

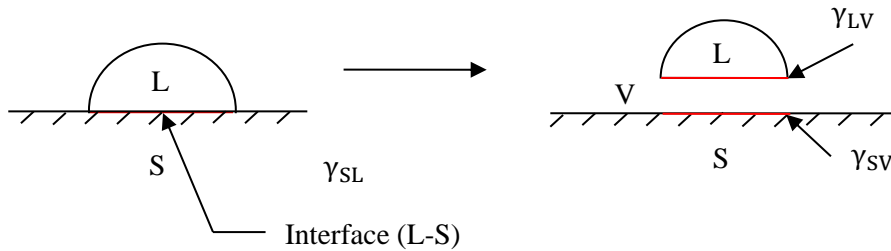
- A) Adhésion et Cohésion.
- B) Mouillage et angle de contact.
- C) Détérsion et classification des détergents.

Les substances tensio-actives ont une grande importance industrielle certains additifs augmentent la mouillabilité de la surface d'un solide par l'eau.

**A) Adhésion et Cohésion :**

Soient deux surfaces en contact avec une interface solide-liquide (S-L) de  $1\text{cm}^2$ .

$W_{\text{adhésion}}$  : Le travail d'adhésion est le travail nécessaire pour séparer le liquide du solide.



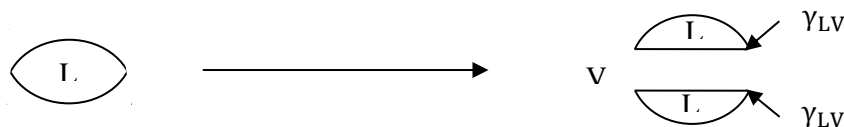
Relation de Dupré  $\gamma_{LV} = \gamma_L$

- 
- 
- 
- 
- 

$$W_{\text{adh}} = \gamma_{SV} + \gamma_{LV} - \gamma_{SL}$$

- Relation valable quelle que soit la nature des deux phases en présence.
- Plus  $W_{\text{adh}}$  est grand plus l'adhésion en L et S est forte.

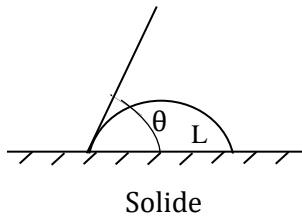
$W_{\text{cohésion}}$  : Le travail de cohésion est le travail nécessaire pour séparer en deux un liquide de  $1\text{cm}^2$



$$W_{\text{coh}} = 2 \gamma_{LV}$$

### **B) Mouillage et angle de contact :**

On peut caractériser le degré de mouillage au moyen de l'angle de contact ou angle de raccordement  $\theta$ .

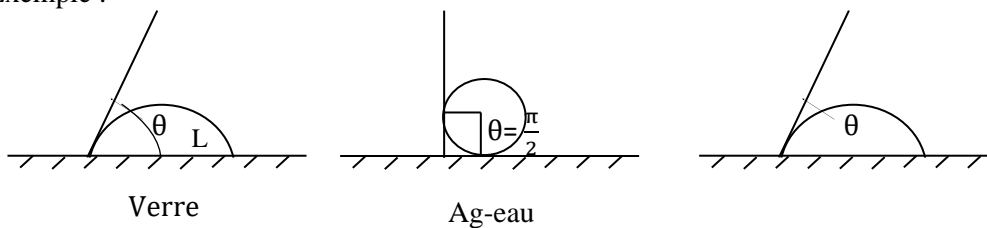


$\theta$  : Angle que fait le plan tangent au ménisque du liquide et le plan du solide.

**Remarque :** L'angle de contact est dû à l'égalité des forces au niveau de ligne de contact entre le liquide et le solide.

- Si  $\theta < \frac{\pi}{2}$  (Angle aigu) : le liquide s'étale facilement sur la surface du solide (le solide est pas mouillable).
- Si  $\theta > \frac{\pi}{2}$  (Angle obtus) : le liquide ne s'étale pas sur le solide (le solide n'est pas mouillable).

