

SYNTHESE ET PROPRIETES DES SAVONS

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

I. LES SAVONS

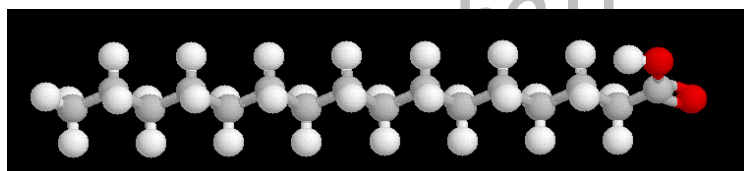
1) Nature des savons

- 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: $(\text{Na}^+_{(aq)} + \text{RCOO}^-_{(aq)})$ ou $(\text{K}^+_{(aq)} + \text{RCOO}^-_{(aq)})$ avec:
 - RCOO^- : **ion carboxylate**, c'est l'**espèce active** du savon. L'ion carboxylate est la **base conjuguée** de l'**acide gras naturel RCOOH**.
 - R** : **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**.



Un savon de Marseille

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	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COO}^-$



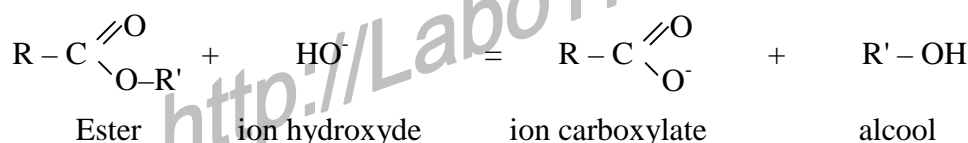
Acide palmitique
(acide hexadécanoïque)

Chaîne carbonée non ramifiée à 15 atomes de carbone

2) Réaction de saponification

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

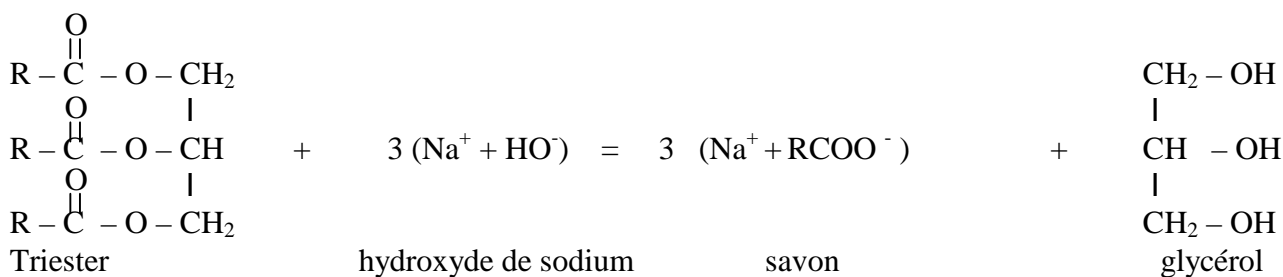
- La **réaction de SAPONIFICATION d'un ester** est la réaction entre l'**ion HYDROXYDE HO^-** (issu des bases NaOH ou KOH) et un **ESTER**. Elle donne un **ALCOOL** et un **ion CARBOXYLATE**:



- 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.

• Les **principaux constituants** des **huiles** (d'arachide, d'olive, de colza, de tournesol ...) et des **suifs** (graisses bovines ou ovines...) sont des **triesters**.

*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) Expérience : 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 du triester **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.

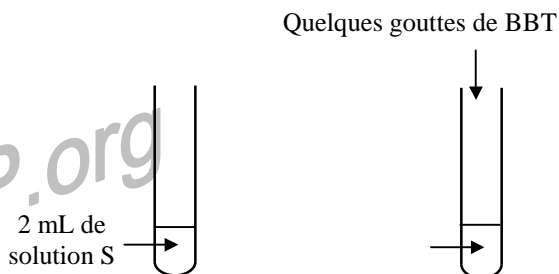
III. PROPRIETES DES SAVONS

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 ?

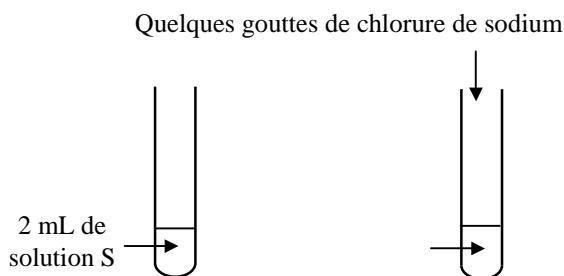
2) Caractère acide ou basique de la solution S

- Réaliser l'expérience ci-contre. Observer et compléter le schéma.
- a) Une solution d'eau savonneuse est-elle acide ou basique ?
 b) Quel est l'ion responsable du caractère trouvé ?



