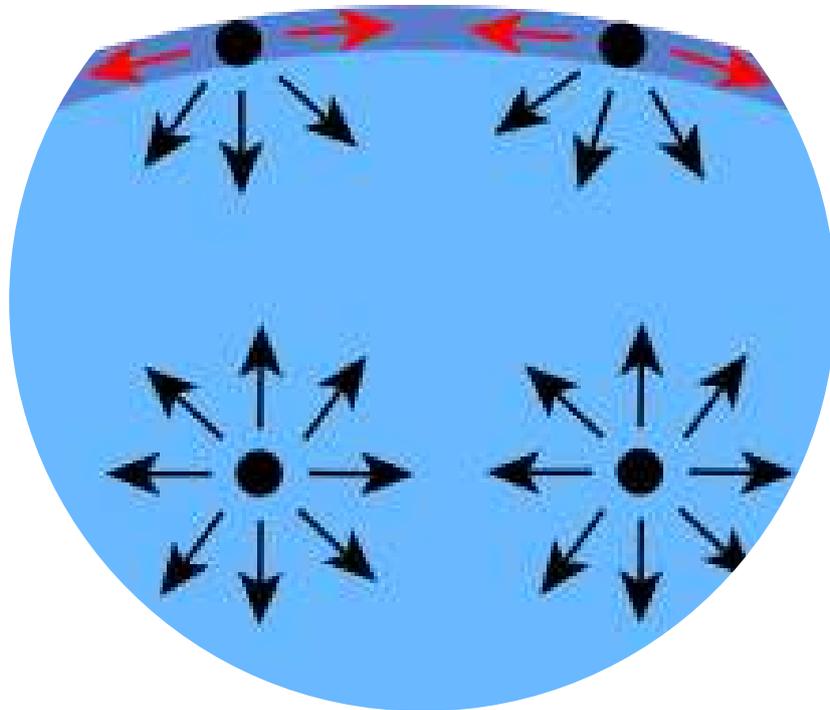


# Biophysique



## SCIENCES DE LA VIE



### Shop



- Cahiers de Biologie + Lexique
- Accessoires de Biologie



### Etudier



Visiter [Biologie Maroc](http://www.biologie-maroc.com) pour étudier et passer des QUIZ et QCM en ligne et Télécharger TD, TP et Examens résolus.



### Emploi



- CV • Lettres de motivation • Demandes...
- Offres d'emploi
- Offres de stage & PFE



**Université Cadi Ayyad**  
**Faculté Polydisciplinaire de Safi**  
**Département Biologie**



# **Module: Biophysique**

## **SVI, Semestre 3, 2020/2021**

*Pr. Taoufiq Benali*

### **Chapitre 3**

**ETUDE DES INTERFACES LIQUIDES-GAZ**

### La tension superficielle



Forme des gouttes d'eau



Déplacement de l'araignée d'eau



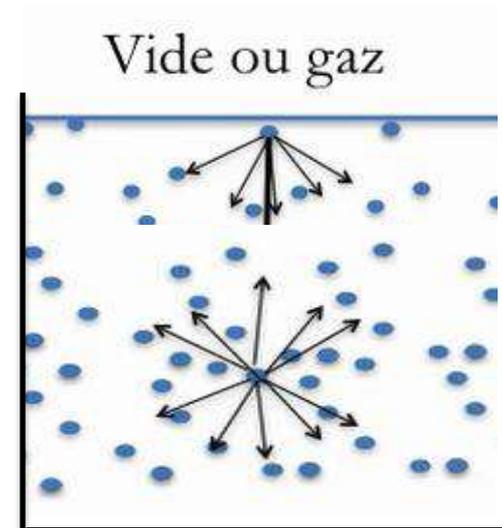
La surface de fluides présente une **certaine cohésion**. Elle tend vers une **surface minimale**, un peu comme l'enveloppe élastique d'un ballon

