EXERCICE II : L'HUILE D'OLIVE, MATIÈRE PREMIÈRE ET ALIMENT (9 points)

C'est par la pression de la pulpe d'olive provenant du broyage des olives, et par extraction de la fraction huileuse des autres composants solides et liquides, que sont produites les huiles d'olive.
Les huiles d'olive « vierges » sont des huiles obtenues par procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques, dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile ; elles n'ont subi aucun traitement autre que lavage, décantation, centrifugation et filtration.
Différentes catégories d'huile d'olive « vierge » existent en fonction de leur taux en acide oléique ; par exemple l'huile d'olive « vierge » extra, considérée comme la meilleure, comporte au maximum 0,8 g d'acide oléique pour 100 g d'huile. La qualité nutritionnelle et organoleptique dépend de la catégorie.



Espaceagro.com



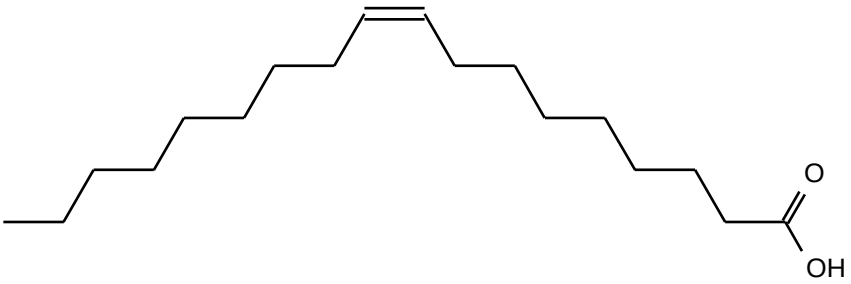
Savon-de-marseille.com

Les principaux constituants des huiles végétales et des graisses animales sont des triglycérides d'acides gras (notés TAG). L'acide gras, majoritairement présent les TAG de l'huile d'olive est l'acide oléique ; il est formé lors de la dégradation de l'huile par hydrolyse. C'est l'acide gras, c'est-à-dire à longue chaîne, le plus abondant de l'organisme ; son nom vient de l'huile d'olive, mais il est aussi abondant dans les TAG des huiles végétales et de certaines graisses animales (graisses d'oie, de canard …). Il fait partie de la famille des acides gras oméga 9, acides mono-insaturés qui ont des effets bénéfiques reconnus contre les maladies cardio-vasculaires.

L'huile d'olive peut être consommée à froid ou en friture et être utilisée pour la fabrication des savons.

Données :

- formule topologique de l'acide oléique :



- masses molaires moléculaires :
$M_{acide\ oléique}$ = 282 g.mol^{-1} $M_{oléine}$ = 884 g.mol^{-1} M_{savon} = 304 g.mol^{-1} ;

- masse volumique de l'huile d'olive : $\rho_{huile\ d'olive}$ = 0,92 g.mL^{-1} ;

- l'huile d'olive est miscible à un mélange d'éthanol et d'éther et elle est non miscible à l'eau ;

- taux d'acidité libre :
Le taux d'acidité libre représente la proportion d'acides gras libres qui apparaissent lorsque les triglycérides de l'huile d'olive sont dégradés par hydrolyse. Ce taux est exprimé en « grammes d'acide libre pour 100 g d'huile ».

Type d'huile d'olive	Taux d'acidité
Huile d'olive extra vierge	≤ 0,8%
Huile d'olive vierge	≤ 2%
Huile d'olive vierge courante	≤ 3%
Huile d'olive raffinée	≤ 0,3%

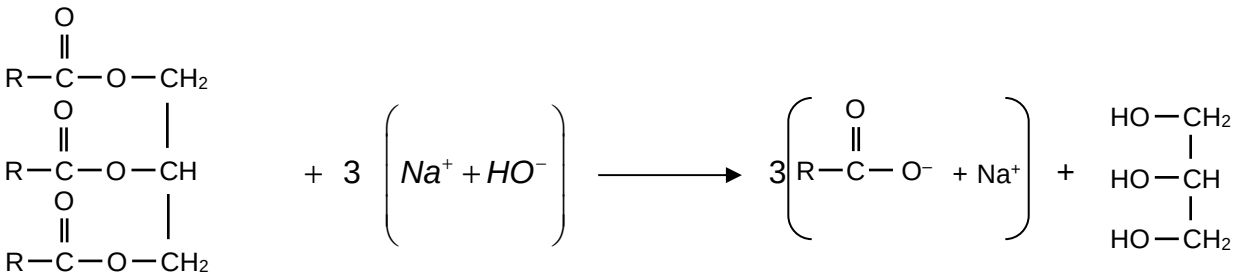
D'après http://www.olivierdeprovence.com

1. De l'huile d'olive au savon

À partir des triglycérides d'acides gras (TAG) présents dans les huiles, il est possible de synthétiser des savons. Le savon de Marseille ® est fabriqué à partir d'huile d'olive et de soude ; ce savon est constitué d'oléate de sodium.

Le protocole de synthèse de ce savon au laboratoire est décrit ci-dessous :
- verser 13,6 g d'huile d'olive (oléine) et 20 mL d'éthanol dans un ballon ;
- ajouter 20 mL de soude à 10 mol.L^{-1} (en excès) ;
- chauffer à reflux le mélange réactionnel durant 15 minutes environ ;
- verser le mélange obtenu dans un bécher contenant 100 mL de solution aqueuse de chlorure de sodium : le précipité obtenu est l'oléate de sodium.

Équation de la réaction de synthèse de l'oléate de sodium



Oléine (TAG) Soude Oléate de sodium Glycérol

1.1. À quelle famille de fonction appartiennent les TAG ?

