

TS	Chimie	Histoire de savons	Exercice résolu
----	--------	--------------------	-----------------

Enoncé

L'objectif de l'exercice est d'étudier différentes étapes de la fabrication d'un savon au laboratoire et quelques propriétés des savons.

Texte :

« Les premiers savons ont été réalisés au Proche-Orient 2 500 à 3 000 ans avant notre ère. Selon Claude Galien, médecin grec du II^{ème} siècle, le meilleur savon s'obtient en traitant la graisse de mouton, de boeuf ou de chèvre par une lessive de cendres et de chaux¹. Au cours du premier millénaire, le savon reste généralement employé comme remède dans les maladies de peau. La fabrication du savon, par ébullition d'un corps gras et d'une base, ne se développera qu'au XV^{ème} siècle : le mélange initial est alors une composition faite d'huile d'olive brute, de lessives tirées de cendres ou de plantes marines et d'eau de chaux.

Le savon tire son nom du premier centre de fabrication : Savona, port ligure ouvert sur le golfe de Gênes. En 1779, William Scheele identifie le glycérol, alors qu'il saponifiait divers corps gras. À partir de 1809, Eugène Chevreul entreprend une étude approfondie des corps gras ; il identifie les principales matières grasses et interprète la saponification comme une réaction chimique. La formule brute du glycérol est établie en 1836 par Jules Pelouze et, en 1859, Adolphe Wurtz découvre « la série des glycols » (diols). En 1873, Charles Friedel fait la synthèse du glycérol.

La révolution industrielle développe les besoins en savon, qui cesse d'être un produit de luxe et devient un produit de première nécessité. »

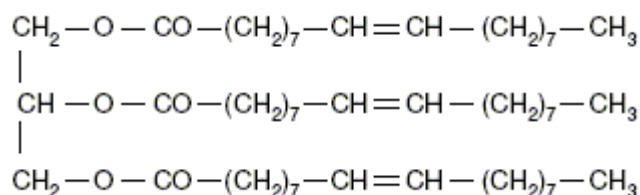
D'après un site Internet

Données :

réactif	oléate de glycéryle	hydroxyde de potassium	savon
solubilité dans l'eau	insoluble	soluble	soluble
solubilité dans l'éthanol	soluble	soluble	
solubilité dans l'eau salée	insoluble	soluble	peu soluble
masse molaire (g.mol ⁻¹)	M ₁ = 884	M ₂ = 56	M ₃ = 320

A. Première partie : fabrication du savon

Le principal constituant de la graisse de boeuf est l'oléate de glycéryle (ou oléine). On réalise la saponification, par une solution d'hydroxyde de potassium (K⁺_(aq) + HO⁻_(aq)), d'une huile que l'on considèrera comme constituée exclusivement d'oléine, de formule semi-développée :



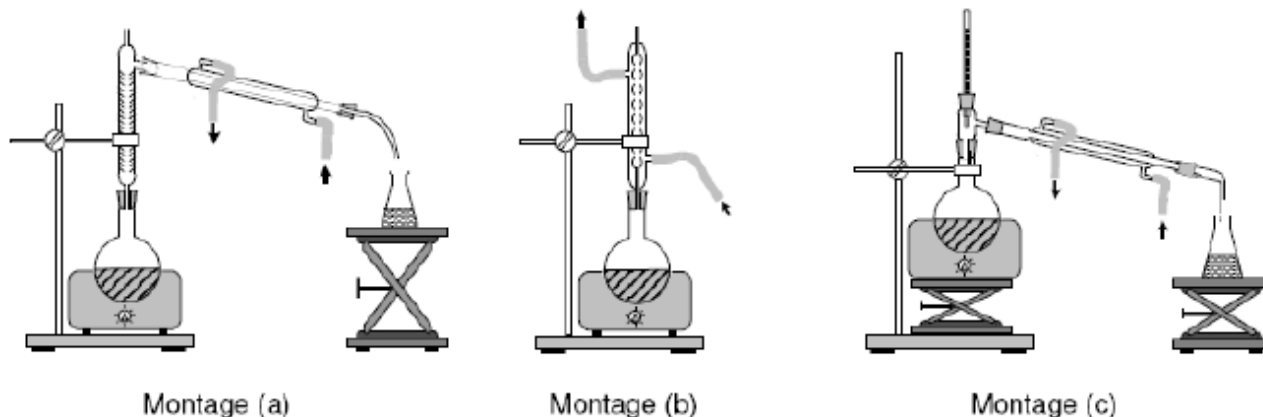
¹ : solution aqueuse d'hydroxyde de potassium et de calcium.