### La tension superficielle

Origine des phénomènes de la tension superficielle

Au sein d'un fluide :  $\vec{F} = \Sigma \vec{f} = \vec{0}$

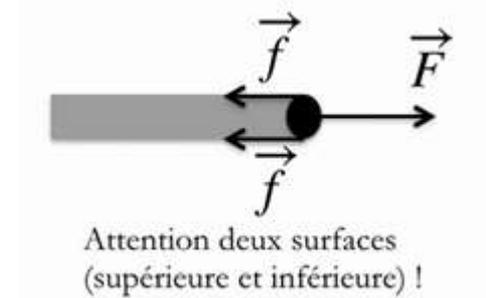
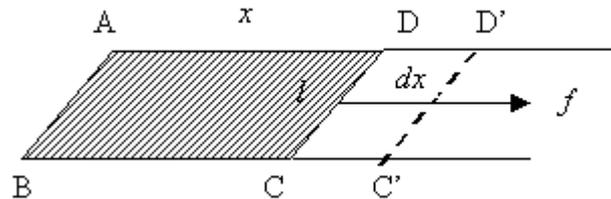
En surface:  $\vec{F} = \Sigma \vec{f} \neq \vec{0}$



**Toute surface libre de liquide aura tendance à contracter le fluide**

### La tension superficielle

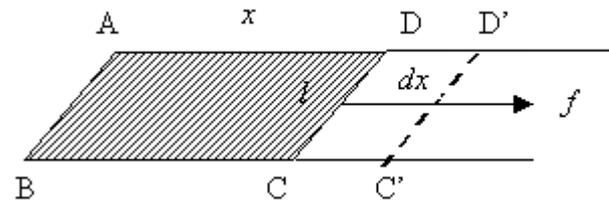
Supposons une lame de savon formée dans un fin cadre métallique ABCD dont l'un des côtés CD est mobile.



La surface totale de la lame, compte tenu de ses deux faces est  $2 \cdot x \cdot l$ . La lame a tendance à se rétracter ; pour maintenir sa surface constante, il faut exercer sur CD une force  $f$ .  $f = 2 \sigma l$  (N),

La tension superficielle est définie de façon statique par :  $\sigma = f / 2l$  (N/m)

### La tension superficielle



Pour déplacer le côté CD d'une longueur  $dx$  il faut fournir le travail  $dW$

$$dW = F \cdot dx$$

Ce déplacement correspond à un accroissement de la surface de liquide de:

$$dS = 2 \cdot l \cdot dx$$

Le travail fourni par unité de surface sera donc:

$$\frac{dW}{dS} = \frac{F \cdot dx}{2 \cdot l \cdot dx} = \frac{2 \cdot \sigma \cdot l \cdot dx}{2 \cdot l \cdot dx} = \sigma$$

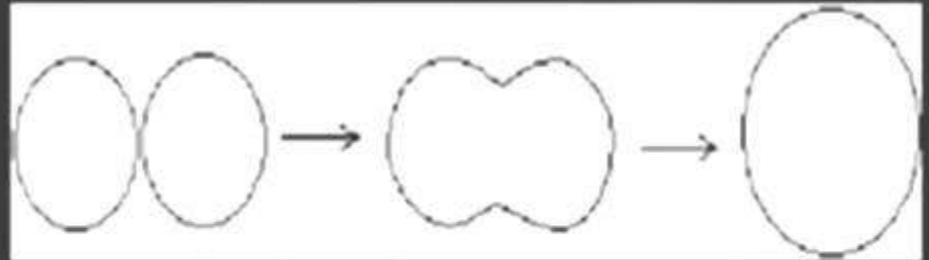
$$\sigma = W/S \text{ (J/m}^2\text{) ou (N/m)}$$

### La tension superficielle

Or une condition de stabilité d'équilibre est que l'énergie potentielle soit la plus basse possible Il s'ensuit que:

**La surface libre d'un liquide se place naturellement pour être la plus petite possible.**

### La tension superficielle



*Réunion de deux gouttes pour réduire la surface et donc l'énergie*

**Exemple 1 :** *Pourquoi les gouttes sont-elles sphériques?*

Parce que, pour un volume de liquide donné, c'est cette forme qui donne une enveloppe de surface minimale.

