Savon de Marseille

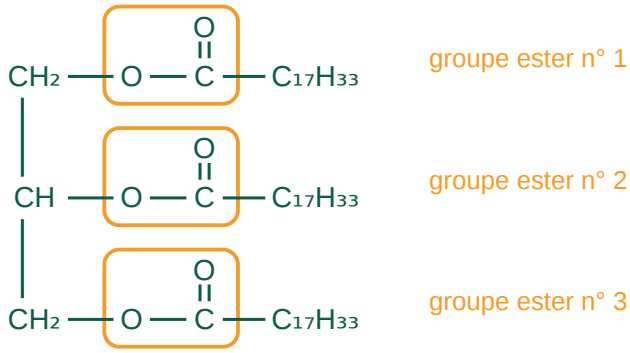
Bac 2022 Asie Jour 2 · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

1 En analysant la formule chimique de l'oléine, justifier que l'oléine est un triester.

Dans la formule de l'oléine, on repère trois fois l'enchaînement $-O-CO^-$ (un carbone doublement lié à un oxygène et simplement lié à un autre oxygène, lui-même lié à un carbone) : c'est le groupe caractéristique ester.

L'oléine possède trois groupes ester : c'est un triester.

PIÈGE
Ne pas confondre avec le groupe carboxyle $-COOH$ d'un acide : dans un ester, l'oxygène simplement lié porte une chaîne carbonée, pas un hydrogène.



1 · Oléine : les trois groupes ester entourés

2 Citer deux règles de sécurité relatives à l'utilisation de la soude concentrée.

La soude concentrée est corrosive (brûlures de la peau, irritation des yeux et des voies respiratoires). Il faut donc :

- porter des gants et une blouse fermée pour éviter tout contact avec la peau ;
- porter des lunettes de protection.

Gants (et blouse) ; lunettes de protection.

MÉTHODE
Une règle de sécurité se justifie par le danger indiqué dans les données : ici « corrosive », donc on protège la peau et les yeux.

3 Proposer une hypothèse sur le rôle de l'éthanol.

Données utiles solubilité de l'oléine : nulle dans l'eau, forte dans l'éthanol ; solubilité de la soude : forte dans l'eau et dans l'éthanol

L'oléine n'est pas soluble dans l'eau, alors que la soude est en solution aqueuse : sans éthanol, les deux réactifs formeraient deux phases et ne se rencontreraient qu'à leur interface.

Les deux réactifs sont très solubles dans l'éthanol.

L'éthanol sert de solvant commun : il met les réactifs en contact dans une même phase, ce qui permet à la réaction de se faire.

COMPRENDRE
L'éthanol n'apparaît pas dans l'équation de la réaction 1 : il n'est ni réactif ni produit, il joue seulement le rôle de solvant.

4 Donner un argument permettant d'expliquer que l'ion oléate prédomine par rapport à l'acide oléique.

Données utiles $\mathrm{p}K_a$ (acide oléique / ion oléate) $= 4{,}8$; mélange très basique

La soude est en excès : le milieu est très basique, son pH est très supérieur à 7, donc très supérieur à $\mathrm{p}K_a = 4{,}8$.

Or, lorsque $\mathrm{pH} > \mathrm{p}K_a$, la base du couple prédomine sur l'acide.

$\mathrm{pH} > \mathrm{p}K_a$: l'ion oléate $\mathrm{C_{17}H_{33}COO^-}$ prédomine sur l'acide oléique.

MÉTHODE
Tracer un axe de pH, placer le $\mathrm{p}K_a$: l'acide prédomine à gauche, la base à droite. Il suffit ensuite de situer le pH du milieu.

5 Préciser le rôle du chauffage.

La température est un facteur cinétique : plus elle est élevée, plus la transformation est rapide.

Le chauffage accélère la saponification (durée de réaction plus courte).

PIÈGE
Ne pas confondre avec le rôle du réfrigérant à eau : le reflux, lui, évite les pertes de matière en condensant les vapeurs qui retombent dans le ballon.

6 Expliquer pourquoi on utilise de l'eau salée et non de l'eau douce dans la phase de relargage.

Données utiles solubilité de l'oléate de sodium : moyenne dans l'eau, faible dans l'eau salée

Le savon est moyennement soluble dans l'eau douce mais faiblement soluble dans l'eau salée. Dans l'eau salée, il précipite donc presque entièrement et peut être récupéré par filtration.

Dans l'eau douce, une part plus importante du savon resterait dissoute et serait perdue dans le filtrat.

L'eau salée fait précipiter le savon, peu soluble dans ce milieu : on en récupère davantage.

COMPRENDRE
La soude et le glycérol restent très solubles dans l'eau salée : ils restent en solution, ce qui les sépare du savon solide.