Dans cet exercice, on appelle indifféremment savon, l'oléate de sodium ou de potassium, solide ou en solution.

1. Quelle(s) caractéristique(s) différencie(nt) les réactions de saponification (ou hydrolyse basique) et d'hydrolyse d'un ester en termes de cinétique et d'avancement final ?

2. Synthèse du savon

a) Choisir parmi les 3 montages proposés ci-dessous, celui à utiliser pour réaliser une



saponification.

b) Donner son nom.

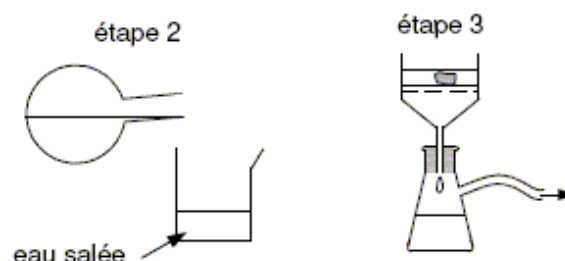
c) Quel est l'intérêt d'un tel montage ?

3. Obtention du savon solide

Après la synthèse, on réalise les étapes 2 et 3 schématisées ci-contre.

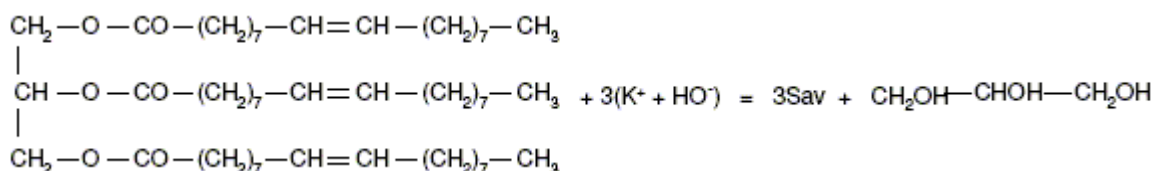
a) Justifier, à l'aide du tableau de données, l'utilisation d'eau salée dans l'étape 2. Quel est le nom du procédé utilisé dans cette étape ?

b) Quel est le nom du dispositif utilisé à l'étape 3 ? Quel est son intérêt ?



4. Étude quantitative

On donne l'équation de la réaction de saponification de l'oléate de glycéryle :



a)

Écrire une formule semi-développée du savon (noté Sav dans l'équation) en solution et donner le nom du second produit de la réaction.

b) Sachant que l'hydroxyde de potassium a été introduit en excès, calculer la quantité de matière maximale de savon n_3 que l'on peut obtenir lors de la saponification d'une masse $m_1 = 884$ kg de cette huile végétale.

c) En déduire la masse maximale de savon m_3 susceptible d'être obtenue.

d) Quelle est la masse de savon m réellement obtenue si le rendement r de la synthèse est égal à 90% ?

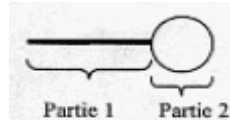
B. Deuxième partie : questions relatives à l'histoire des savons

1. Le texte utilise les termes « savons » et « graisses de mouton, de boeuf ou de chèvre ». Attribuer à chacun de ces deux termes la famille chimique correspondante choisie parmi les trois suivantes : triester d'acides gras, acide carboxylique, carboxylate de potassium.
2. Quel facteur cinétique a permis d'améliorer la recette de Galien au XV^{ème} siècle ?
3. Le glycol est le plus simple des diols. Donner sa formule semi-développée, entourer le (ou les) groupe(s) caractéristique(s), donner le (ou les) nom(s) de ces groupes et nommer la (ou les) fonction(s) correspondante(s).