**Exemple 2 :** *pourquoi, lorsqu'on rapproche deux gouttes d'eau, celles-ci se fondent-elles en une seule ?*

Si les deux gouttelettes se rencontrent, elles ont donc tendance à fusionner pour minimiser leur surface.

### La tension superficielle

La tension superficielle est une propriété des liquides qui permet de maintenir en équilibre leur surface libre.

#### La tension superficielle de certains liquides

Liquide	T(°C)	Tension superficielle $\sigma$ (N.m <sup>-1</sup> )
Alcool éthylique	20	$2,23 \cdot 10^{-2}$
Huile d'olive	20	$3,20 \cdot 10^{-2}$
Glycérine	20	$6,31 \cdot 10^{-2}$
Eau	0	$7,56 \cdot 10^{-2}$
Eau	20	$7,28 \cdot 10^{-2}$
Eau	100	$5,89 \cdot 10^{-2}$
Eau savonneuse	20	$2,50 \cdot 10^{-2}$
Mercure	20	$4,65 \cdot 10^{-1}$

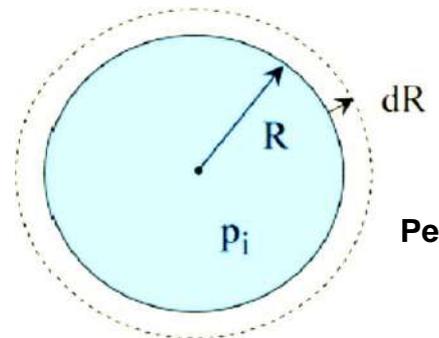
### La tension superficielle

#### Loi de LAPLACE

Soit une membrane sphérique remplie d'un liquide. La résultante de toutes les forces de tension superficielle a pour effet d'exercer une compression de façon à réduire la surface de la sphère.

Il existe donc une surpression à l'intérieur de la sphère

L'existence de cette bulle suggère que la pression interne  $P_i$  est supérieure à la pression externe  $P_e$ . Calculons  $P_i - P_e$  en prenant un élément de surface de la bulle.



### La tension superficielle

#### Loi de LAPLACE

La loi de Laplace permet de calculer la différence  $P_i - P_e = \Delta p$  en fonction de  $R$  et de  $\sigma$ .

Si on augmente le rayon  $R$  de la goutte de  $dR$ , son volume augmente de  $S \cdot dR = 4\pi R^2 dR$  où  $S$  est la surface de la goutte.

Travail des forces de pression au cours de cette opération :

$$dW_e = - P_e 4\pi R^2 dR$$

$$dW_i = P_i 4\pi R^2 dR$$

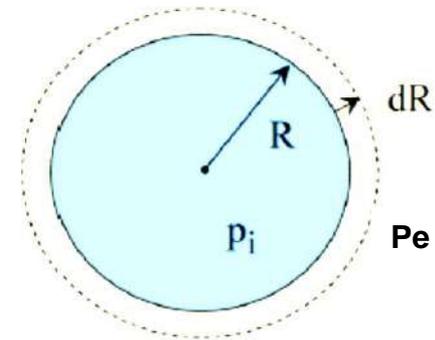
Le travail total est donc :  $dW = (P_i - P_e) 4\pi R^2 dR$

Ce travail est égal à celui des forces de tension de surface :  $dW = \sigma dS$

La surface d'une sphère vaut :  $S = 4\pi R^2$

Son augmentation  $dS$  est égale à :  $dS = 8\pi R dR$ .

