

# THEME 2 - CHAP 1

## LA SAPONIFICATION

Parmi les **détergents** (du latin detergere signifiant nettoyer), le savon est le plus ancien puisque déjà fabriqué et utilisé dès l'Antiquité.

Nous verrons son mode de préparation dans le prochain chapitre.

### I. Formule générale d'un savon.

Les savons sont des mélanges d'ions carboxylate et de cations métalliques (ions sodium ..... ou potassium .....).

L'ion carboxylate a pour formule

Le groupe alkyle R- est une chaîne linéaire qui comporte entre 12 et 18 atomes de carbone.

On distingue deux types de savons :

- le *savon dur* ou carboxylate de sodium de formule .....
- le *savon mou* ou carboxylate de potassium de formule .....

### II. Solubilité des savons.

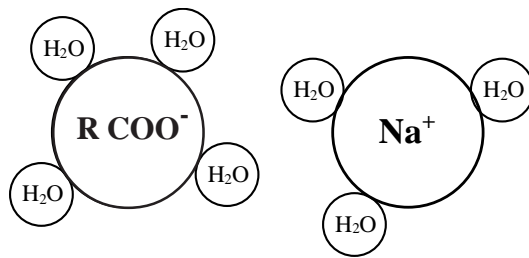
L'action détergente d'un savon est liée à sa solubilité dans l'eau, c'est à dire à son pouvoir moussant.

Considérons l'oléate de sodium ( $C_{17}H_{33}-COONa$ ) principal constituant du «savon de Marseille».



Lors de la dissolution du savon dans l'eau, les groupes carboxylate et les ions sodium s'entourent de molécules d'eau et sont dispersés dans la solution : c'est le phénomène de **solvatation**.

On obtient des **ions hydratés**.



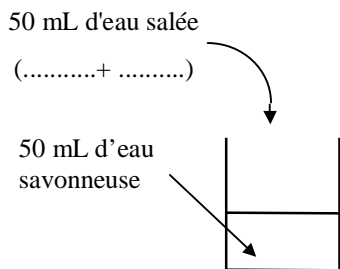
L'équation-bilan de la réaction de dissolution d'un savon de sodium dans l'eau est :



La double flèche signifie que la réaction de dissolution est .....

## 2. Solubilité dans l'eau salée.

### a) Expérience.



Observations :

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### b) Interprétation.

Quand on ajoute des ions  $\text{Na}^+$  à une solution d'eau savonneuse, on déplace l'équilibre de la réaction de dissolution dans le sens .....

Une partie du savon dissous ..... Cette opération s'appelle un **relargage**.

L'équation-bilan de cette réaction s'écrit :

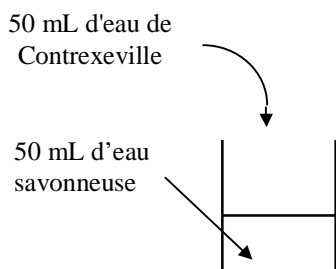
.....

Un savon perd ses propriétés détergentes en eau ..... (riche en ions ..... ).

## 3. Solubilité dans les eaux dures.

Les eaux dures sont des eaux riches en **ions calcium** ..... et **magnésium** .....

### a) Expérience.



Observations :

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### b) Interprétation.

Les ions carboxylate réagissent avec les ions magnésium et les ions calcium pour former des ..... insolubles (savons de magnésium et de calcium).

Les équations-bilans de ces réactions s'écrivent :

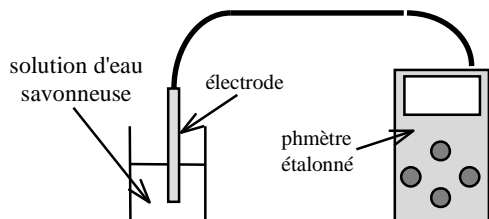
.....

.....

Un savon perd ses propriétés détergentes en eau ..... (riche en ions ..... et en ions ..... ).