3) Solubilité dans une solution de chlorure de sodium

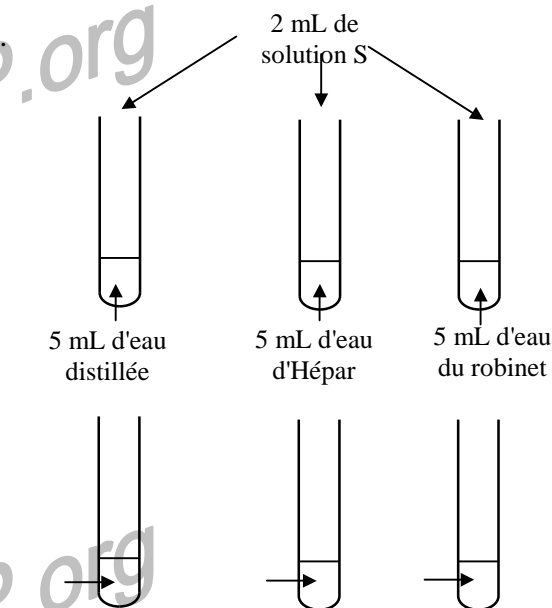
- Réaliser l'expérience ci-contre. Observer et compléter le schéma.
- a) Que peut-on dire de la solubilité d'un savon dans l'eau salée ? Pourquoi ?
 b) Ecrire l'équation de la réaction. Comparer avec l'équation 1.
 c) Justifier alors l'opération de relargage lors de la synthèse du savon.



4) 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 carboxylate RCOO^- pour former des précipités.

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

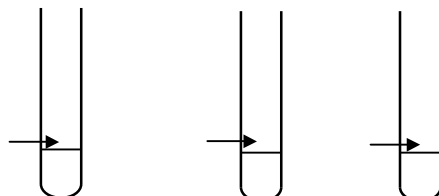


5) Propriétés moussantes des savons

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

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

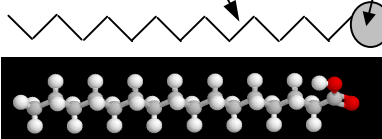
Agiter les 3 tubes précédents et observer la présence ou l'absence de mousse



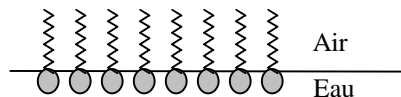
6) Origines des propriétés détergentes d'un savon

- 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** (voir schéma).
 - une **extrémité lipophile (qui aime la graisse)**, donc **hydrophobe**, qui n'interagit pas avec les molécules d'eau.

Chaîne carbonée
Lipophile
(hydrophobe)

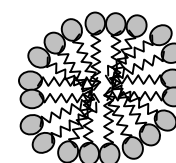


Tête chargée
négativement
Hydrophile
(lipophile)



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

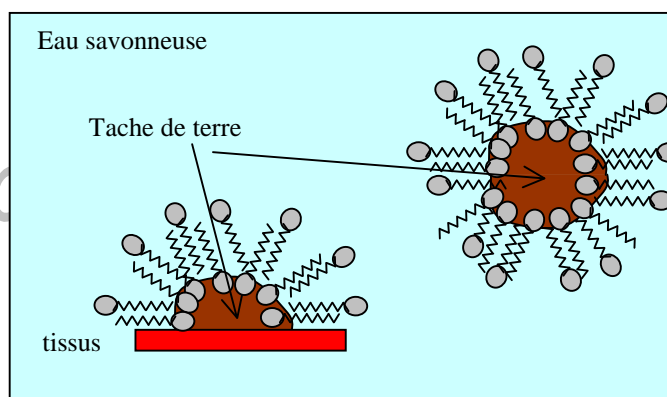
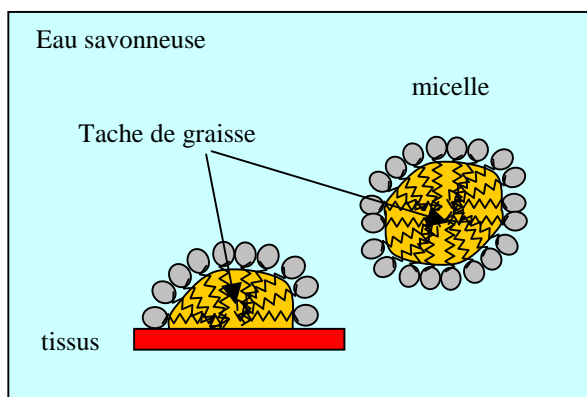
- Dans une eau savonneuse à faible concentration, les ions carboxylate s'organisent en petites sphères d'environ 100 nm de diamètre appelées **micelles**.



micelle

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

- Au contact du tissu contenant une tache de graisse ou des taches de terre (salissure ionique) les ions carboxylate s'organisent comme le montre le document ci-dessous:



- Justifier l'orientation des ions carboxylate sur la tache de graisse et sur la tache de terre.
- Par quel mécanisme un savon enlève-t-il les taches 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 Mg²⁺)
- eau Evian (riche en Ca²⁺)