Il s'ensuit 
$$\Delta p = P_i - P_e = \frac{2\sigma}{R}$$

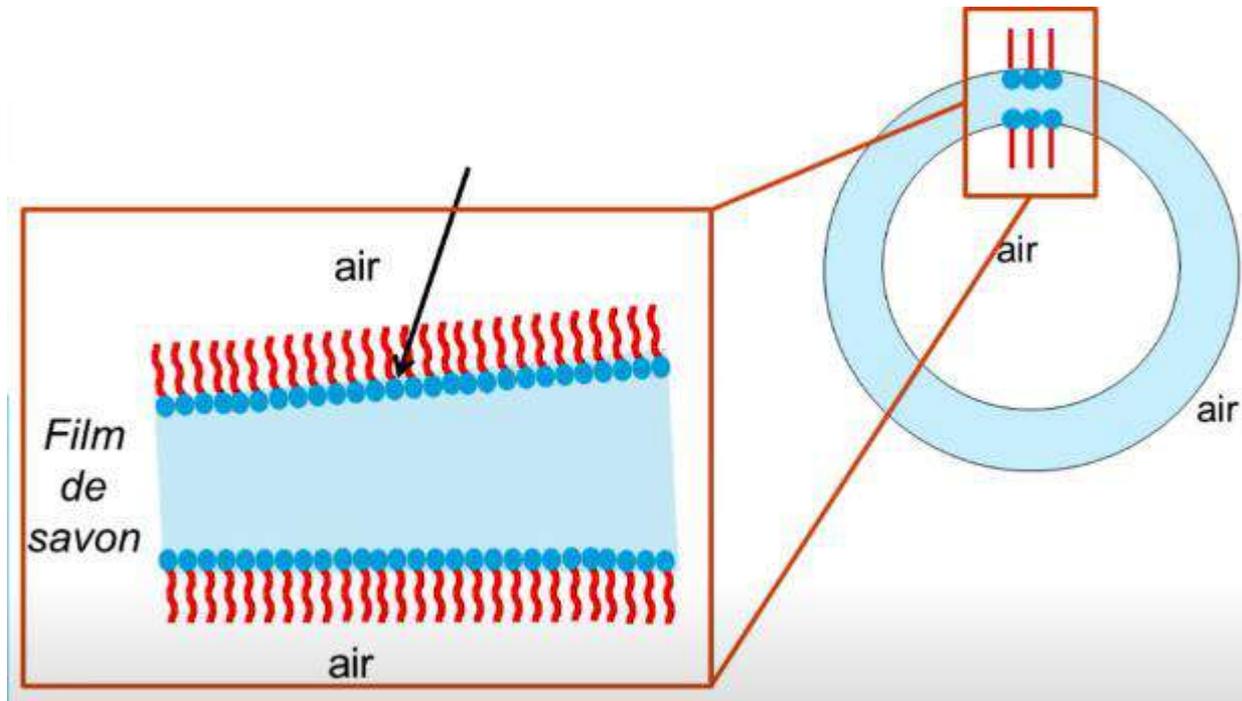


**La surpression  $\Delta p$  est une fonction inverse du rayon de la goutte**

La tension superficielle

Application : Bulle de savon

Une bulle de savon est un film sphérique mince possédant deux surfaces de séparation



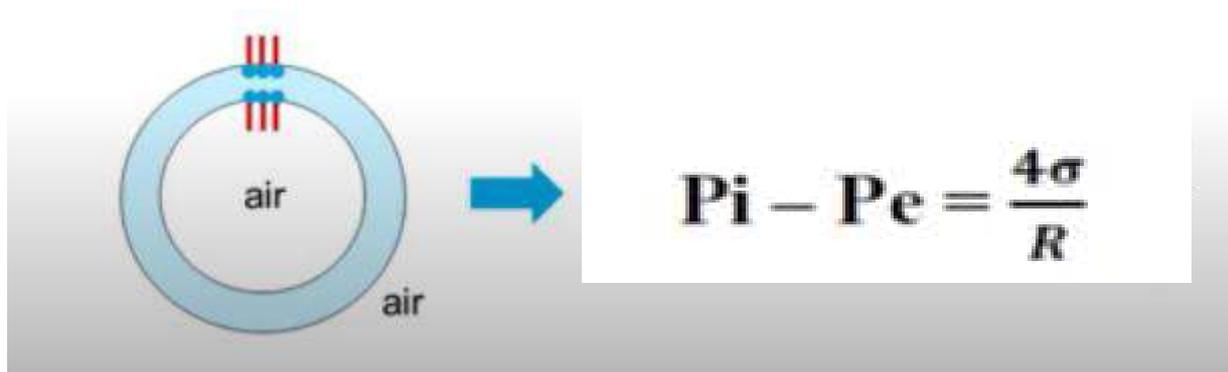
Membrane d'une bulle de savon

### La tension superficielle

#### Application : Bulle de savon

Une bulle de savon est un film sphérique mince possédant deux surfaces de séparation

