

SYNTHESE ET PROPRIETES DES SAVONS

Objectifs: • Réaliser la synthèse d'un savon et mettre en évidence quelques propriétés des savons.

I. LES SAVONS

1) Nature des savons

- Les savons sous **forme solide**, sont des mélanges:
 - de carboxylate de sodium $\text{RCOONa}_{(s)}$
 - de carboxylate de potassium $\text{RCOOK}_{(s)}$.
- Dans une **solution d'eau savonneuse**, le savon est **dissout dans l'eau**. Le savon s'écrit alors:



avec:

RCOO^- : **ion carboxylate**. C'est l'**espèce active** du savon.

L'ion carboxylate est la **base conjuguée** de l'**acide gras** naturel RCOOH (voir tableau).

R est une **longue chaîne carbonée non ramifiée** possédant plus de **10 atomes de carbone**.

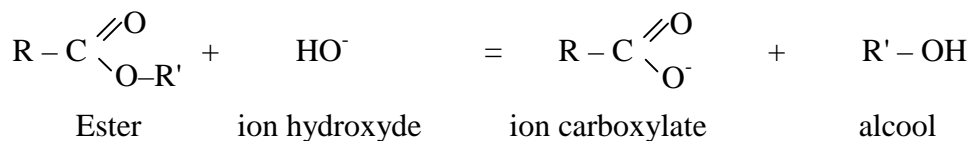
Na^+ , K^+ : **cation métallique**; si l'ion est Na^+ le savon est dit "dur", si l'ion est K^+ le savon est "mou".

| Acide carboxylique | Formule topologique | Nom usuel | Ion carboxylate |
|---|---------------------|------------------|--|
| $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$ | | Acide laurique | $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COO}^-$ |
| $\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$ | | Acide myristique | $\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COO}^-$ |
| $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ | | Acide palmitique | $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO}^-$ |
| $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ | | Acide stéarique | $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^-$ |
| $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ | | Acide oléique | $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}^-$ |
| $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ | | Acide linoléique | $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COO}^-$ |

2) Réaction de saponification

a) Réaction de saponification d'un ester ou hydrolyse basique des esters

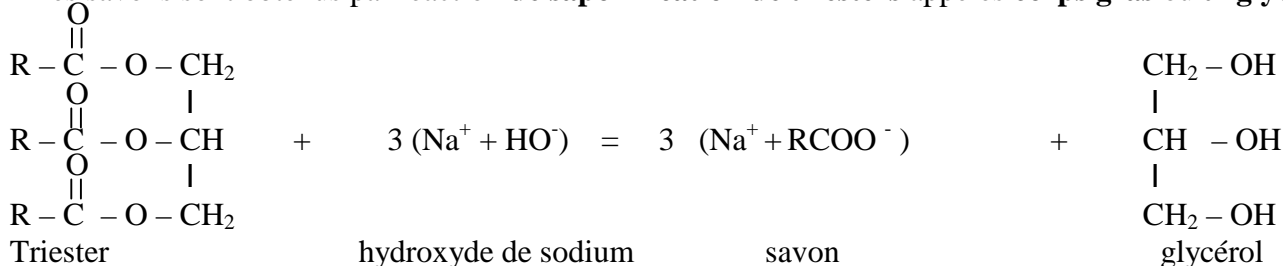
- La **réaction de saponification d'un ester** est la réaction entre l'**ion hydroxyde HO^-** issu des bases NaOH ou KOH et un **ester**. Elle donne un **alcool** et un **ion carboxylate**:



- La **réaction de saponification des esters** est **LENTE** à **température ambiante** mais **TOTALE**.

b) Fabrication des savons

- Les savons sont obtenus par réaction de **saponification de triesters** appelés **corps gras** ou **triglycérides**:



• La **réaction de saponification** des triesters est **LENTE** mais **TOTALE** à température ambiante: on l'accélère en la réalisant à chaud.

Remarques: - le **glycérol formé** au cours de la saponification est **recyclé** pour la synthèse des **triesters**.
- le triester est synthétisé par estérification entre un **acide carboxylique gras** et le **glycérol**.

• La **synthèse industrielle** d'un savon comporte 3 étapes:
- la **saponification** du triester dans un **excès de soude**.
- le **relargage** du savon formé dans une solution concentrée de chlorure de sodium permettant de le séparer du glycérol et de l'excès de soude.
- la **liquidation**, dans une solution diluée de chlorure de sodium qui élimine les impuretés du savon.

II. SYNTHÈSE D'UN SAVON

1) Chauffage à reflux

- Mettre des lunettes et des gants de protection.
- Dans un ballon de 250 mL, introduire à l'aide d'une éprouvette graduée **20 mL** de solution de soude concentrée à **10 mol.L⁻¹** (**attention !! gants + lunettes**) , **20 mL d'huile alimentaire** ($\mu = 0,92 \text{ g.mL}^{-1}$) , **20 mL d'éthanol à 90°** et quelques grains de pierre ponce.

