

Matière Biophysique

Université Mohamed Khider - Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la vie
Département SNV
Année 2020-2021

Chapitre 3

Etude des interfaces liquides - gaz

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

Plan :

1. Introduction

2 .Interface liquide-gaz:

- Tension superficielle
 - Force de tension superficielle
 - Energie de cohésion

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

1. Introduction :

Un certain nombre d'expériences simples permettent de mettre en évidence la force de tension superficielle comme :

- la pièce qui est normalement, vue la densité de l'aluminium devrait tomber au fond du verre à la surface du liquide
- Une expérience peut être réalisée avec trombone posé délicatement à la surface du liquide
- Certains insectes peuvent marcher sur l'eau comme s'ils glissaient sur un film souple

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

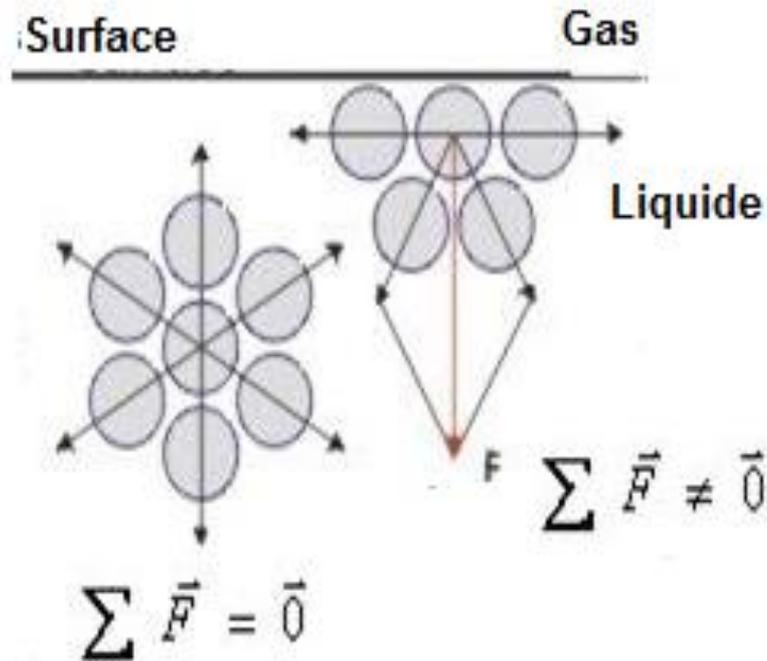
2. Interface liquide-gaz :

Dans ce liquide on distingue deux types de populations: les molécules dans le volume et les molécules qui se trouvent à la surface du liquide

Les molécules dans le volume :

Au niveau microscopique, chaque molécule est soumise à des forces attractives de la part de toutes celles qui l'entourent. Donc la résultante de ces forces agissant sur la molécule située à l'intérieur de liquide ou de gaz est nulle $\Sigma \vec{f} = \vec{0}$.

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)



Il y a alors un équilibre statistique des forces

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

Pour les molécules situées à l'interface du liquide, elles sont soumises à des forces d'attraction dont la résultante n'est pas nulle

$$\Sigma \vec{f} \neq \vec{0}.$$

car la répartition autour n'est pas isotopique

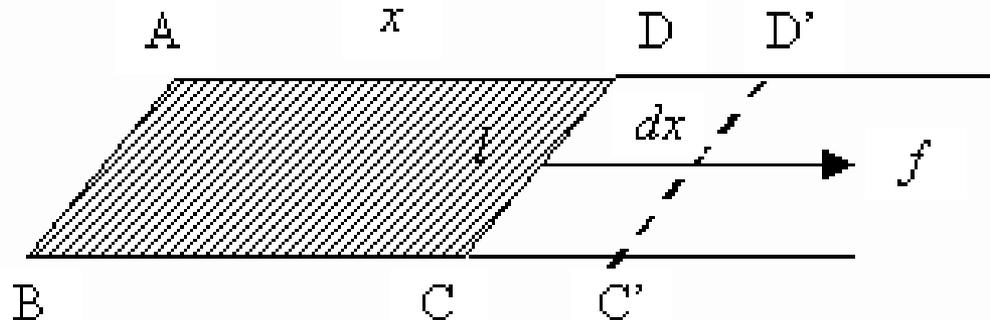
Ainsi, le liquide exerce donc sur ces molécules de surface une force de rappel vers l'intérieur du liquide (voir la figure ci-dessous).

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

➤ Tension superficielle

➤ Force de tension superficielle

Pour obtenir l'expression de la force de tension superficielle, nous supposons une lame savonneuse rectangulaire de longueur l et de largeur x formée dans un fin cadre métallique $ABCD$ dont l'un des côtés CD est mobile. Voir le schéma.



Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

On note ici que la surface totale de la lame, compte tenu de ses deux faces : $2.x.l$. La lame a tendance à se rétracter. Pour maintenir sa surface constante, il faut exercer sur CD une force f qui est évidemment proportionnelle à sa longueur.