## 4. Quel est le pH d'une solution savonneuse ?

### a) Expérience.



### Observations:

.....

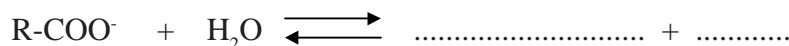
.....

.....

Les solutions savonneuses ont un caractère.....

### b) Interprétation.

Cette propriété est due à l'ion carboxylate qui réagit de façon limitée avec l'eau pour produire des ions hydroxyde (.....) selon l'équation-bilan suivante.



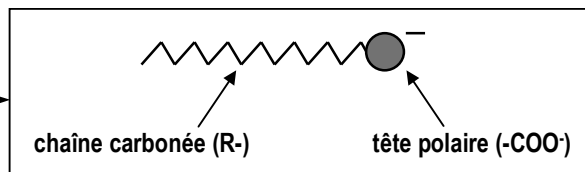
Information : Par suite de ce caractère basique, les solutions savonneuses peuvent être agressives pour l'épiderme.

Pour éviter cet inconvénient, des acides gras tels l'acide lactique (acides carboxyliques) sont incorporés à certains savons appelés savons acides.

## III. Mode d'action des savons.

### 1. Caractère amphiphile de l'ion carboxylate.

Représentation simplifiée de l'ion carboxylate



L'ion carboxylate présente une double affinité.

- La tête polaire s'entoure de molécules d'eau : elle est ..... (hudor : eau; philos : ami).
- La chaîne carbonée a une grande affinité pour d'autres chaînes carbonées (corps gras) : elle est ..... (lipos : graisse).

La chaîne carbonée n'a pas d'affinité avec l'eau : elle est ..... (phobos : peur).

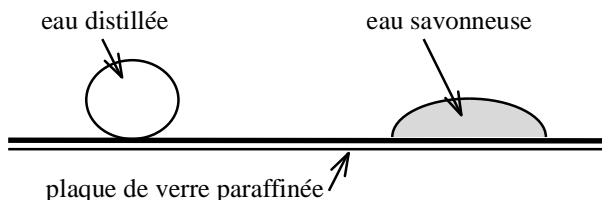
L'ion carboxylate a des propriétés **amphiphiles** : c'est un agent **tensioactif**.

### 2. Comment agit un agent tensioactif ?

#### a) le pouvoir mouillant.

Observez une goutte d'eau distillée et une goutte d'eau savonneuse déposées sur une plaque de verre paraffinée.

La goutte d'eau savonneuse .....

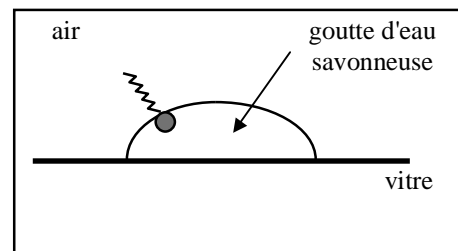


- **Comment expliquer l'étalement plus important de la goutte d'eau savonneuse ?**

-COO- interagit avec .....

R- est repoussé vers .....

**Le savon ..... le pouvoir mouillant de l'eau.**



### b) le pouvoir détergent.

- **Comment se forme une micelle de graisse ?**

-COO- interagit avec .....

R- interagit avec .....

La tache de graisse est isolée du tissu sous la forme d'une micelle de graisse.

Les micelles se dispersent dans la solution.

Elles sont évacuées lors du rinçage.

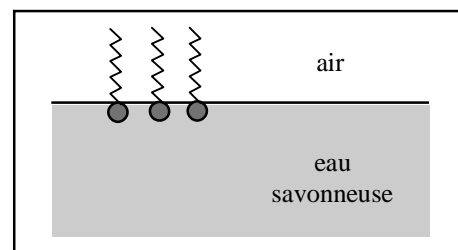
**Le savon a un effet émulsionnant et dispersant.**

### c) le pouvoir moussant.

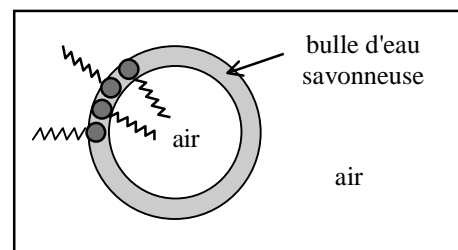
- **Comment se forme un film d'ions carboxylate à la surface de l'eau ?**

-COO- interagit avec .....

