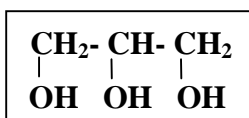


THEME 1 - LES MOLECULES DE LA SANTE

CHAP 5 D'AUTRES ESTERS

I. Le glycérol (ou glycérine).

1. Sa formule.



soit CH₂OH-CHOH-CH₂OH

Entourez et nommez les groupes fonctionnels.

Le glycérol est un **alcool** ; son nom officiel est le **propan 1, 2, 3 triol**

Dans le domaine de la santé, le glycérol est un laxatif, employé fréquemment sous forme de suppositoires.

II. Les acides gras.

Un acide gras est un acide carboxylique à chaîne linéaire comportant au moins 4 atomes de carbone. Les plus répandus dans la nature contiennent 16 ou 18 carbones.

Sa formule générale est **R - COOH**

On distingue deux catégories d'acides gras selon la nature de la chaîne carbonée R- :

- si R ne comporte aucune double liaison entre deux atomes de carbone l'acide gras est saturé.

Sa formule générale est **C_nH_{2n+1} - COOH**

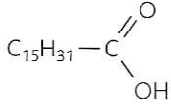
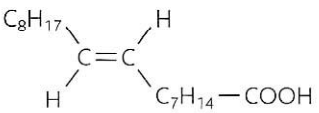
- si R comporte une (ou plusieurs) double liaison C = C, l'acide est mono (ou poly) insaturé.

Sa formule générale est **C_nH_{2n-1} - COOH**

Exercice 1: Complétez le tableau suivant en précisant le type de chaque acide gras.

acide palmitique	CH ₃ -(CH ₂) ₁₄ -COOH	C ₁₅ H ₃₁ - COOH acide gras saturé
acide stéarique	C ₁₇ H ₃₅ COOH	acide gras saturé
acide oléique	C ₁₇ H ₃₃ COOH	acide gras insaturé
acide linoléique	C ₁₇ H ₃₁ COOH	acide gras insaturé

Exercice 2: Indiquer si les acides gras suivants sont saturés ou non

Nom	Formule	Saturé ou non ?
Acide palmitique		C ₁₅ H ₃₁ - COOH acide gras saturé
Acide élaïdique		une liaison double donc acide gras insaturé

Certains acides gras sont dits essentiels car l'organisme ne peut les synthétiser au niveau des cellules. Ils doivent être extraits des corps gras végétaux ou animaux.

Les acides possédant plusieurs doubles liaisons semblent exercer une influence favorable en s'opposant à l'hypercholestérolémie. Pour limiter les maladies cardiovasculaires, il faut éviter les excès d'acide gras saturés et de certains acides gras insaturés résultant de l'hydrogénation partielle industrielle de graisses insaturées, nocifs pour l'organisme.

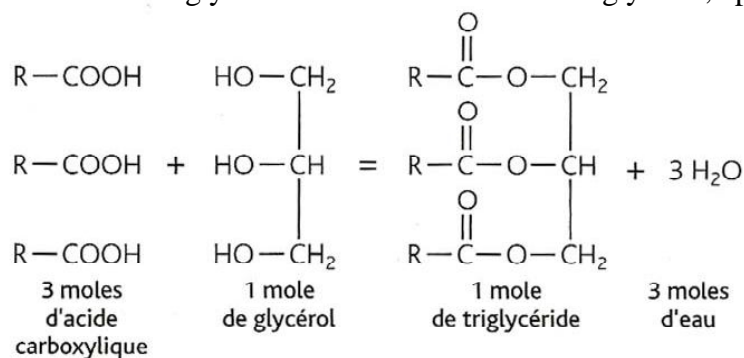
Ces acides sont présents dans les graisses et viandes animales, dans les huiles de palme, de coco et surtout dans de nombreux produits alimentaires raffinés.

Une margarine molle à teneur garantie en acides gras essentiels doit être préférée à une margarine dure ordinaire et hydrogénée.