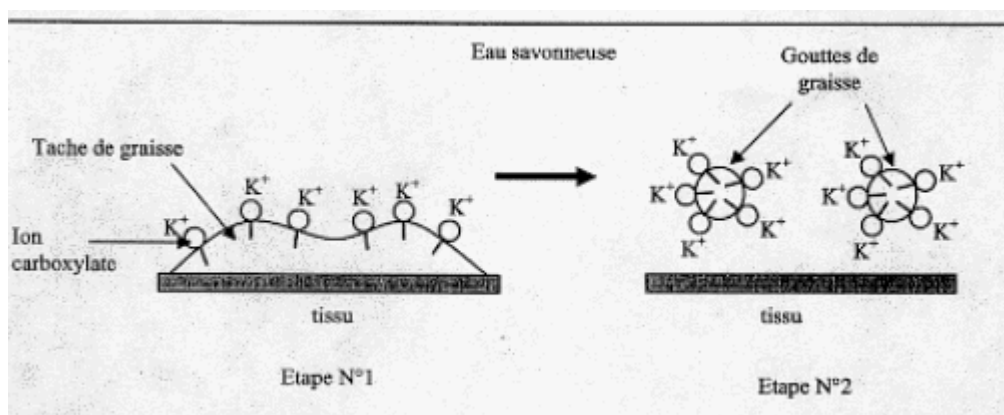
C. Troisième partie : l'ion carboxylate et le pouvoir nettoyant du savon

1. Dans le cas du savon fabriqué à partir de l'oléine :
 - a) Donner la formule semi-développée et le nom de l'espèce chimique conjuguée de l'ion carboxylate.
 - b) Quelle(s) est (sont) la (les) particularité(s) de cette espèce chimique ?
 - c) Quelle est le rôle de cette espèce chimique dans la chaîne de fabrication du savon ?

2. Un ion carboxylate peut être schématisé de la façon suivante :



Le schéma ci-dessous représente une tache de graisse à la surface d'un tissu plongé dans l'eau savonneuse (étape n°1) et sa dislocation par action du savon synthétisé précédemment (étape n°2)



- a) Dans le cas du savon fabriqué à partir de l'oléine, que représente la partie 1 de l'ion carboxylate ?
- b) Identifier la (les) propriété(s) de chacune des deux parties.
- c) Quel nom donne-t-on aux gouttes de graisses dans l'étape n°2 ? Quelle est la propriété de ces particules ?

Corrigé

A. Première partie : fabrication du savon

1. Quelle(s) caractéristique(s) différencie(nt) les réactions de saponification (ou hydrolyse basique) et d'hydrolyse d'un ester en termes de cinétique et d'avancement final ?

La réaction de saponification est rapide (à chaud) et totale. L'avancement final x_f atteint l'avancement maximal x_{\max} .

2. Synthèse du savon

a) Choisir parmi les 3 montages proposés ci-dessous, celui à utiliser pour réaliser une saponification.

Il faut utiliser le montage (b).

b) Donner son nom.

Il s'agit d'un montage à reflux.

c) Quel est l'intérêt d'un tel montage ?

Il permet d'accélérer la réaction de saponification (facteur cinétique température) tout en évitant les pertes de matière (les vapeurs se condensent dans le réfrigérant et retombent dans le milieu réactionnel).

3. Obtention du savon solide

a) Justifier, à l'aide du tableau de données, l'utilisation d'eau salée dans l'étape 2. Quel est le nom du procédé utilisé dans cette étape ?

Le savon est soluble dans l'eau et peu soluble dans l'eau salée. On verse donc le mélange réactionnel contenant le savon dissous dans de l'eau salée et le savon précipite. Il s'agit d'un relarguage.

b) Quel est le nom du dispositif utilisé à l'étape 3 ? Quel est son intérêt ?

Il s'agit d'une filtration sous vide (ou filtration sur Büchner). Il permet une filtration plus rapide.

4. Étude quantitative

a) Ecrire une formule semi-développée du savon (noté Sav dans l'équation) en solution et donner le nom du second produit de la réaction.