R- est repoussé vers .....



- **Comment se forme une bulle de savon ?**  
Par agitation de l'eau savonneuse, des bulles d'air peuvent alors être emprisonnées.  
La juxtaposition de bulles forme la mousse.



**Le pouvoir moussant du savon aide à l'action détergente.**

*Informations : On demande aux lessives actuelles des propriétés détergentes améliorées.*

*Elles doivent agir en eau dure. En fixant les ions  $Ca^{2+}$ , les ions polyphosphates ajoutés aux lessives ont un effet «anti-calcaire» et un rôle «anti-redéposition» des salissures. Mais ils sont corrosifs pour les lave-linge et polluants pour l'eau (eutrophisation).*

*Elles doivent également agir à basse température, détacher efficacement les protéines biologiques (œuf, sang, ...), avoir un effet blanchissant, redonner les couleurs au linge, ...*

*Tous les additifs incorporés ne sont pas sans inconvénients pour l'environnement. Il convient donc de respecter les doses d'utilisation.*

# Le lave-linge

La machine à laver, ou lave-linge, est aujourd'hui incontournable : 95 % des foyers en sont dotés. C'est même l'appareil ménager le plus répandu après le frigo (98 % des foyers). Et les personnes n'en possédant pas y reconviennent tout de même, dans des laveries automatiques faisant désormais partie du paysage urbain. Il faut dire qu'à par-tir des années 50 (voir "Un peu d'histoire"), elle a peu à peu libéré les Français – et surtout les Françaises! – de la corvée du lavage à la main : une vraie conquête en progrès.

