

Les lipides

Structures et propriétés physicochimiques des lipides

Dr. SAMARI H

1. Définition

- Les lipides constituent la matière grasse des êtres vivants. Ils ne correspondent pas à une catégorie de molécules parfaitement définie chimiquement et forment donc un groupe très hétérogène de composés. Ces molécules sont caractérisées par leur hydrophobicité, elles ne sont pas solubles dans les solvants polaires comme l'eau, mais le sont dans les solvants organiques apolaires tels que l'éther ou le chloroforme. Les lipides peuvent se présenter à l'état solide, comme dans les cires et les graisses, ou liquide, comme dans les huiles. Les lipides sont formés par l'union d'une molécule d'alcool avec une ou plusieurs molécules d'acides gras.

2. Rôle biologique

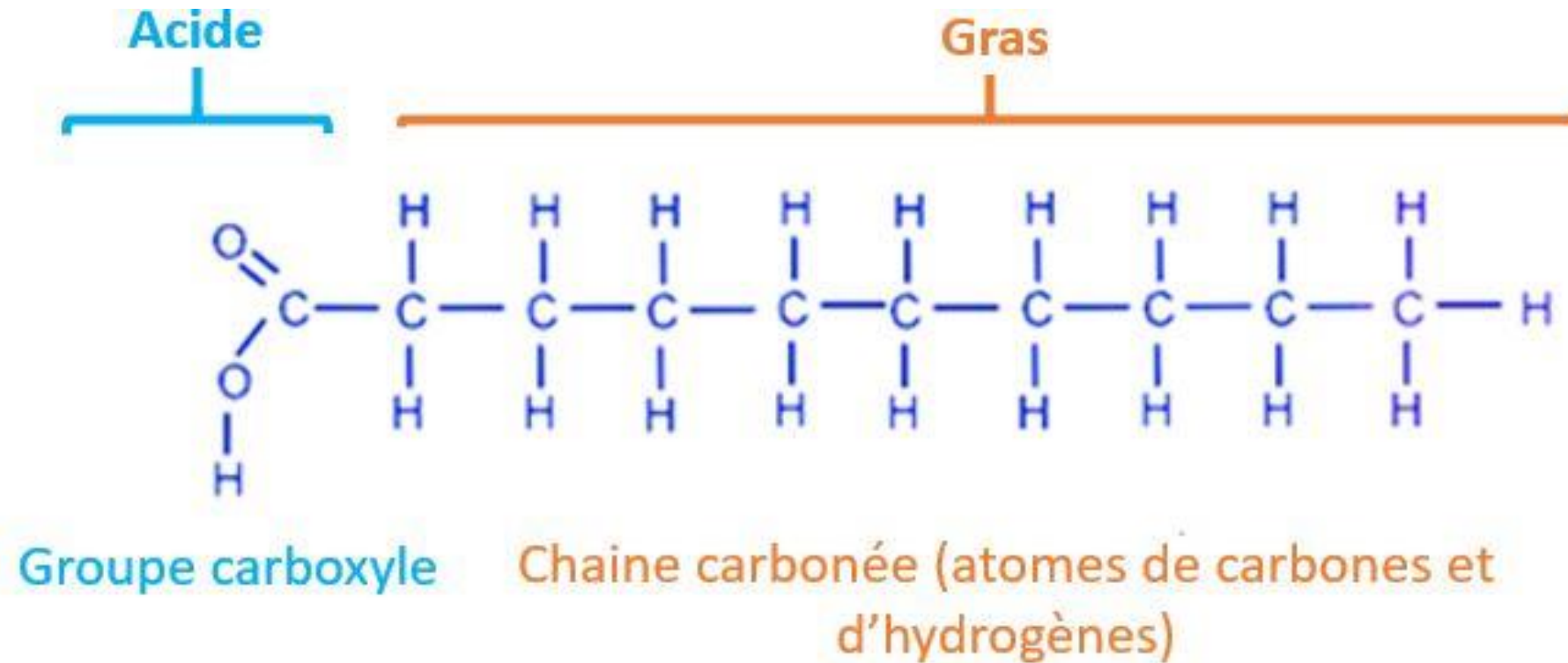
- Les lipides naturels jouent de nombreux rôles dans le monde vivant :
 - Les lipides représentent environ 20 % du poids du corps.
 - Ils constituent une réserve énergétique mobilisable (les TG) : 1 g de lipides donne 9 Kcal.
 - Ils ont un rôle de précurseurs : stéroïdes, vitamines, prostaglandines.
 - Deux acides gras polyinsaturés sont des facteurs nutritionnels essentiels car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent lui être apportés par l'alimentation. Ce sont des acides gras indispensables : **l'acide linoléique** et **l'acide linoléique**.
 - Les membranes ont une structure lipidique.

