENSION SUPERFICIELLE

⇨ **Dans tous les TP de physique, les seules unités à utiliser sont celles du système international : mètre (m), seconde (s), kilogramme (kg), Kelvin (K), candela (cd), mole (mol), Ampère (A).**



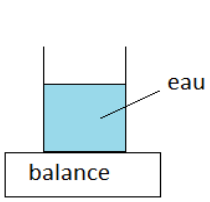



I. HYDROSTATIQUE

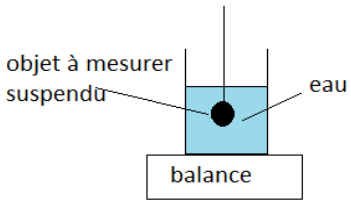
Utilisation de la poussée d'Archimède pour déterminer le volume et la masse volumique d'un objet de forme quelconque.

Principe :

On pèse un bécher contenant un peu d'eau, la masse de l'ensemble est m0. On pèse à nouveau l'ensemble avec l'objet suspendu dans l'eau, soit m1 l'indication de la balance.



mo = masse de l'eau + bécher



m1 = masse de l'eau + bécher + objet immergé

Interprétation :

L'objet subit la poussée d'Archimède de la part du liquide, liquide qui reçoit la même force en sens inverse, donc dirigée vers le bas. C'est cette force supplémentaire, exprimée sous forme d'une masse par la balance qui constitue la différence m1-m0.

On a donc (m1-m0).g = Poussée Archimède = ρ_{eau} g V en notant V le volume inconnu de l'objet. Soit encore :

$$\rho_{eau} . V = m1-m0 \qquad (1)$$

Mesure : Remplir un bécher d'eau de façon à ce que l'objet étudié soit immergé. Procéder comme exposé précédemment. Ne pas tenir l'objet et son fil à la main mais le fixer à la potence pour éviter les mouvements intempestifs.

- Déduire de vos mesures le volume V de votre objet et son incertitude en mm^3 (on ne prendra en compte que l'incertitude sur les pesées, à savoir + ou - 1 mg sur une pesée). On pourra se référer aux rappels d'incertitudes en fin de ce sujet.
- Estimer son volume en mesurant ses dimensions au pied à coulisse pour vérifier que l'ordre de grandeur trouvé précédemment est correct.
- Peser cet objet et en déduire sa masse volumique en kg/m3 avec son incertitude. Comparer aux valeurs des tables trouvées sur internet (objet en aluminium)
- Faire valider vos résultats

II. TENSION SUPERFICIELLE

A) Observations qualitatives

Déformation d'une boucle sous l'effet de forces de tension superficielle

• Placer la boucle de téflon à la surface de l'eau. Verser quelques gouttes d'eau dans la boucle. Observe- t-on quelque chose de particulier ? Verser maintenant quelques gouttes d'eau savonneuse dans la boucle. Proposez une explication à ce que vous observez.

• D'après ces observations, doit-on conclure que la tension de surface de l'eau savonneuse $\gamma_{eau\ savon}$ est plus grande ou plus petite que celle de l'eau pure $\gamma_{eau\ pure}$?

Résistance à l'enfoncement

• Placer délicatement l'aiguille acier à la surface de l'eau, horizontalement, de telle sorte qu'elle ne coule pas (si vous n'y arrivez pas facilement, déposez l'aiguille sur un petit morceau de papier humide type Sopalin que vous placerez bien à plat à la surface de l'eau puis faites couler délicatement le papier, l'aiguille demeure à la surface).

• Nettoyer la pointe du clou. Piquer l'eau au voisinage de l'aiguille. L'aiguille bouge-t-elle ?

• Tremper la pointe dans de l'eau savonneuse. Piquer à nouveau la surface de l'eau. Qu'observe-t-on de différent ?

• Verser goutte à goutte de l'eau savonneuse. L'aiguille finit par couler : pourquoi ?

Etalement d'une goutte

• Déposer sur la partie libre (non recouverte du ruban blanc) et parfaitement propre de la lame de microscope une petite goutte d'eau. La goutte s'étale-elle complètement ?

• Déposer de même une goutte d'eau sur la partie de la lame recouverte de Téflon (ruban blanc). La goutte s'étale-t-elle mieux que sur le verre ?

• Nettoyer la pointe d'un clou puis piquer la goutte déposée sur le Téflon. Qu'observe-t-on de particulier ? ?

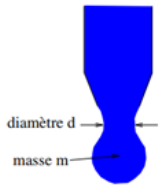
• Tremper la pointe dans de l'eau savonneuse. Piquer à nouveau la goutte. Qu'observe-t-on de différent ? Proposer une explication.