Exemple :



Remarque :  $\theta = \frac{\pi}{2}$  ne constitue pas une front ive, mais on peut dire que plus  $\theta$  est aigu plus le solide est mouillable.

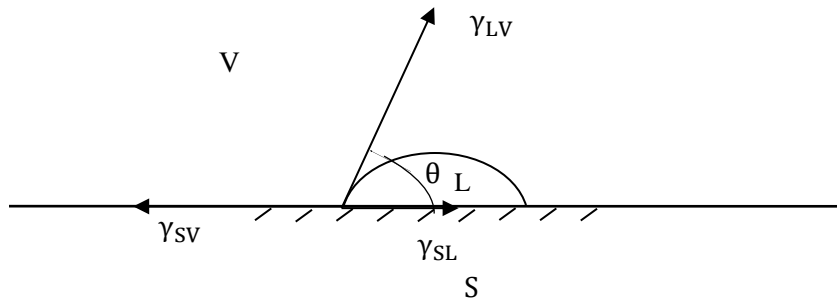
#### **Formule de young :**

Le point M subit trois tensions superficielles :  $\gamma_{SV}, \gamma_{SL}, \gamma_{LV}$

$\gamma_{SV}$  : Energie libre de surface du solide en présence de la vapeur du liquide.

$\gamma_{SL}$  : Energie libre inter faciale V-L.

$\gamma_{LV}$  : Energie libre du liquide en présence de sa vapeur.



A l'équilibre :

$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV} \cos \theta$
---

Formule de young

Si  $\theta \rightarrow 0$  la surface du solide est mouillée correctement

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_{LV}$$

Etalement de l'eau sur différents solides

Solide	$\theta^\circ$
Paraffine solide	108-111
Polyéthylène	94
Graphite	86
Nylon	70

Angles de contact pour quelques interfaces S-L

Interface	$\theta^\circ$
Eau-Verre propre	0
Ethanol-Verre propre	0
Mercure-Verre	140
Eau-Ag	90
Eau-Paraffine	107
Iodure de méthylène-Verre propre	30

- **Mouillage :**

On distingue trois types de mouillages

- 1- Mouillage par adhésion
- 2- Mouillage par étalement
- 3- Mouillage par immersion

Le mouillage par étalement est le plus considéré, car il est influencé par l'addition de tensio-actifs

- **Action d'un mouillant :**

Un agent mouillant augmente l'efficacité du mouillage en diminuant ou en annulant l'angle  $\theta$  et ce en diminuant la tension superficielle.

En effet, l'addition d'un agent mouillant à l'eau produit une absorption de cette substance à la surface de l'eau eau-v ( $\gamma_{LV}$  diminue) et à l'interface Solide-Liquide ( $\gamma_{SL}$  diminue).

Donc :  $\gamma_{LV}$  et  $\gamma_{SL}$  diminuent

Or : d'après la formule de young,  $\gamma_{SV}$  est constante

Donc : Si  $\gamma_{SL}$  et  $\gamma_{LV}$  diminuent  $\cos \theta$  doit augmenter.

Soit :  $\theta \rightarrow 0$ , il se produit alors un mouillage par étalement.

- **Coefficient D'étalement :**

Si la surface est correctement mouillée ( $\theta \rightarrow 0$ ), d'après young

$$\gamma_{SV} - \gamma_{SL} = \gamma_{LV} \quad (\text{À l'équilibre})$$

On définit alors un coefficient d'étalement :

$$S = \gamma_{SV} - \gamma_{SL} - \gamma_{LV} = W_{adh} - W_{coh}$$

S: grand  $\Rightarrow$  bon mouillage                      S > 0 étalement

S: petit  $\Rightarrow$  mauvais mouillage.                      S < 0 pas d'étalement

L'étalement d'un liquide sur un solide est facilité par l'addition entre ces deux corps. Il est géré par la cohésion.