3. Éléments constitutifs des lipides

- Les lipides sont des esters d'alcool et d'acides gras

3.1. Acides gras (AG)

- Les acides gras sont des acides carboxyliques **R-COOH** (groupe carbonyle - **CO-** et d'un groupe hydroxyle **-OH**) dont le radical R est une chaîne aliphatique (la structure est en **chaînes** linéaires: acycliques) de type hydrocarbure (**C, H**) contenant un nombre pair de carbone de longueur variable (4-30) qui donne à la molécule son caractère hydrophobe (gras).



Structure d'un acide gras (saturé)

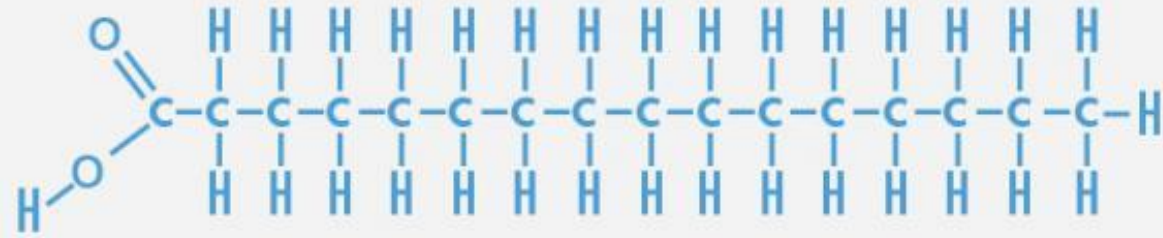
Le premier carbone est le carbone du carboxyle **COOH**

La grande majorité des acides gras naturels présentent les caractères communs suivants :

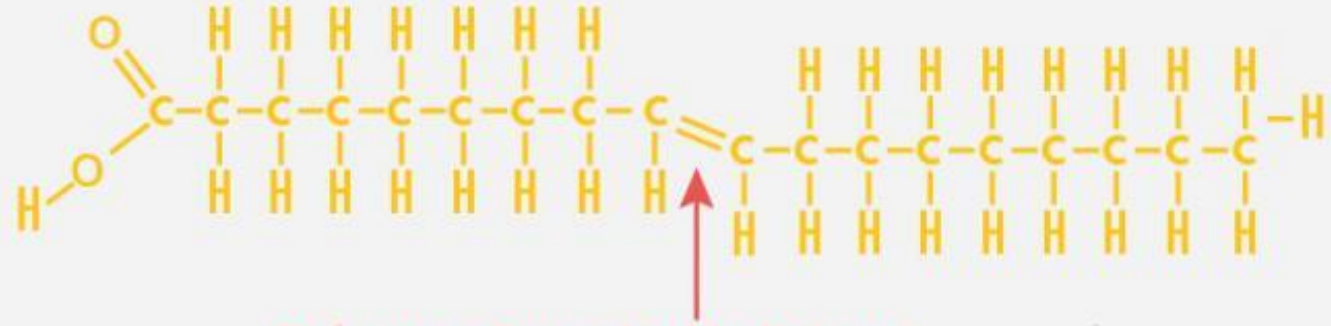
- monocarboxylique (un seul COOH)
- chaîne linéaire avec un nombre pair de carbones variant entre 4 et 30
- **saturés** ou en partie **insaturés** avec un nombre de double liaisons maximal de 6.