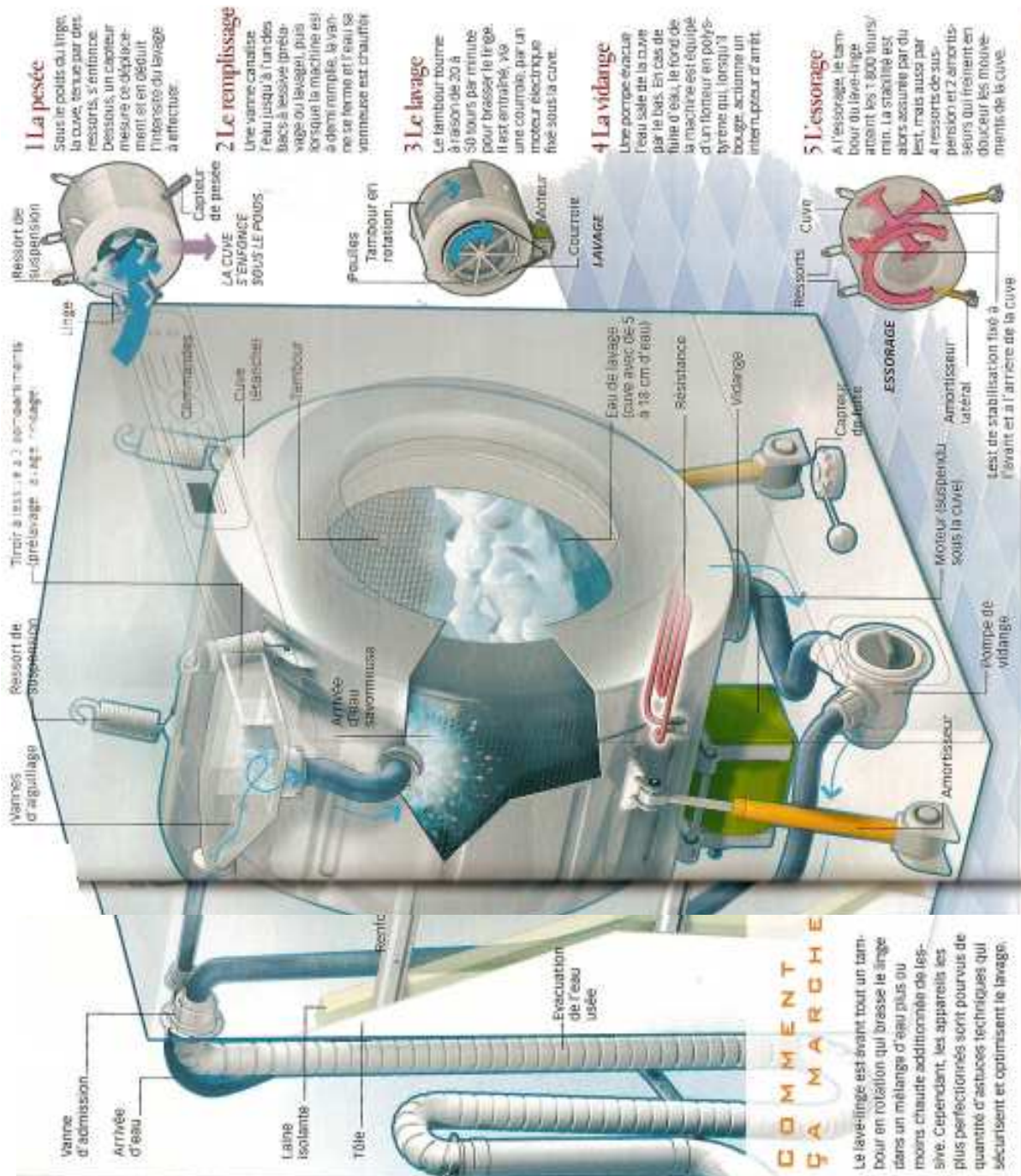
## DES MACHINES PLUS ÉCONOMES

Depuis sa mise au point dans les années 30, l'appareil fonctionne sur une succession d'opérations devenues inchangées : mélange du linge dans de l'eau (plus ou moins chaude) et de la lessive ; agitation ; évacuation de l'eau usée ; rinçage ; et essorage (voir "Comment ça marche"). Mais si ce fonctionnement est resté le même, le lave-linge n'a cessé d'évoluer. L'électronique a ainsi permis de concevoir différents programmes de lavage adaptés (température de l'eau, essorage, etc.) au type de textile lavé : couleur, blanc, laine, synthétique, mais aussi

soie, jean, etc. Par souci d'économie, les nouveaux modèles sont plus petits, plus économes en énergie qu'il y a quinze ans et il fallait alors 120 litres d'eau pour laver 5 kg de linge quand 40 litres suffisent aujourd'hui ! Ces dernières évolutions ont été encouragées par l'affichage obligatoire depuis 1999 d'une "étiquette énergie" renseignant sur les performances de l'appareil : consommation d'eau, d'énergie, efficacité d'essorage, etc. (voir "Bon à savoir").

Et ce n'est pas fini ! En mai dernier, l'allemand Miele a lancé un appareil doté d'un distributeur automatique de 5 litres qui dose tout seul la lessive, selon le programme sélectionné et la charge de linge : le LeqaWash. Pour sa part, Samsung a sorti un modèle dans lequel l'émission d'ions d'argent tue les bactéries (voir SOV n° 1069, p. 138). En attendant des modèles plus "intelligents", capables, par exemple, de signaler un problème à distance,

**Kheira Bettayeb**



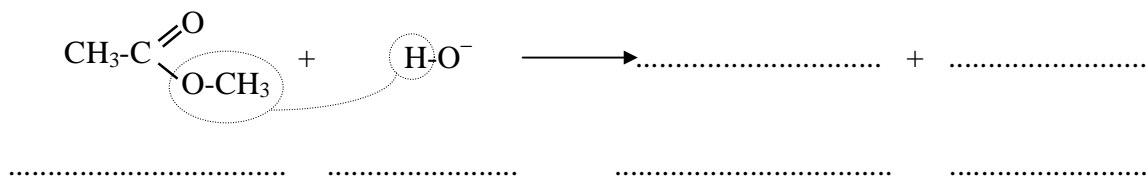
## IV. Comment préparer un savon à partir d'un triglycéride ?