III. Les triglycérides.

1. Estérification du glycérol par les acides gras.

L'estérification des trois fonctions alcool du glycérol conduit à un triester du glycérol, appelé triglycéride.

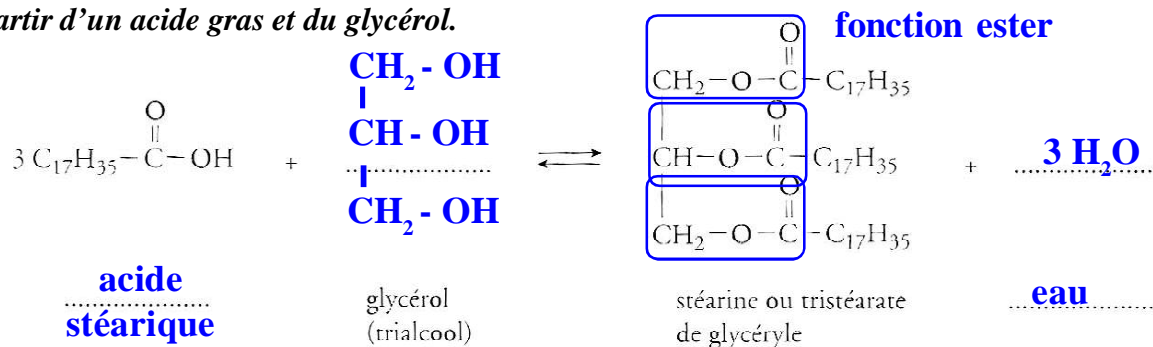


Les triglycérides constituent 90 % des corps gras ou *lipides* (huile, graisse, beurre, ...); ils sont indispensables pour l'organisme car ils constituent des réserves énergétiques.

Chauffés fortement les triglycérides se décomposent en formant des vapeurs inflammables (risque d'incendie) et de l'acroléine, liquide d'odeur âcre et de lacrymogène.

Au delà d'une température critique, les triglycérides insaturés produisent des vapeurs toxiques et irritantes. Les huiles et les graisses surchauffées deviennent impropres à la consommation.

Exercice 3: Le beurre, le suif et le saindoux sont riches en stéarine ou tristéarate de glycéryle. La stéarine est obtenue à partir d'un acide gras et du glycérol.



1. Compléter l'équation de la réaction.
2. Entourer et nommer les groupes caractéristiques de la stéarine. A quelle famille appartient-elle ?
3. L'acide gras est-il insaturé ou saturé ?

La formule brute de l'acide stéarique correspond à celle d'un acide gras saturé

4. On fait réagir une masse $m_{\text{Gly}} = 27,6 \text{ kg}$ de glycérol. Calculer la quantité de matière correspondante. Données: $M_{\text{Gly}} = 92,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

$$n = \frac{m}{M} = \frac{27,6 \text{ kg}}{92,0 \text{ g/mol}} = \frac{27,6 \times 10^3 \text{ g}}{92,0 \text{ g/mol}} = 0,3 \times 10^3 \text{ mol}$$

5. Quelle quantité théorique de stéarine peut-on espérer obtenir ?

A la vue de l'équation, en théorie il se forme autant de stéarine que de glycérol consommé

6. Montrer que la masse molaire de la stéarine est $M_{\text{Stéa}} = 890 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
Données: $M_{\text{C}} = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ - $M_{\text{H}} = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ - $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

La stéarine a pour formule brute $\text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6$ d'où une masse molaire:

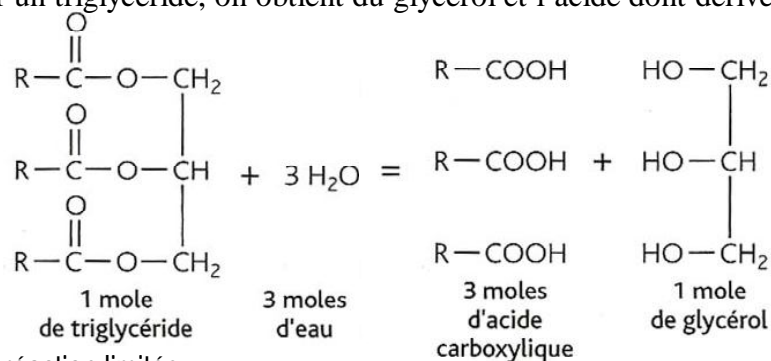
$$M = 57 \times M(\text{C}) + 110 \times M(\text{H}) + 6 \times M(\text{O}) = 57 \times 12 + 110 \times 1 + 6 \times 16 = 890 \text{ g/mol}$$

