

Etude de la capillarité



Le phénomène de capillarité est un phénomène d'interaction qui regroupe l'ensemble des phénomènes qui ont lieu à la surface d'un liquide au contact d'une paroi solide : le liquide s'élève au-dessus du niveau de l'eau ou descend en-dessous du niveau en fonction des caractéristiques du liquide. Tout ceci se déroule toujours dans des conditions atmosphériques normales. Le phénomène de capillarité repose sur une loi : **la loi de Jurin**.

Explications...

Si vous mettez de l'eau dans un verre, un tube à essais, un seau... vous pouvez observer que la surface libre du liquide est courbe et non plate comme une feuille posée sur une table. Cela est dû aux forces de tension superficielle, appelées force capillaire.

La capillarité s'observe également lorsqu'un buvard aspire de l'encre, une éponge ou de l'essuie-tout s'imbibent d'eau, ou encore quand on trempe une partie de son sucre dans son café. C'est toujours la même force qui agit : la force capillaire.

Mais comment expliquer cette tension superficielle ?

Il faut savoir qu'entre chaque molécule, il y a des forces électriques qui interagissent pour permettre la cohésion d'un liquide. Au sein du liquide, les forces s'équilibrent mais ce n'est pas le cas au voisinage de la surface. En effet, l'addition de toutes ces forces maintenant le liquide donne une seule force perpendiculaire à la surface se dirigeant vers l'intérieur du liquide. C'est cette force perpendiculaire qui va empêcher les molécules de la surface de passer dans l'air, ainsi la cohésion du liquide est maintenue. Cette force perpendiculaire est une force de tension qui va réduire le volume du liquide à sa surface. La surface du liquide est un peu comme une membrane tendue enveloppant le liquide. La tension superficielle est proportionnelle à la force de cohésion entre les molécules.

La loi de Jurin

Cette loi permet de calculer la hauteur h à laquelle monte le liquide dans le tube capillaire.

Habituellement, ce phénomène est connu par l'expérience suivante :

On plonge un tube fin en verre de moins de 3mm de diamètre (le tube capillaire, appelé ainsi car « aussi fin qu'un cheveu ») dans de l'eau. La forte tension superficielle du liquide fait qu'il remonte contre la gravité dans le tube. Les molécules d'eau sont plus attirées par le verre que par l'air. Ainsi l'eau va adhérer aux surfaces du tube pour augmenter sa surface de contact avec le verre et de ce fait, diminuer sa surface de contact avec l'air.

Par répétition de ce phénomène de capillarité et l'exercice des forces de tension superficielle, l'eau monte le long du tube jusqu'à ce que la gravité qui s'exerce sur la colonne d'eau compense avec l'effet d'attraction vers le haut.

Plus le tube est fin et plus le liquide monte. Plus les molécules du liquide ont une cohésion forte, plus le liquide est susceptible d'être transporté par capillarité.

Pour un liquide « qui mouille » comme l'eau on observe une ascension tandis que pour un liquide « qui ne mouille pas » comme le mercure (Hg) on observe une dépression. C'est à dire que le liquide ne va pas monter mais descendre dans le tube.

On exprime la loi de Jurin par la formule suivante :

$$h = \frac{2 \cdot \gamma \cdot \cos(\theta)}{r \cdot \rho \cdot g}$$

h : hauteur du liquide au dessus du niveau de la mer en m

γ : tension superficielle du liquide en $N \cdot m^{-1}$

θ : angle de contact entre le liquide et la paroi du tube en $^\circ$ (angle de raccordement)

r : rayon du tube en mm

ρ : masse volumique du liquide en $g.cm^{-3}$

g : accélération de la pesanteur, constante d'environ $9,81 m.s^{-2}$ ($9,80665 m.s^{-2}$)

Expérience :

- Monter les tubes capillaires sur leur support
- Remplir la cuve avec de l'eau (idéalement à température ambiante)
- Noter la température de l'eau.
- Pour des mesures plus précises, veiller à mouiller préalablement le tube capillaire.
- Construire un tableau regroupant toutes les données nécessaires aux calculs.
- Mesurer la hauteur de l'eau dans chacun des tubes en vous aidant de papier millimétré ou de colorant. La hauteur h dans un tube doit être proportionnelle à $1/r$.
- Calculer la tension superficielle γ .

Prenons l'exemple de l'eau :

La tension superficielle de l'eau : $\gamma = 7,3.10^{-2} N.m^{-1}$

L'angle de raccordement est quasi nul : $\theta = 0^\circ$

Si l'on utilise un tube de 0.3mm alors $r = 0,3mm$

La masse volumique de l'eau : $\rho = 1 g.cm^3$

Enfin, la constante d'accélération de la pesanteur $g = 9,81 m.s^{-2}$

Ce qui nous donne donc le calcul suivant :

$$h = \frac{2 \times \gamma \times \cos(\theta)}{r \times \rho \times g}$$

$$h = \frac{2 \times (7,3.10^{-3}) \times \cos(0)}{0,3 \times 1 \times 9,81} = 4,9.10^{-4}m$$