

Synthèse et 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 $\text{RCOOK}_{(s)}$.

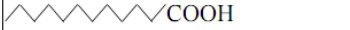





Dans une solution d'eau savonneuse, le savon est dissout dans l'eau.

Le savon s'écrit alors: $(\text{Na}^+_{(aq)} + \text{RCOO}^-_{(aq)})$ ou $(\text{K}^+_{(aq)} + \text{RCOO}^-_{(aq)})$ avec:

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

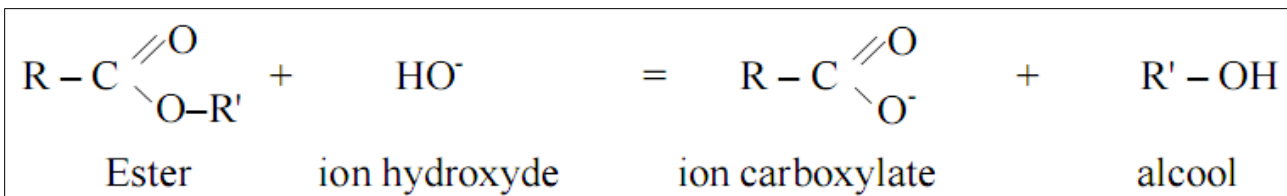
R est une longue chaîne carbonée non ramifiée possédant plus de 10 atomes de carbone.

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



b) Fabrication des savons

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:

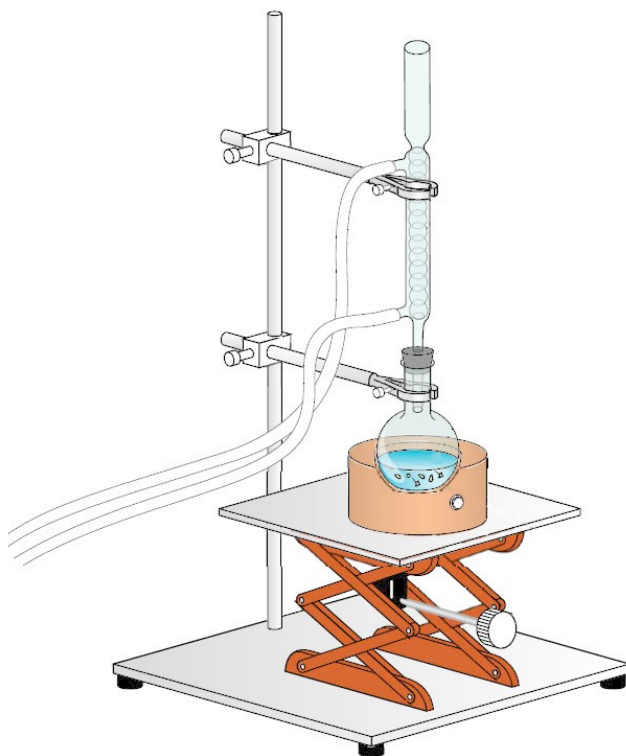
- la saponification du triester dans un excès de soude.
- le relargage du savon formé dans une solution concentrée de chlorure de sodium permettant de le séparer du glycérol et de l'excès de soude.
- la liquidation, dans une solution diluée de chlorure de sodium qui élimine les impuretés du savon.

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 !!), 20 mL d'huile alimentaire ($\rho = 0,92 \text{ g.mL}^{-1}$), 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 20 minutes.

1. Légender le schéma du montage.



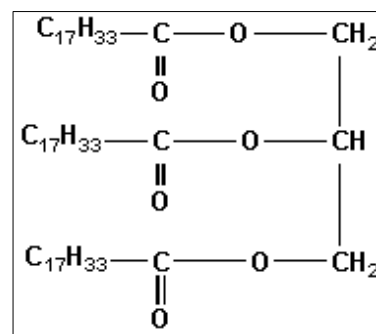
L'huile alimentaire contient principalement de l'oléine qui est le triester suivant :

2. A partir du modèle de l'équation de saponification, écrire l'équation de la réaction de saponification de l'oléine. Nommer le savon obtenu.

3. Calculer les quantités initiales d'huile alimentaire et de soude: en déduire le réactif limitant.

Données $M(\text{oléine}) = 884 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{oléate de sodium}) = 302 \text{ g.mol}^{-1}$.

4. Déterminer la masse maximale de savon théorique que l'on pourrait obtenir.



2) Relargage

- Après 20 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.
- Faire un schéma légendé.
- Laisser décanter le savon.
- 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.