7. En déduire la masse théorique de stéarine formée.

$$\text{On en déduit } m = n \times M = 0,3 \times 10^3 \times 890 = 267 \times 10^3 \text{ g}$$

2. Hydrolyse d'un triglycéride.

Par action de l'eau sur un triglycéride, on obtient du glycérol et l'acide dont dérive le triglycéride.



Cette hydrolyse est une réaction limitée.

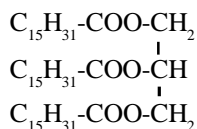
Les molécules de triglycérides insaturés comportent des doubles liaisons C=C sur lesquelles des atomes d'oxygène peuvent se fixer. Cette réaction d'oxydation lente est due à l'action du dioxygène de l'air qui provoque le rancissement.

Ce processus est en général suivi d'une hydrolyse des triglycérides qui libère les acides gras, entraînant l'apparition d'odeurs et de saveurs désagréables. Les huiles et les graisses rancent deviennent inconsommables.

Le phénomène d'oxydation est d'autant plus important que le nombre de doubles liaisons est élevé, il est accéléré par l'action des UV.

Certaines huiles végétales sont naturellement protégées du rancissement par la présence de la vitamine E. Dans l'industrie, pour retarder la dégradation des graisses, on emploie des antioxydants comme l'acide ascorbique.

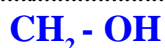
Exercice 4: La palmitine a pour formule semi-développée:



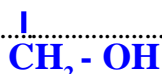
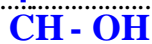
Quels produits obtient-on au cours de son hydrolyse ? Donner leurs noms et leurs formules.



Les produits de la réaction sont:

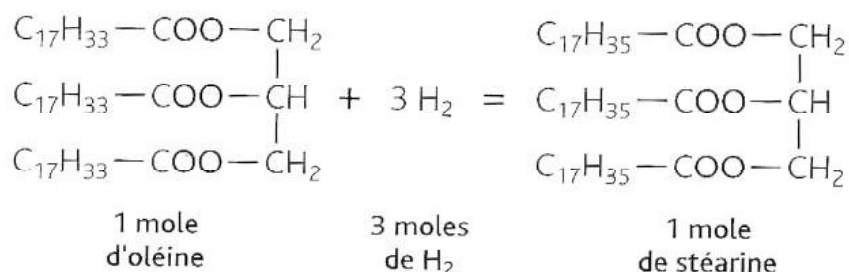


Glycérol



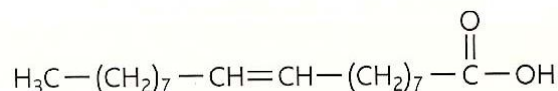
IV. Hydrogénation des corps gras insaturés.

L'addition d'hydrogène sur des chaînes comportant une ou plusieurs doubles liaisons permet de transformer un corps gras insaturé en corps gras saturé.