1.2. Compléter le protocole avec les étapes permettant d'obtenir un « pain » de savon utilisable en cosmétique.

1.3. Quel est le rendement de la réaction de synthèse du savon de Marseille ® au laboratoire sachant que 6,6 g de savon ont été obtenus en mettant en œuvre le protocole décrit ci-dessus ?

1.4. Mécanisme réactionnel de la synthèse d'un savon.
Un mécanisme simplifié de la réaction de synthèse d'un savon est proposé sur l'**ANNEXE à RENDRE AVEC LA COPIE.**
1.4.1. Représenter les flèches courbes rendant compte du mécanisme des trois étapes. Justifier précisément l'orientation de ces flèches.
1.4.2. Pour chacune des trois étapes, indiquer la catégorie de la réaction.

2. Bénéfique pour la santé, l'huile d'olive ?

Des études réalisées par l'université de Bari (ville au sud de l'Italie) sur des populations âgées ont montré qu'une alimentation riche en acides gras mono-insaturés (tel que l'acide oléique) prévenait la dégradation de la mémoire et des fonctions cognitives. Selon sa catégorie, l'huile d'olive peut en être plus ou moins riche. Les qualités nutritionnelles et diététiques ne sont toutefois avérées que pour des huiles d'appellation **« vierge » ou « extra vierge »**.

Le technicien d'un laboratoire d'analyse cherche à déterminer la catégorie d'une huile d'olive. Pour cela, il effectue les opérations décrites ci-après.

Dans un erlenmeyer de 250 mL, il verse $V_{ethanol} = (40 \pm 1)$ mL d'éthanol et un volume $V_{ether} = (40 \pm 1)$ mL d'éther éthylique. Ce mélange sert de solvant.
Il ajoute dans un erlenmeyer un volume $V_{huile} = (20{,}0 \pm 0{,}1)$ mL d'huile d'olive, puis quelques gouttes d'indicateur coloré.
Il agite pour homogénéiser le mélange.
Il ajoute progressivement au mélange contenu dans l'erlenmeyer une solution S de potasse alcoolique (hydroxyde de potassium, $K^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$, en solution dans l'éthanol) de concentration molaire $C_b = (1{,}00 \pm 0{,}02) \times 10^{-1}$ moL.L^{-1}, contenue dans une burette.
Il observe un virage de l'indicateur coloré pour un volume V_e de solution S d'hydroxyde de potassium versé égal à $(10{,}4 \pm 0{,}1)$ mL.

2.1. Analyse des opérations réalisées par le technicien.
2.1.1. Pourquoi utilise-t-il comme solvant un mélange d'éthanol et d'éther alors qu'aucune de ces espèces n'intervient dans la réaction du titrage ?

2.1.2. Les volumes d'huile et d'éthanol ont-ils été prélevés avec la même verrerie ? Justifier.

2.1.3. Le technicien du laboratoire doit-il prendre des mesures de précautions particulières ?

2.1.4. Quel type d'analyse le technicien a-t-il mis en œuvre ?

2.1. Exploitation de l'analyse.

L'équation de la réaction intervenant entre l'acide oléique présent dans l'huile et les ions hydroxyde contenus dans la solution S est la suivante :

$$RCOOH + HO^- \rightarrow RCOO^- + H_2O$$

2.2.1. Déterminer la masse m_a d'acide oléique contenu dans le volume d'huile prélevé.

2.2.2. Donner un encadrement de la masse m_a d'acide oléique contenu dans l'huile sachant que la valeur de l'incertitude $U(m_a)$ sur la masse est donnée par la relation : $\left(\frac{U(m_a)}{m_a}\right)^2 = \left(\frac{U(V_e)}{V_e}\right)^2 + \left(\frac{U(c_b)}{c_b}\right)^2$.

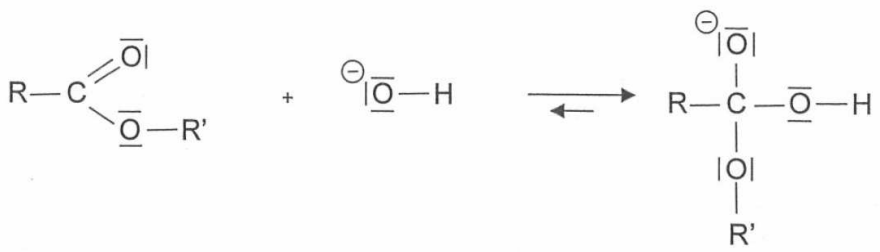
2.2.3. En admettant que l'ordre de grandeur de la masse m_a soit égale à 0,3 g, déterminer à quelle catégorie d'huile d'olive cette huile appartient.
Présente-elle des atouts nutritionnels et diététiques ?

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

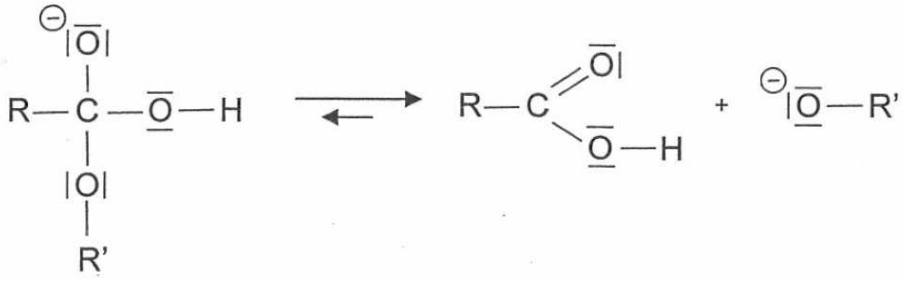
EXERCICE II : L'HUILE D'OLIVE, MATIÈRE PREMIÈRE ET ALIMENT

Question 1.4.

Étape a)



Étape b)



Étape c)