5. On note $\text{RCOONa}_{(s)}$ le savon: écrire l'équation de dissolution du savon dans l'eau (équation 1).

6. Quel est l'espèce active dans la solution S de savon ?

2) Solubilité dans une solution de chlorure de sodium

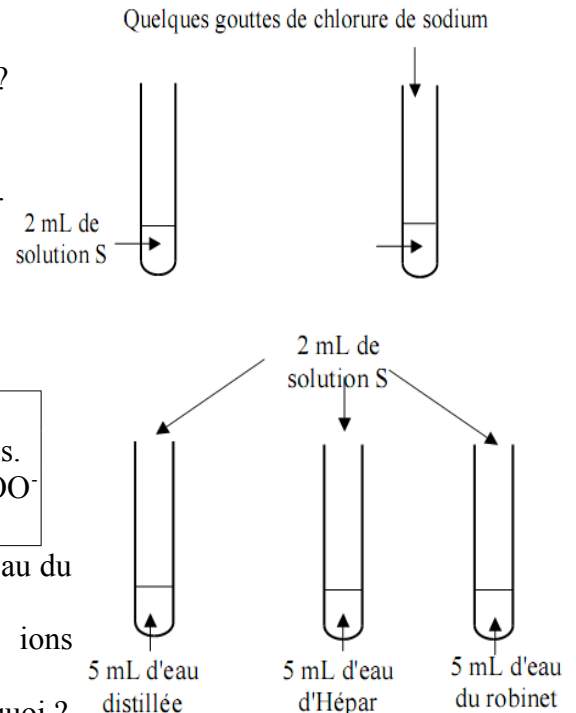
Réaliser l'expérience ci-contre. Observer et compléter le schéma.

7. Que peut-on dire de la solubilité d'un savon dans l'eau salée ?

Pourquoi ?

8. Écrire l'équation de la réaction. Comparer avec l'équation 1.

9. Justifier alors l'opération de relargage lors de la synthèse du savon.



3) Action des ions métalliques Mg^{2+} (ou Ca^{2+})

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

Une eau "douce" ne contient pratiquement pas d'ions Ca^{2+} ou Mg^{2+}
 Une eau "dure" contient des quantités d'ions Ca^{2+} et Mg^{2+} importantes.
 Les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} réagissent avec les ions carboxylates RCOO^-
 pour former des précipités.

10. Conclure sur la dureté de l'eau distillée, de l'eau d'Hépar et de l'eau du robinet.

11. Écrire l'équation de la réaction de précipitation entre les ions magnésium et les ions carboxylates.

12. Les eaux dures sont-elles favorables à l'action des savons ? Pourquoi ?

4) Propriétés moussantes des savons

L'expérience montre qu'un savon qui mousse a de bonnes propriétés détergentes: il nettoie donc bien. Agiter les 3 tubes précédents et observer la présence ou l'absence de mousse

13. Schématiser les 3 tubes.

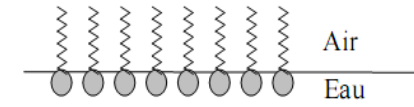
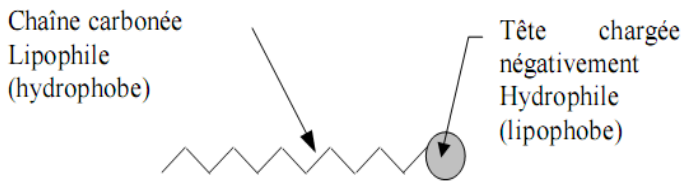
14. Conclure sur les propriétés moussantes du savon.

5) Origines des propriétés détergentes d'un savon

Les propriétés détergentes des savons sont dues aux ions carboxylate RCOO^- .

Les ions carboxylate RCOO^- ont:

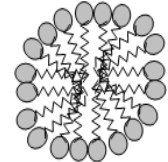
- une tête hydrophile (qui aime l'eau) ($-\text{COO}^-$)
- une extrémité lipophile (qui aime la graisse)



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.

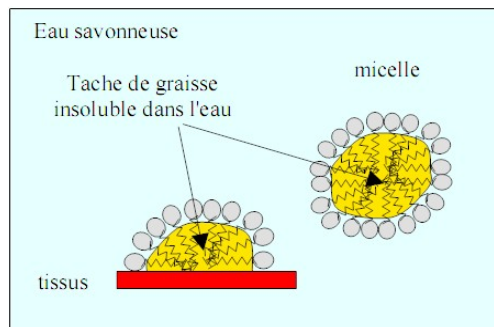
Remarque: les cations associés aux ions carboxylate n'ont pas été représentés.



micelle

15. Justifier le caractère hydrophile de la tête de la molécule de savon
16. Justifier le caractère lipophile de la queue de la molécule de savon
17. On dit que la molécule de savon est amphiphile, expliquer ce terme

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



18. Justifier l'orientation des ions carboxylates sur la tache de graisse.
19. Par quel mécanisme un savon enlève-t-il les tâches de gras sur un tissu ou sur la peau ?
20. Une bulle de savon est un film d'eau entouré de deux films de savons. Dessiner la disposition des ions carboxylates dans les deux films de savons qui entourent le film d'eau.