Remarque: la solution de soude et l'huile alimentaire ne sont pas miscibles. Afin de favoriser le contact entre ces réactifs, ils sont mis en solution dans l'éthanol: l'huile et la soude sont solubles dans l'éthanol.

- Adapter un réfrigérant à eau et chauffer à reflux le mélange réactionnel durant 30 minutes.

- a) Faire un schéma soigné et légendé du montage.
 - b) L'huile alimentaire contient principalement de l'**oléine** qui est le **triestre** issu de l'estérification du **glycérol** avec l'**acide oléique C₁₇H₃₃COOH**. Ecrire la formule de l'**oléine**.
 - c) Ecrire l'équation de la réaction de **saponification de l'oléine**. Nommer le savon obtenu.
 - d) Calculer les quantités initiales d'huile alimentaire et de soude.
 - e) A l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer le réactif limitant.
 - f) Déterminer la masse maximale de savon théorique que l'on pourrait obtenir.
- Données $M(\text{oléine}) = 884 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{oléate de sodium}) = 302 \text{ g.mol}^{-1}$.

2) Relargage

- Après 30 minutes de chauffage couper le chauffage, retirer le chauffe-ballon et laisser refroidir quelques minutes à l'air.
- Verser le mélange dans un verre à pied contenant **environ 100 mL** de solution saturée de chlorure de sodium: le **savon précipite et surnage**. Cette opération est appelée **relargage**.
- Laisser décanter le savon. Faire un schéma légendé.

Remarque : Le savon obtenu contient encore de la soude: il convient d'en éviter le contact avec la peau.

III. PROPRIÉTÉS DES SAVONS

1) Préparation d'une solution S de savon (si elle n'est pas déjà préparée)

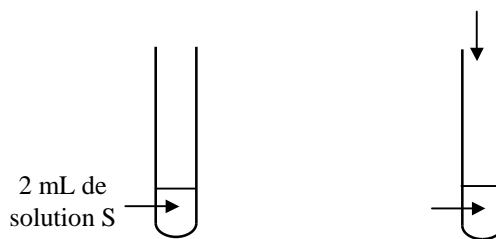
- Dans 100 mL d'eau distillée, dissoudre 5 spatules de savon de Marseille en copeaux.
 - Filtrer pour obtenir une solution limpide: soit **S la solution de savon**.
- a) On note $\text{RCOONa}_{(s)}$ le savon: écrire l'équation de dissolution du savon dans l'eau (équation 1).
 - b) Quelle est l'espèce active dans la solution S de savon ?

2) Caractère acide ou basique de la solution S

• Réaliser l'expérience ci-contre. Observer et compléter le schéma.

- Une solution d'eau savonneuse est-elle acide ou basique ?
- Quel est l'ion responsable du caractère trouvé ?

Quelques gouttes de BBT

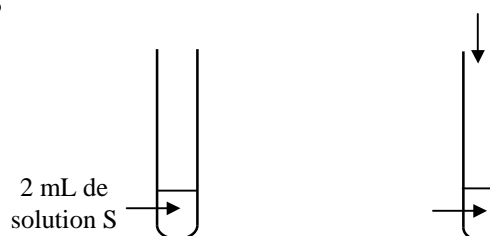


3) Solubilité dans une solution de chlorure de sodium

• Réaliser l'expérience ci-contre. Observer et compléter le schéma.

- Que peut-on dire de la solubilité d'un savon dans l'eau salée ? Pourquoi ?
- Ecrire l'équation de la réaction. Comparer avec l'équation 1.
- Justifier alors l'opération de relargage lors de la synthèse du savon.

Quelques gouttes de chlorure de sodium

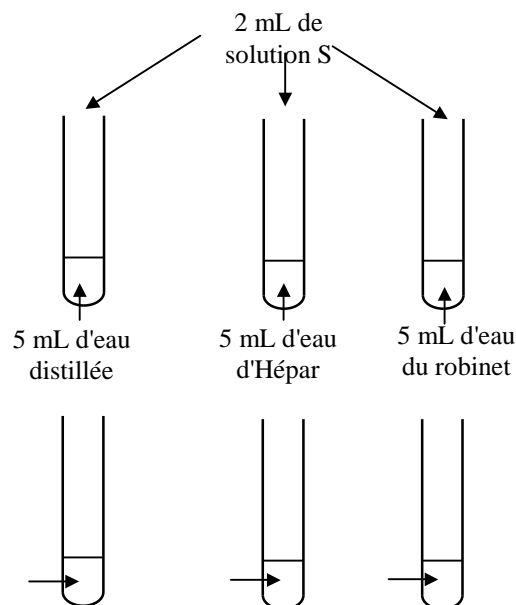


4) Action des ions métalliques Mg²⁺ (ou Ca²⁺)

• Réaliser l'expérience ci-contre. Observer et compléter les schémas.