### 1. La réaction de saponification d'un ester.

C'est la réaction d'hydrolyse d'un ester à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (ou de potassium).

Cette réaction est lente (à froid) mais totale. On l'accélère en chauffant.

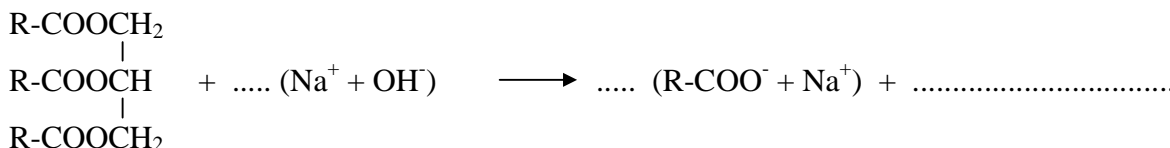
Complétez l'équation-bilan suivante.



### 2. Saponification des corps gras

La saponification des triesters du glycérol (triglycérides) donne du glycérol et un mélange de carboxylates de sodium (ou de potassium) constituant un savon.

*Exercice :* Complétez l'équation-bilan de la réaction de saponification d'un triglycéride (triestre).



**Bilan quantitatif de la saponification.**

1 mol de triglycéride réagit avec ..... mol de soude pour produire .... mol de savon et .... mol de glycérol.

### 3. Notion de rendement.

On peut définir le rendement d'une réaction pour un produit de la façon suivante:

$$\rho = \frac{\text{quantité obtenue d'un produit}}{\text{quantité maximale que l'on peut obtenir}}$$

*Exercice :* Supposons que le calcul de la quantité maximale de savon que l'on puisse obtenir donne  $m_{\text{théo}} = 200 \text{ kg}$ . En réalité, au cours de la fabrication, on obtient  $m_{\text{réel}} = 144 \text{ kg}$ . Calculer le rendement de la réaction

.....

En réalité une saponification est une réaction lente mais elle est totale, ce qui signifie que le rendement théorique est de 100%

## V. PREPARATION D'UN SAVON.

### 1. Au laboratoire.

#### a) la saponification.

On introduit dans un ballon de 250 mL :

- 15 mL d'huile d'arachide,
- 20 mL de solution de soude concentrée,
- 20 mL d'éthanol et quelques billes de verre (pour favoriser le contact entre les réactifs et réguler l'ébullition).

On chauffe le mélange à *reflux* pendant 30 min. (Légendez le schéma de montage).

#### b) le relargage.

On vide le contenu du ballon dans un grand verre d'eau salée froide. On agite quelques minutes et on laisse reposer.

Observation .....

#### c) la filtration.

Elle permet de séparer la partie solide (le savon) de la phase liquide.

On lave ensuite le savon avec de l'eau glacée pour éliminer toute trace de soude **caustique** qui attaquerait l'épiderme par saponification des lipides.

*Information* : Dans l'industrie on accélère la réaction de saponification en opérant à chaud et sous haute pression. Après relargage, le mélange est centrifugé afin de séparer deux substances :

- le **savon** qui, après plusieurs lavages, est réduit en poudre (lessives) ou moulé en pains (savonnettes).
- le **glycérol**, utilisé dans l'industrie des cosmétiques et des explosifs.

### 2. Dans l'industrie.

Voir le C'est Pas Sorcier.