Types d'acides gras reconnaissables à leur structure

Acide gras saturé

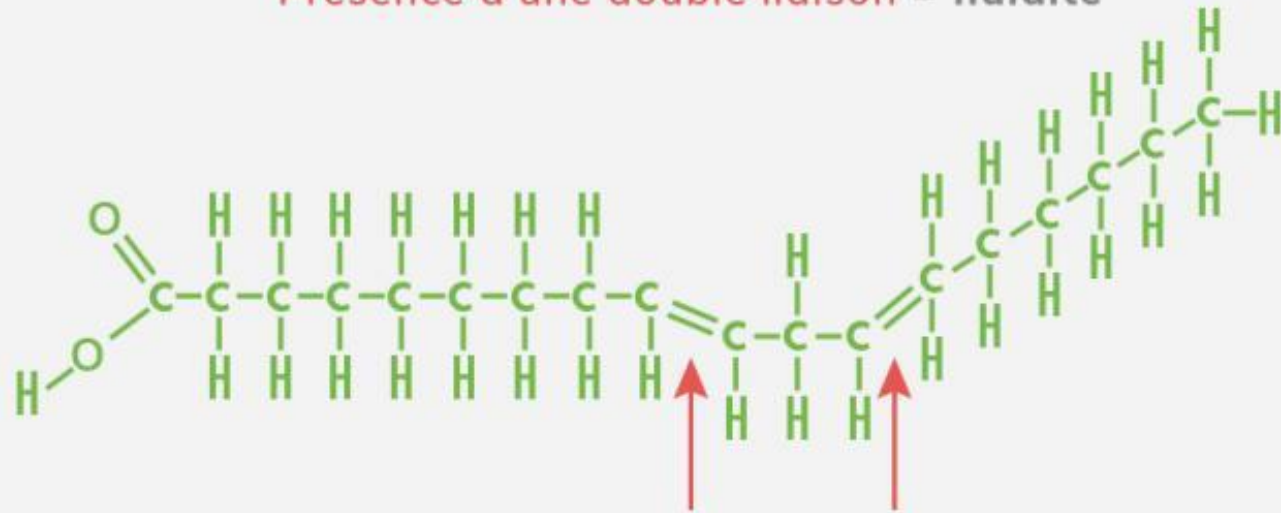


Acide gras insaturé



Présence d'une double liaison = fluidité

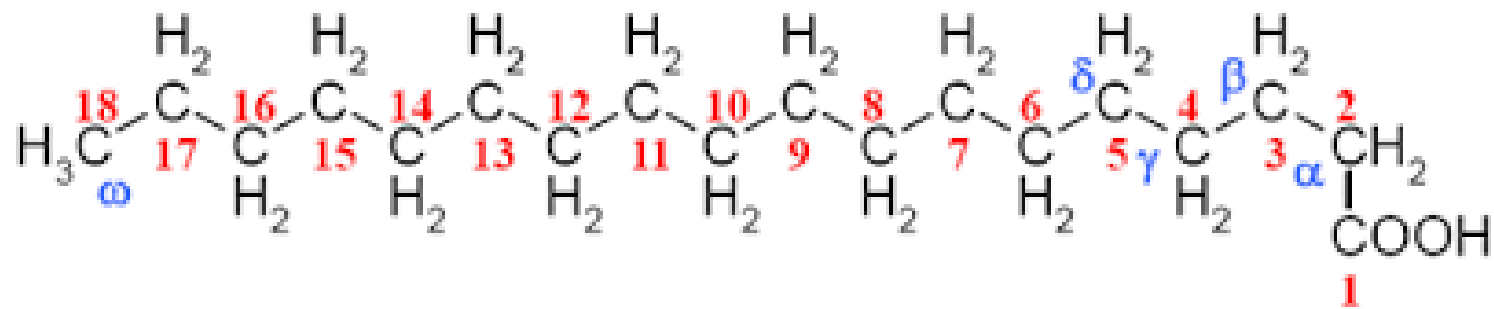
Acide gras polyinsaturé



Présence de plusieurs doubles-liaisons = fluidité

Numérotation des carbones des acides gras

- Le premier carbone est le carbone du carboxyle COOH

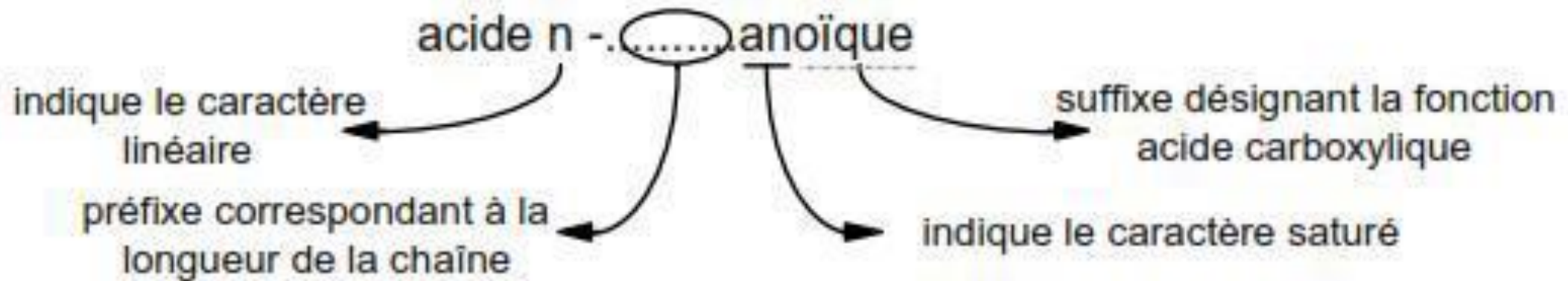


a. Les acides gras saturés

- Une série continue d'acides gras de nombre de carbones pair (4 à plus de 30) a été isolée des lipides de source animale, végétale et microbienne.