La formule semi-développée est : $(K^+ + CH_3 - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_7 - COO^-)$

Le second produit de la réaction est le glycérol (propan-1,2,3-triol).

b) Sachant que l'hydroxyde de potassium a été introduit en excès, calculer la quantité de matière maximale de savon n_3 que l'on peut obtenir lors de la saponification d'une masse $m_1 = 884$ kg de cette huile végétale.

La réaction est totale et l'oléine est le réactif limitant.

Si le rendement est de 100 %, on doit avoir $n_3 = 3 \cdot n_1$ (n_1 : quantité initiale d'oléine) $\Rightarrow n_3 = 3 \cdot \frac{m_1}{M_1}$

Soit : $n_3 = 3 \times \frac{884 \times 10^3}{884} = 3,00 \times 10^3$ mol

c) En déduire la masse maximale de savon m_3 susceptible d'être obtenue.

$n_3 = \frac{m_3}{M_3} \Rightarrow m_3 = n_3 \cdot M_3$ soit : $m_3 = 3,00 \times 10^3 \times 320 = 960 \times 10^3$ g ou 960 kg

d) Quelle est la masse de savon m réellement obtenue si le rendement r de la synthèse est égal à 90% ?

Avec un rendement de 90%, on obtiendrait une masse de savon : $m = 0,90 \cdot m_3$

Soit $m = 0,90 \times 960 = 8,6 \times 10^2$ kg

B. Deuxième partie : questions relatives à l'histoire des savons

1. Le texte utilise les termes « savons » et « graisses de mouton, de bœuf ou de chèvre ». Attribuer à chacun de ces deux termes la famille chimique correspondante choisie parmi les trois suivantes : triester d'acides gras, acide carboxylique, carboxylate de potassium.

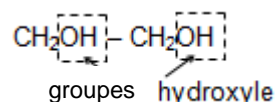
Le terme « savons » est associé à la famille chimique carboxylate de potassium

Le terme « graisses de mouton, de bœuf ou de chèvre » est associé à la famille chimique triester d'acides gras .

2. Quel facteur cinétique a permis d'améliorer la recette de Galien au XVème siècle ?

Le facteur cinétique température a permis d'améliorer la recette de Galien (dans le texte, il utilise le terme « ébullition »).

3. Le glycol est le plus simple des diols. Donner sa formule semi-développée, entourer le (ou les) groupe(s) caractéristique(s), donner le (ou les) nom(s) de ces groupes et nommer la (ou les) fonction(s) correspondante(s).



Le groupe hydroxyle est caractéristique de la fonction alcool.

C. Troisième partie : l'ion carboxylate et le pouvoir nettoyant du savon

1. a) Donner la formule semi-développée et le nom de l'espèce chimique conjuguée de l'ion carboxylate.

Il s'agit de l'acide oléique de formule semi-développée : CH₃ — (CH₂)₇ — CH = CH — (CH₂)₇ — COOH

b) Quelle(s) est (sont) la (les) particularité(s) de cette espèce chimique ?

L'acide oléique est un acide gras, c'est-à-dire un acide carboxylique à chaîne non ramifiée, à nombre pair d'atomes de carbone et comportant éventuellement une ou plusieurs doubles liaisons.

c) Quelle est le rôle de cette espèce chimique dans la chaîne de fabrication du savon ?

En réagissant avec le glycérol, il permet la fabrication de l'oléate de glycéryle (triesters ou corps gras).

2. a) Dans le cas du savon fabriqué à partir de l'oléine, que représente la partie 1 de l'ion carboxylate ?

La partie 1 est la chaîne carbonée CH₃ — (CH₂)₇ — CH = CH — (CH₂)₇ —

b) Identifier la (les) propriété(s) de chacune des deux parties.

Partie 1 : lipophile et hydrophobe.

Partie 2 : lipophile et hydrophile.

c) Quel nom donne-t-on aux gouttes de graisses dans l'étape n°2 ? Quelle est la propriété de ces particules ?

Ce sont des micelles solubles dans l'eau.