B) Mesures de la tension superficielle

B-1) par formation d'une goutte

Principe : Lorsque la goutte qui se forme à l'extrémité de la burette est sur le point de se détacher, son poids est compensé par les forces de tension superficielle qui la retiennent à la burette, on a donc : $m.g \approx \gamma.\pi.d$, d étant le diamètre de la burette et m la masse de la goutte. d étant difficilement mesurable, on procède à une mesure par comparaison :

- mesure avec de l'eau : $me.g = \gamma e.\pi.d$ (1)
- mesure avec un liquide x : $mx.g = \gamma x.\pi.d$ (2)



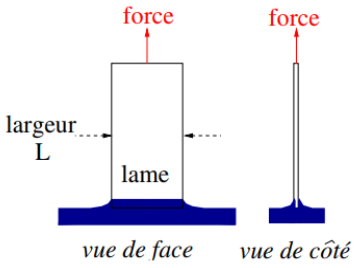
Avec (1) on obtient $d = me.g/ \gamma e.\pi$, ce qui donne, dans (2) , $\gamma x = \gamma e.mx/me$. Avec nos balances il est plus précis de peser plusieurs gouttes que 1 seule et donc, mx et me représenteront donc la masse de 20 gouttes de liquide et non de une seule.

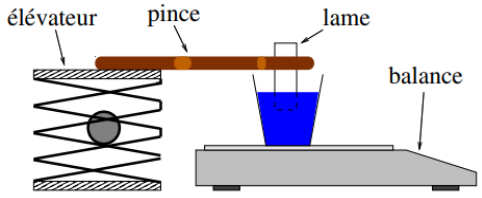
$$\gamma x = \gamma e \, . \, mx / me \qquad (2)$$

Mesure :
Remplir très modérément la burette d'eau distillée, ouvrir très peu de façon à ce que les gouttes se forment lentement. Compter 20 gouttes d'eau (= me). Faire de même avec le liquide dont vous voulez connaitre la tension superficielle (= mx). Déterminez γx à partir de (2) et avec γe = 71 mN/m (température de 20°C).

Donnez ainsi, avec son incertitude, la tension superficielle du lait, l'éthanol, de l'eau savonneuse puis faites valider vos valeurs.

B-2) par arrachement d'une lame





Principe :

Lorsqu'on essaie d'arracher une fine lame d'un liquide, il faut lutter contre les forces de tension superficielle. La force à appliquer pour y parvenir est, en notant L la largeur de la lame (on néglige son épaisseur) :

$$F \approx 2 \, \gamma_{liquide} \, L \qquad (3)$$

• Réaliser le montage de la figure ci-dessus : un récipient (de 100 mL) rempli de liquide (environ 80 mL) est posé sur une balance. Une lame de microscope est reliée (par une pince en bois qu'il faut tenir manuellement plaquée) à un support élévateur qui peut monter ou descendre. Initialiser la

balance sur zéro (tare) puis abaisser la lame (en agissant sur le support élévateur) afin qu'elle trempe (d'environ un demi centimètre) dans le liquide. Déplacer très lentement la lame vers le haut (en tournant la vis de l'élévateur) jusqu'à l'arrachement. La balance indique une masse qui permet de remonter à la force qui s'exerce sur la lame. Le maximum (juste avant l'arrachement) correspond à la force F lors de l'arrachement. Avant chaque mesure, le récipient et la lame doivent être soigneusement nettoyés.

• Déterminer par cette méthode de l'arrachement la tension de surface de l'eau, du lait, de l'eau savonneuse et de l'éthanol. Pour chaque liquide, reproduire la mesure au moins trois fois (sans changer le liquide). Si aucune mesure n'est à éliminer, prendre la moyenne des trois mesures.

Faire valider vos résultats.

Remarque : cette méthode est la plus couramment utilisée. Les instruments industriels utilisent une lame en platine (pour avoir un mouillage total, l'équation reliant F à L et γ étant alors exacte) et appliquent une correction pour tenir compte de la force correspondant à la poussée d'Archimède qui s'exerce sur la lame.

RAPPELS CALCULS D'INCERTITUDE

Si Z = X + Y ou Z = X – Y **alors | ΔZ | = | ΔX |+| ΔY |**

Si Z = X.Y ou Z = X/Y **alors** $\frac{|\Delta Z|}{Z} = \frac{|\Delta X|}{X} + \frac{|\Delta Y|}{Y}$