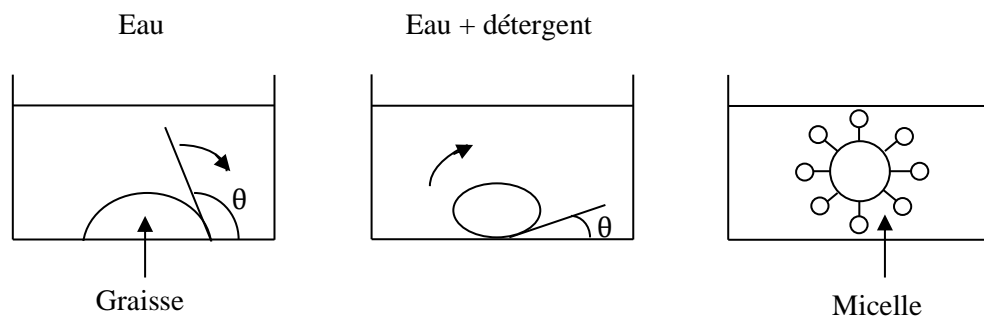
### C) Détersion :

La détersion est le déplacement à l'aide d'une solution aqueuse de sorte de contamination graisseuses rencontrer à la surface des tissus, de la peau, des métaux, de céramique et du verre...

Mécanisme : le détergent doit permettre à la solution de :

- 1- Mouiller la surface de solide.
- 2- Déplacer toutes les contaminations.
- 3- Permettre d'enlever facilement le contaminant sous forme de suspension sans redéposition sur le solide pour permettre le nettoyage.

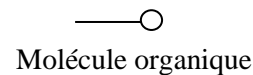
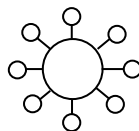
L'adhésion au solide de solution détersive (eau + détergent) produit le déplacement de la contamination et sa conversion sous forme de globule. Le déplacement de ces globules est favorisé par des agissements mécaniques.



Il y'a adsorption du détergent à la surface de la graisse en orientant le groupement polaire vers l'extérieur on obtient une micelle.

Application :

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SL} + \gamma_L (1 + \cos \theta)$$



Si on

$\gamma_{SL}$  et  $\gamma_L$  diminuent



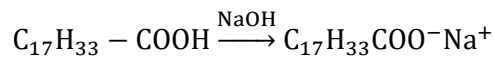
$\Rightarrow \cos \theta$  doit augmenter  $\Rightarrow$  (soit  $\theta \rightarrow 0$ ) : mouillage par étalement

## Classification Des Détergents :

Les détergents sont classées en trois catégories : **anionique**, **neutre**, **cationique**.

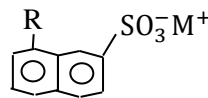
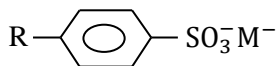
1) **Agents Anioniques** : R-COOH (bon détergents pour les surface des verres)

Ce sont des savons, sels de Na ou K obtenue à partir d'acides gras R-COOH par hydrolyse en milieu basique.



- Actuellement la plus part des agents anioniques sont obtenue à partir des matières premières du pétrole.

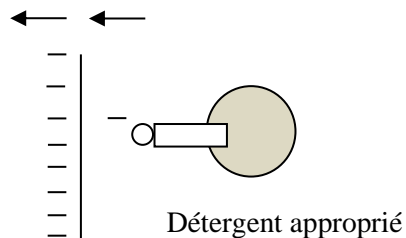
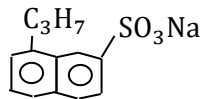
Exemple : les alcoyles anyles sulfonâtes



Selon la longueur de la chaine carbonée R, on peut obtenir :

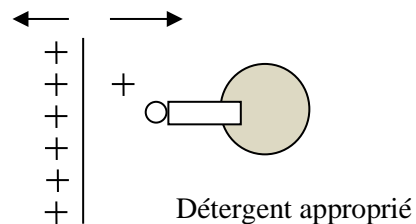
- Mouillant : (chaine courte)

Exemple :



- Des détergents : (chaine longue)

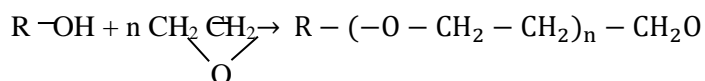
Exemple :



Pour laquelle la détercion est maximale.