Cette force est appelée : **Force de tension superficielle**

$$f = \sigma.2l \quad [N]$$

Où $[\sigma]$ est une constante de chaque liquide dite: constante de tension superficielle. $[\sigma] \text{ N/m}$

L'énergie de tension superficielle est donnée par $E_s = \sigma.S$

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

Définition :

- **Tension superficielle** : est une propriété des liquides qui permet de maintenir en équilibre leur surface libre.
- Elle dépend du liquide, du milieu qui surmonte sa surface libre et de la température
- Quelques résultats expérimentaux de la tension superficielle en différentes températures mN/m

Liquide	0°	20°	40°
Eau	75,64	72,75	69,56
Méthanol	24,50	22,65	20,90
Ethanol	24,05	22,27	20,60
Acétone	26,21	23,70	21,16

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

➤ **Pression de Laplace et ses applications**

Dans cette partie, nous allons voir la loi de Laplace et quelles sont ses applications et son utilité dans la description de quelques phénomènes biophysique.

➤ **Les bulles d'air dans un liquide**

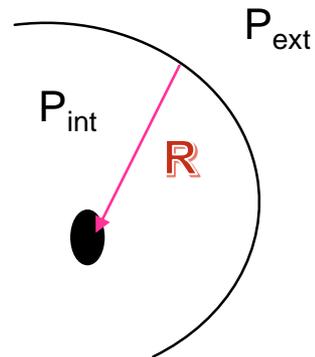
Pour former une bulle d'air de rayon R à l'intérieur d'un liquide de tension superficielle σ , il faut que la surpression s'exerçant sur la membrane sphérique de la bulle d'air soit **positive**.

.

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

C'est à dire, la pression interne P_{int} dans la bulle soit supérieure à celle du milieu externe P_{ext} .

bulles d'air



Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

➤ Les bulles d'air dans un liquide

Pour former une bulle d'air de rayon R à l'intérieur d'un liquide de tension superficielle σ , il faut que la surpression s'exerçant sur la membrane sphérique de la bulle d'air soit **positive**.

C'est à dire, la pression interne P_{int} dans la bulle soit supérieure à celle du milieu externe P_{ext} .

La loi de Laplace, nous permet de donner l'expression de cette surpression : $\Delta P = P_{int} - P_{EXT}$

en fonction de R et de σ : $d\omega = \Delta P dV = \Delta P 4\pi R^2 dR$

En effet, d'une part, pour augmenter le volume V de la goutte, on augmente le rayon R , on doit fournir un travail des forces de pression au cours de la variation de volume telle que : $dV = SdR = 4\pi R^2 dR$

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

➤ Les bulles d'air dans un liquide

D'autre part, on note que cette expression de travail est toute à fait semblable (égale) à celle de travail des forces de tension superficielle : $d\omega = \sigma dS = 8\pi R dR$

Finalement, après comparaison, on constate que l'expression de la surpression à l'intérieur d'une bulle

d'air dans un liquide est donnée par : $\Delta P = \frac{2\sigma}{R}$

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

Avec le même raisonnement que le cas précédent, on peut écrire la surpression due à la couche extérieure comme :

$$p' - p = \frac{2\sigma}{r + dr}$$

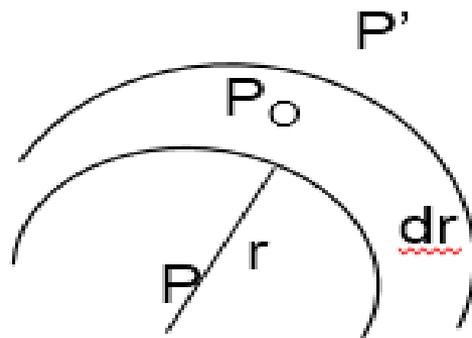
et la surpression due à la couche intérieure par :

$$p_0 - p = \frac{2\sigma}{r}$$

Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

Ce qui nous donne la surpression finale de la bulle de savon dans l'air par la relation suivante, où nous avons supposé : $dr \ll r$

$$\text{Donc : } \Delta P = \frac{4\sigma}{r}$$



Etude de l'interface liquide-gaz (Phénomènes de surfaces)

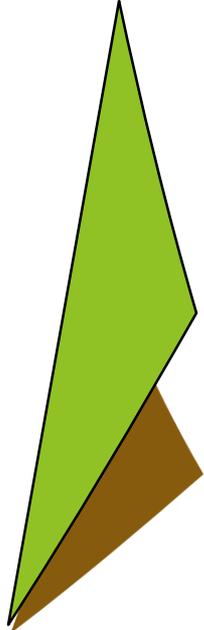
➤ Energie de cohésion

Dans un liquide pur, les forces d'attractions intermoléculaires sont appelées: *forces de cohésion*.

Si on veut séparer ces colonnes (ensemble de molécules), on doit fournir une énergie.

Cette énergie s'appelle : **énergie de cohésion** qui est égale à :

$$\omega = E_{S_F} - E_{S_I} = \sigma (S_F - S_I)$$



Thanks