
TP11

Propriétés des fluides

Matériel

- Balance d'arrachement (5 postes)
- 5 cristallisoirs remplis de 5 liquides différents (huile, eau, glycérol, eau savonneuse, alcool)
- Eprouvette graduée remplis d'huile ou de glycérol (5 postes)
- Billes métalliques de différents rayons (5 postes)
- Webcams (5 postes)

Objectif du TP

- Mesure d'un coefficient de tension superficielle
- Mesure de la viscosité dynamique d'un fluide

Vous passerez 1h sur la partie 1, puis 1h sur la partie 2.

1 Coefficient de tension superficielle

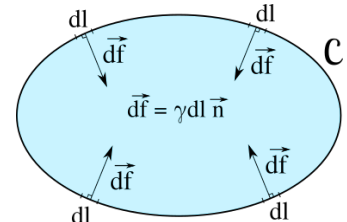
1.1 Théorie

• Tension superficielle

Une interface peut être traitée comme une membrane tendue, chaque portion de la surface est le siège de **forces capillaires** appelées aussi **forces de tension superficielle** réparties sur le contour $\mathcal{C}$ délimitant la portion de surface.

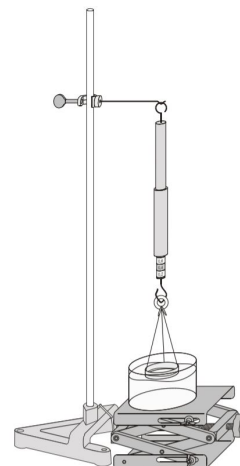
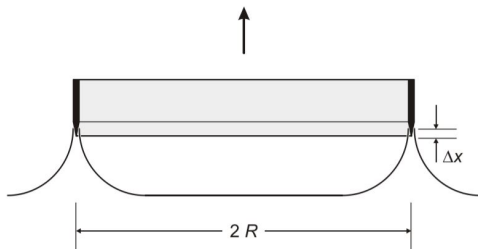
Ces forces sont tangentes à l'interface et sont données par :

$$\vec{df} = \gamma \, dl \, \vec{n}$$



• Principe de la méthode d'arrachement

Un cylindre métallique creux, léger et très mince, est suspendu par trois fils à un support, par l'intermédiaire d'un dynamomètre. Le dispositif permet d'immerger ce cylindre dans un liquide, puis de le faire émerger progressivement : on voit alors se former une interface liquide/air courbée au voisinage du cylindre.



A l'équilibre le cylindre est soumis à trois forces, son poids P , la tension T du support comportant le dynamomètre (dont la valeur est indiquée par le dynamomètre) et la force de tension superficielle due au liquide.

A la limite de l'arrachement on peut considérer que les interfaces liquide/air au voisinage du cylindre sont verticales.

✎ **Montrer que juste avant l'arrachement la force de tension superficielle s'écrit $\vec{T} = -4\pi R\gamma\vec{e}_z$, où $\vec{e}_z$ est orienté selon la verticale ascendante.**

1.2 Expérimentation

• Réglage du dispositif

- Suspendre le dynamomètre à la potence et à vide régler son zéro à l'aide des deux petites vis supérieures
- Accrocher au dynamomètre le petit anneau permettant de suspendre le cylindre métallique. Régler alors la longueur des trois fils de façon à ce que le cylindre soit parfaitement horizontal. Il est très important pour la précision de la mesure que ce réglage soit effectué le plus précisément possible.
- Noter la valeur du poids de l'anneau
- Installer ensuite le cristallisateur contenant le liquide sur le support élévateur.

• Détermination du coefficient de tension superficielle

- Immerger le bas du cylindre dans le liquide de la même profondeur sur tout le tour et faire ensuite émerger progressivement le cylindre.
- Noter la valeur donnée par le dynamomètre juste avant l'arrachement du liquide.
- En déduire le coefficient de tension superficielle associé au liquide ainsi que l'incertitude associée.
- Recommencer l'opération sur un autre poste de mesure, c'est à dire sur un autre liquide.

2 Viscosité dynamique d'un liquide

2.1 Théorie

La chute d'une bille dans un liquide visqueux est un mécanisme à faible nombre de Reynolds, par conséquent la force de traînée ressentie par la bille s'écrit en fonction de sa vitesse :

$$\vec{F} = -6\pi\eta r \vec{v}(M)$$

r est le rayon de la bille et η la viscosité du liquide.

Lors de sa chute la bille est aussi soumise à la poussée d'Archimède $\vec{\Pi} = -\rho_{liq}V\vec{g}$ et à son poids $\vec{P} = \rho_{bille}V\vec{g}$, où V est le volume de la bille.

✎ **Etablir l'équation du mouvement de la bille**

✎ **Résoudre l'équation précédente et montrer que la bille atteint une vitesse limite v_{lim} avec un temps caractéristique τ . Exprimer v_{lim} et τ en fonction des données.**

2.2 Expérimentation

En laissant tomber une bille dans l'éprouvette et en filmant sa chute déterminer à l'aide du pointage de vidéo sur Latis pro la vitesse limite de chute de la bille. En déduire la viscosité du liquide dans lequel chute la bille.