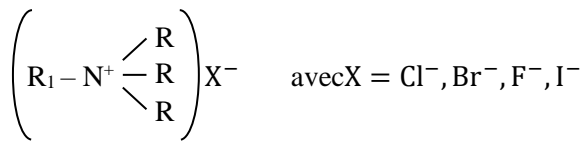
2) **Agents Neutres** :

Ce sont des produits de condensation d'un alcool ou d'un phénol avec l'oxyde d'éthylène.



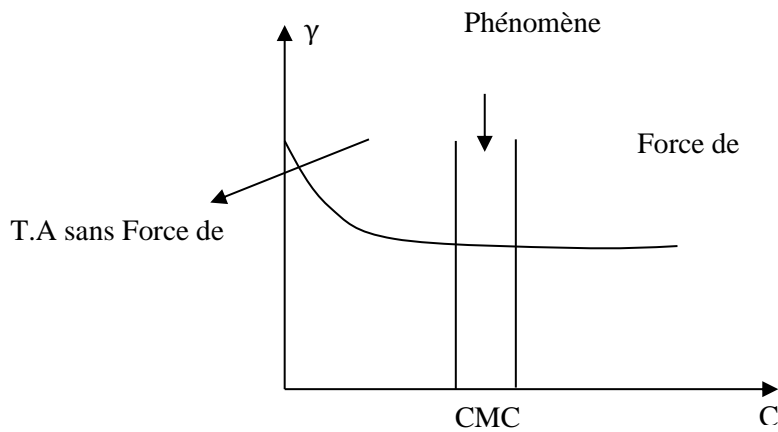
3) **Agents Cationiques** : bon détergent pour les surfaces métalliques.

Ce sont généralement des sels d'ammonium quaternaire.



En pratique on utilise les agents anioniques ou neutres pour laver les surfaces des verres.

**Remarque** : il existe une concentration, appelée CMC (concentration Micellaire Critique) au-delà de laquelle il n'est plus rentable d'utiliser un excès de détergent pour nettoyer les surfaces solides. En effet, la CMC correspond à l'abaissement maximal de la tension superficielle.



Mousse : air-Liq

Emulsion : Liq-Liq

Dispersion : S-Liq

- Une mousse empêche la redéposition de la saleté sur le solide.
- Une poudre à laver industrielle contient un détergent anionique + Q.Q additifs (silicates de Na, carbonates de Na)
- Hydrofugation : C'est le contraire de mouillage, elle consiste à recouvrir la surface solide par une substance paraffinage (graisse, cire, ...).

- Traube remarque que le pouvoir d'abaisser  $\gamma$  est 2,6 fois plus grand quand on passe par exemple de  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$  à  $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{n+1} - \text{COOH}$ .
- Pour de faibles concentrations (solution diluée)  $\gamma$  est proportionnelle à C.
- Traube propose la relation empirique suivante :  

$$\gamma_0 - \gamma = BC \quad \text{où}$$

$\gamma_0$  : Tension superficielle de l'eau.

$\gamma$  : Tension superficielle de la solution.

C : concentration de la solution.

B : constante caractéristique de la solution.

- **Notion de pression superficielle**

Une différentiation de la relation de Traube conduit :

$$d(\gamma_0 - \gamma) = d B C \Rightarrow B = -\frac{d \gamma}{d C}$$

En remplaçant dans l'équation de Gibbs :

$$\Gamma = -\frac{C}{RT} \frac{d \gamma}{d C} = \frac{B C}{RT} \text{ avec } B = \frac{\gamma_0 - \gamma}{C}$$

$$\Rightarrow \Gamma = \frac{\gamma_0 - \gamma}{RT} = \frac{n}{A}$$

Ou bien :  $(\gamma_0 - \gamma) A = n R T$  avec  $\gamma_0 - \gamma = \pi$

Soit  $\pi A = n R T$  équation d'état des gaz parfait à deux dimensions

Les molécules de soluté absorbées en surface se comportent comme un gaz à deux dimensions.

**Remarque** : cette équation n'est valable qu'aux faibles concentrations.