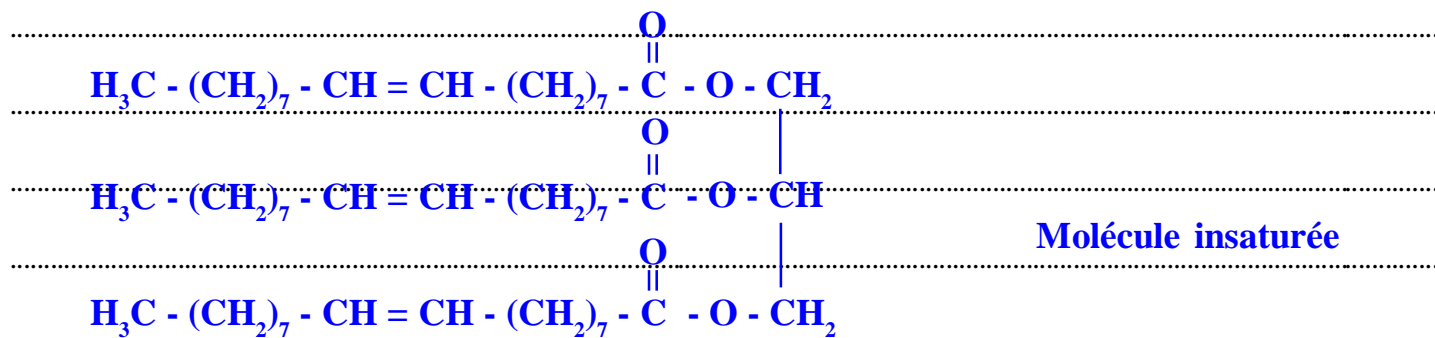
Pour retarder l'oxydation, l'industrie alimentaire transforme les huiles fortement insaturées en graisses saturées par hydrogénation catalytique. Ces graisses entrent dans la composition de la végétaline et des margarines. Les qualités nutritives des huiles sont en partie perdues par ce procédé.

Exercice 5: L'acide oléique a pour formule semi-développée

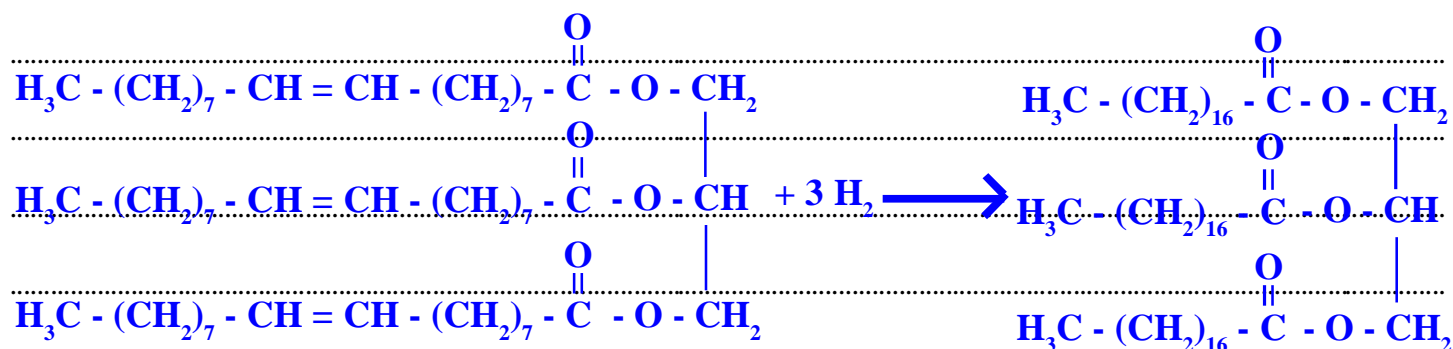


Par estérification avec le glycérol, on obtient l'oléine.

1. Ecrire la formule semi-développée de l'oléine. La molécule obtenue est-elle saturée ?



2. L'hydrogénation complète de l'oléine donne de la stéarine; donner l'équation de la réaction.



3. On dispose de 4 420 kg d'oléine (masse molaire $M = 884 \text{ g/mol}$). Quelle masse maximale de stéarine (masse molaire $M = 890 \text{ g/mol}$) peut-on espérer obtenir ?

$$n_{\text{Oléine}} = \frac{m}{M} = \frac{4\,420 \text{ kg}}{884 \text{ g/mol}} = \frac{4\,420 \times 10^3 \text{ g}}{884 \text{ g/mol}} = 5\,000 \text{ mol}$$

Il se forme autant de stéarine que d'oléine consommé donc $n_{\text{Stéarine}} = n_{\text{Oléine}} = 5\,000 \text{ mol}$

On en déduit $m = n \times M = 5\,000 \times 890 = 4\,450 \times 10^3 \text{ g} = 4\,450 \text{ kg}$

V. Le bilan lipidique

Les triglycérides représentent la plus grande partie des lipides de réserve par les aliments et stockés dans les tissus adipeux de l'organisme.