7 Montrer que l'oléine est le réactif limitant.

Données utiles $V_{\text{huile}} = 10$ mL ; $\rho = 0{,}90\ \text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$; $M_{\text{oléine}} = 884\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $V_{\text{soude}} = 10$ mL ; $c = 10\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Quantité initiale d'oléine :

$$n_{\text{ol}} = \frac{\rho \times V_{\text{huile}}}{M_{\text{oléine}}} = \frac{0{,}90 \times 10}{884} = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol}$$

Quantité initiale d'ions hydroxyde :

$$n_{\text{HO}^-} = c \times V_{\text{soude}} = 10 \times 10 \times 10^{-3} = 0{,}10\ \text{mol}$$

D'après l'équation, 1 mol d'oléine réagit avec 3 mol d'ions $\mathrm{HO^-}$. On compare donc $\frac{n_{\text{ol}}}{1}$ et $\frac{n_{\text{HO}^-}}{3}$:

$$\frac{n_{\text{HO}^-}}{3} = \frac{0{,}10}{3} = 3{,}3 \times 10^{-2}\ \text{mol}$$

$\frac{n_{\text{ol}}}{1} = 1{,}0 \times 10^{-2}\ \text{mol} < \frac{n_{\text{HO}^-}}{3} = 3{,}3 \times 10^{-2}\ \text{mol}$: l'oléine est le réactif limitant.

PIÈGE
Comparer directement $0{,}010$ mol et $0{,}10$ mol sans diviser par les nombres stœchiométriques : la conclusion serait ici la même, mais le raisonnement ne rapporte pas les points.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme ρ et c. Le volume de soude se convertit en litres ; celui d'huile reste en mL, car ρ est donnée en grammes par millilitre.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{0.90 \times 10}{884} \approx 0.010181$

$10 \times 10 \times 10^{-3} \approx 0.1$

$\frac{0.10}{3} \approx 0.03333333$

8 Justifier l'importance d'éliminer le réactif en excès par le lavage. Préciser quelle autre espèce chimique est également éliminée.

Données utiles soude : corrosive, forte solubilité dans l'eau ; glycérol : forte solubilité dans l'eau

Le réactif en excès est la soude (Q7). Elle est corrosive : s'il en restait dans le savon, celui-ci provoquerait des rougeurs ou des brûlures de la peau. Très soluble dans l'eau, elle est entraînée par l'eau de lavage.

Le glycérol, autre produit de la réaction, est lui aussi très soluble dans l'eau : il part avec l'eau de lavage.

Le lavage élimine la soude en excès, corrosive pour la peau, ainsi que le glycérol.

COMPRENDRE
On lave à l'eau froide et en petite quantité : le savon est moyennement soluble dans l'eau douce, un lavage abondant en dissoudrait une partie.

9 Calculer le rendement de la synthèse sachant que l'on a obtenu une masse de savon $m_{\text{exp}} = 7{,}3$ g.

Données utiles $n_{\text{ol}} = 0{,}90 \times 10 \div 884$ mol (Q7) ; $M_{\text{savon}} = 304 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

L'oléine est le réactif limitant et 1 mol d'oléine donne 3 mol d'oléate de sodium. Si la transformation est totale :

$n_{\text{max}} = 3 \times n_{\text{ol}}$

Masse maximale de savon :

$$m_{\text{max}} = 3 \times n_{\text{ol}} \times M_{\text{savon}} = 3 \times \frac{0{,}90 \times 10}{884} \times 304 = 9{,}3 \text{ g}$$

Rendement :

$$\eta = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{max}}} = \frac{7{,}3}{9{,}3} = 0{,}79$$

$\eta = 0{,}79$, soit un rendement de $79\ \%$.

PIÈGE
Oublier le facteur 3 donnerait $m_{\text{max}} = 3{,}1$ g et un rendement supérieur à $100\ \%$, ce qui est impossible : ce résultat doit alerter.

MÉTHODE
Garder en mémoire de la calculatrice la valeur non arrondie de n_{ol} : avec $1{,}0 \times 10^{-2}$ mol, on trouverait $m_{\text{max}} = 9{,}1$ g et $80\ \%$.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\frac{3 \times 0.90 \times 10}{884} \times 304 \approx 9.285068$

$\frac{7.3}{\frac{3 \times 0.90 \times 10}{884} \times 304} \approx 0.7862086$

10 Proposer une hypothèse susceptible d'expliquer que le rendement ne soit pas de 100 %.

Une partie du savon formé n'est pas récupérée : sa solubilité est faible mais non nulle dans l'eau salée, et moyenne dans l'eau de lavage. Du savon reste donc dissous dans le filtrat et dans l'eau de lavage ; il en reste aussi sur la verrerie et sur le filtre.

Des pertes de savon lors du relargage, de la filtration et du lavage expliquent un rendement inférieur à $100\ \%$.

COMPRENDRE

Autre hypothèse recevable : 30 min de chauffage ne suffisent peut-être pas pour que toute l'oléine ait réagi, la transformation n'étant alors pas terminée.