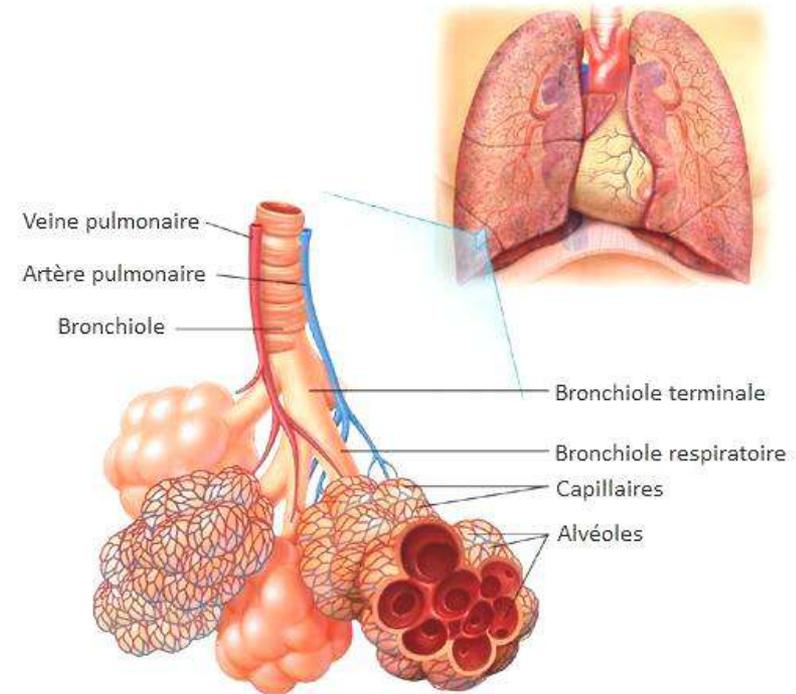
Il y a donc 2 interfaces gaz-liquide successives, d'où :



Si  $R$  augmente,  $P_i - P_e$  diminue : la pression est plus grande dans une petite bulle que dans une grande. En conséquence, si on met deux bulles en contact, la plus petite va se dégonfler dans la plus grande

### La tension superficielle

La surface des poumons est augmentée par la présence des alvéoles.



Si on dépliait toutes ces **alvéoles** pour les étaler cela représenterait la surface d'un **terrain de tennis**

### La tension superficielle

La dilatation des poumons requiert un travail considérable car la tension superficielle qui colle les membranes alvéolaires est élevée.

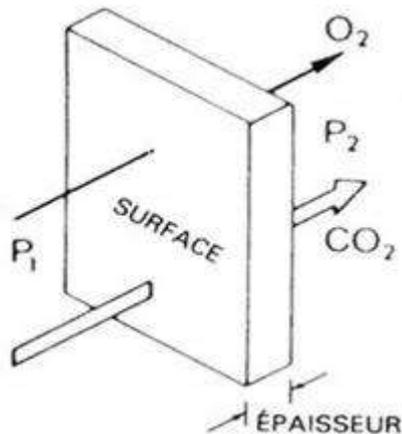
Pour faciliter la ventilation, des **surfactants** réduisent la tension superficielle à la surface interne des alvéoles.

La présence de ces surfactants réduit le travail nécessaire à la dilatation des poumons :

Lorsque l'alvéole se dilate, la concentration des surfactants par unité de surface diminue, la tension superficielle augmente. La résistance à la dilatation augmente et protège les alvéoles contre l'éclatement.