Les triglycéries et des composés lipides comme le cholestérol sont aussi présents dans le plasma sanguin, on les trouve au coeur de lipoprotéines qui assurent leur transport dans le sang.

Les phospholipides sont des lipides constituants essentiels des membranes cellulaires. Ce sont des dérivés des acides gras, du glycérol, de l'acide phosphorique et des composés azotés. Certains sont bénéfiques en prévention des maladies cardio-vasculaires comme les acides gras «oméga trois» à longues chaînes saturées.

1. Le LDL-cholesterol.

Il est connu sous le nom de «mauvais» cholestérol car il transporte le cholestérol des aliments vers les tissus, tandis que le «bon» le transporte vers le foie pour élimination. La probabilité d'athérosclérose (obstruction totale ou partielle des artères suite à la formation de plaques de cholestérol) est d'autant plus forte que la valeur du LDL-cholestérol est élevée. Le taux de cholestérol doit être inférieur à $1,3 \text{ g.L}^{-1}$ dans tous les cas et inférieur à 1 g.L^{-1} pour rester en bonne santé.

2. Les triglycérides.

Ils constituent aussi une catégorie de lipides associés au risque d'athérosclérose, mais de façon moindre que le cholestérol. Le taux de triglycérides doit être inférieur à 2 g.L⁻¹. Les triglycérides, sources d'acides gras mono-insaturés et de certains poly-insaturés (acides gras essentiels des séries oméga 3, oméga-6, oméga-9) d'origine végétale, semblent avoir un effet bénéfique sur les artères et l'appareil cardiovasculaire et doivent être apportés de façon équilibrée. Ils sont présents majoritairement dans des huiles de première pression à froid.

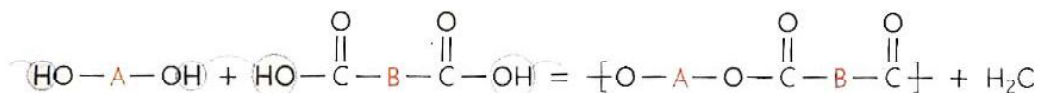
Il est donc nécessaire de vérifier à la fois le taux de cholestérol et de triglycérides, en particulier lors des problèmes de surpoids, afin d'éviter les maladies cardio-vasculaires.

VI. Exemples de polyesters.

Les polyesters sont des composés comprenant dans leur molécule plusieurs groupements fonctionnels ester.

Par exemple les triglycérides sont des polyesters biologiques.

Les polyesters de synthèse sont obtenus par polycondensation entre molécules de dialcools ou diols HO-A-OH et molécules de diacides HOOC-B-COOH



Entre crochets, est représenté le motif du polyester. La réaction peut se poursuivre de proche en proche. En fonction des corps A et B présents, on obtient différents polyesters.

Les polyesters les plus utilisés le sont dans l'industrie textile (Tergal, Dacron) ou dans les matières plastiques (PET).

Les biomatériaux polymères sont les matériaux utilisés pour fabriquer les prothèses, les implants et le matériel utilisé en chirurgie. L'intérêt thérapeutique de ces matériaux, ont rendu nécessaire la connaissance précise de leurs mécanismes de dégradation.

On peut distinguer deux groupes de biomatériaux:

- Les composés biostables pour aides permanentes (prothèses, organes artificiels);
- Les composés biorésorbables après dégradation pour aides temporaires, le temps de la guérison.: fils de sutures, implants pour l'ostéosynthèse, support de médicaments «in situ» qui libèrent les principes actifs de façon progressive.

Exercice 6: On fait réagir le diol $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ sur le diacide $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

Déterminer le produit de la première estérification.



La réaction peut-elle se poursuivre ? Indiquer le motif.