- Une eau "douce" ne contient pratiquement pas d'ions Ca²⁺ ou Mg²⁺.
- Une eau "dure" contient des quantités d'ions Ca²⁺ et Mg²⁺ importantes.
- Les ions Ca²⁺ et Mg²⁺ réagissent avec les ions carboxylate RCOO⁻ pour former des précipités.

- Conclure sur la dureté de l'eau distillée, de l'eau d'Hépar et de l'eau du robinet.
- Ecrire l'équation de la réaction de précipitation entre les ions magnésium et les ions carboxylate.
- Les eaux dures sont-elles favorables à l'action des savons ? Pourquoi ?

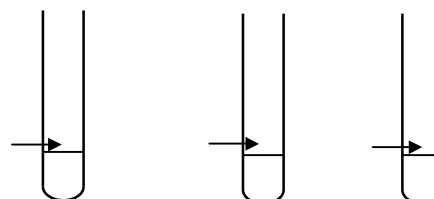


5) Propriétés moussantes des savons

- L'expérience montre qu'un savon qui mousse a de bonnes propriétés détergentes: il nettoie donc bien.

- Réaliser les expériences suivantes. Observer et compléter les schémas:
- Conclure sur les propriétés moussantes du savon.

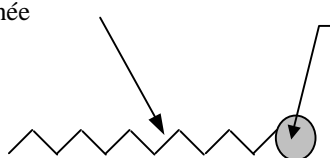
Agiter les 3 tubes précédents et observer la présence ou l'absence de mousse



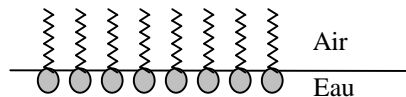
6) Origines des propriétés détergentes d'un savon

- Les **propriétés détergentes des savons** sont dues aux **ions carboxylate RCOO^-** .
- Les ions carboxylate RCOO^- ont:
 - une **tête hydrophile (qui aime l'eau)** ($-\text{COO}^-$) **chargée négativement** qui s'entoure facilement de **molécules d'eau polaires**
 - une **extrémité lipophile (qui aime la graisse)**, donc **hydrophobe**, qui n'interagit pas avec les molécules d'eau.

Chaîne carbonée
Lipophile
(hydrophobe)



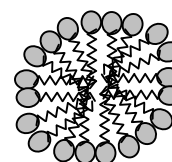
Tête chargée
négativement
Hydrophile
(lipophile)



Disposition des ions RCOO^- à la surface de l'eau

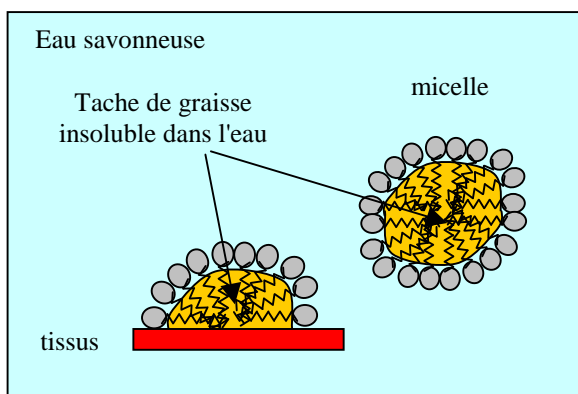
- Dans une eau savonneuse à faible concentration, les ions carboxylate s'organisent en petites sphères d'environ 100 nm de diamètre appelées **micelles**.

Remarque: les cations associés aux ions carboxylate n'ont pas été représentés.



micelle

- Au contact du tissu contenant une tache de graisse les ions carboxylate s'organisent comme le montre le document ci-dessous:



- Justifier l'orientation des ions carboxylate sur la tache de graisse.
- Par quel mécanisme un savon enlève-t-il les tâches de gras sur un tissu ou sur la peau ?
- Une bulle de savon est un film d'eau entourant une bulle d'air. Dessiner la disposition des ions carboxylates dans le film d'eau.

SYNTHESE ET PROPRIETES DES SAVONS

• Paillasse élève:

- éprouvette graduée 100 mL
- éthanol à 90° en flacon (20,0 mL)
- chauffage à reflux: ballon à fond rond + pied élévateur + chauffe ballon + réfrigérant à eau + pierre ponce.
- grand verre à pied en verre
- solution de chlorure de sodium saturée dans flacon.
- dispositif de filtration simple (support + entonnoir en plastique + papier filtre + pot)
- 6 tubes à essai + support
- BBT
- solution de chlorure de magnésium
- pipette Pasteur

• Paillasse prof:

- huile alimentaire (20,0 mL)
- solution d'hydroxyde de sodium à 10 mol.L^{-1} (attention !! gants + lunettes)
- savon de Marseille en copeaux
- eau Hépar (riche en Mg^{2+})
- eau Evian (riche en Ca^{2+})