### Loi de Fick

La vitesse de transfert d'un gaz à travers une couche d'un tissu est proportionnelle à la surface et à la différence de concentration du gaz de part et d'autre du tissu et inversement proportionnel à l'épaisseur.



$$\dot{V}_{\text{gaz}} = \frac{S}{E} D (P_1 - P_2)$$

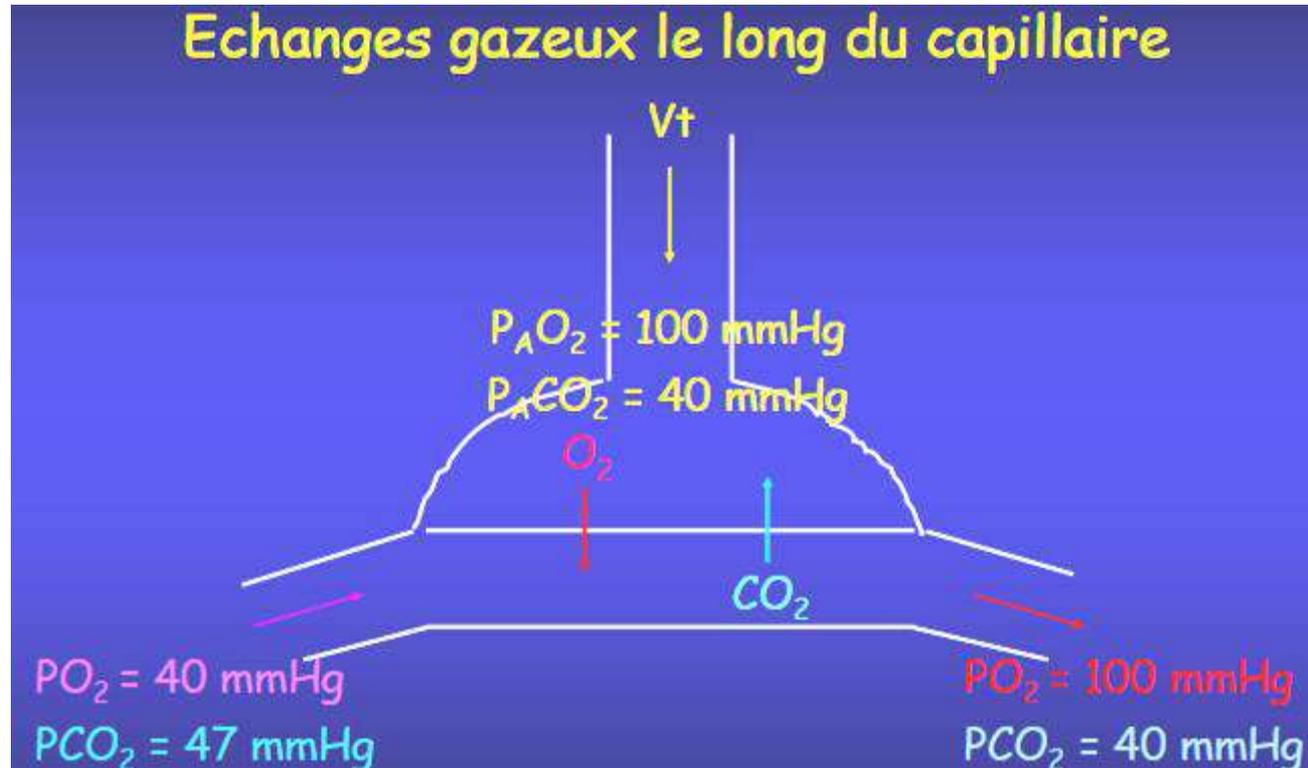
$$D = \frac{\text{Sol}}{\sqrt{\text{PM}}}$$

D = coefficient de diffusion

Sol = solubilité du gaz

PM = Poids moléculaire

Le CO<sub>2</sub> à une plus grande solubilité que l'O<sub>2</sub>



# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