a.1. Nomenclature

- Pour les acides gras saturés, le symbole est **C_n:0** (0 indique que la chaîne est saturée) et le nom courant rappelle son origine. Le nom de l'acide gras saturé est déterminé de la manière suivante :



Exemple : Acide palmitique (n-hexadéc**anoïque**) **C₁₆H₃₂O₂ : C₁₆: 0**

- Les acides gras les plus abondants sont :

l'acide palmitique en C₁₆

l'acide stéarique en C₁₈

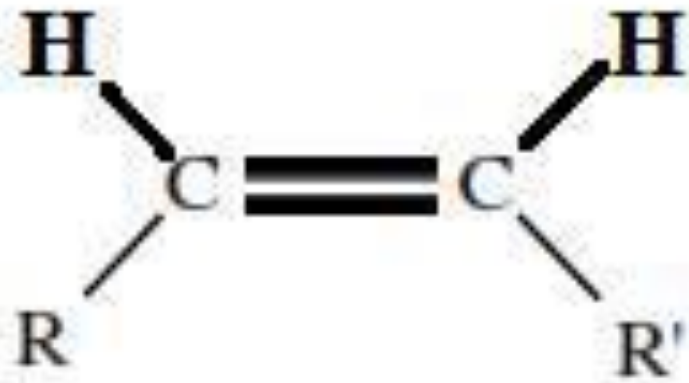
Nom courant acide	Nom systématique Acide	Symbole	Formule	Répartition Dans la nature
butyrique	Butanoïque	$C_4 : 0$	$CH_3-(CH_2)_2-COOH$	Beurre de vache ou de chèvre
caproïque	hexanoïque	$C_6 : 0$	$CH_3-(CH_2)_4-COOH$	
caprylique	octanoïque	$C_8 : 0$	$CH_3-(CH_2)_6-COOH$	
caprique	décanoïque	$C_{10} : 0$	$CH_3-(CH_2)_8-COOH$	
laurique	dodécanoïque	$C_{12} : 0$	$CH_3-(CH_2)_{10}-COOH$	Huiles ou graisses animales ou végétales
myristique	tétradécanoïque	$C_{14} : 0$	$CH_3-(CH_2)_{12}-COOH$	
palmitique	hexadécanoïque	$C_{16} : 0$	$CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$	
stéarique	octadécanoïque	$C_{18} : 0$	$CH_3-(CH_2)_{16}-COOH$	
arachidique	eicosanoïque	$C_{20} : 0$	$CH_3-(CH_2)_{18}-COOH$	
béhénique	docosanoïque	$C_{22} : 0$	$CH_3-(CH_2)_{20}-COOH$	
lignocérique	tétracosanoïque	$C_{24} : 0$	$CH_3-(CH_2)_{22}-COOH$	

b. Les acides gras insaturés

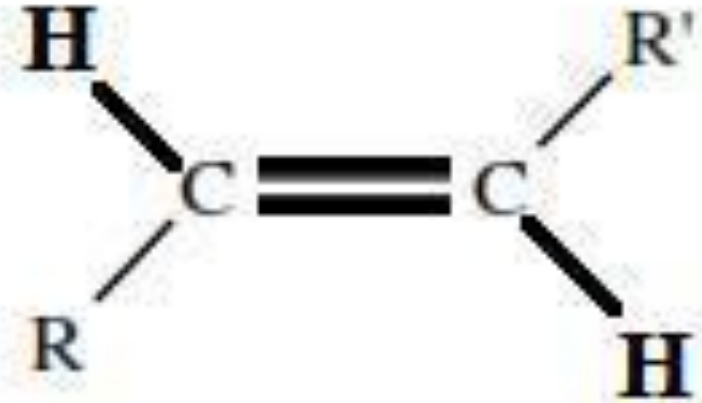
- Ils représentent plus de la moitié des acides gras des plantes et des animaux, ils possèdent :
 - une double liaison : acides **monoéniques** ou **monoinsaturés**
 - ou plusieurs doubles liaisons : ils sont **polyéniques** ou **polyinsaturés**
- La plupart des acides gras insaturés ont des longueurs de chaînes de 16 à 20 carbones.

b.1. Nomenclature

- Des dénominations parallèles coexistent : la nomenclature systématique s'efface souvent devant les noms d'usage. Deux numérotations coexistent, l'une **systématique** et l'autre utilisée en **diététique** qui permet de regrouper les acides gras insaturés en série.
- Il faut tout d'abord indiquer le nombre de carbone de l'acide gras, ensuite indiquer le nombre de double liaisons (Δ), leurs positions et leurs configurations (*cis* ou *trans*).



Configuration *cis*



Configuration *trans*

La forme *cis* étant la plus fréquente

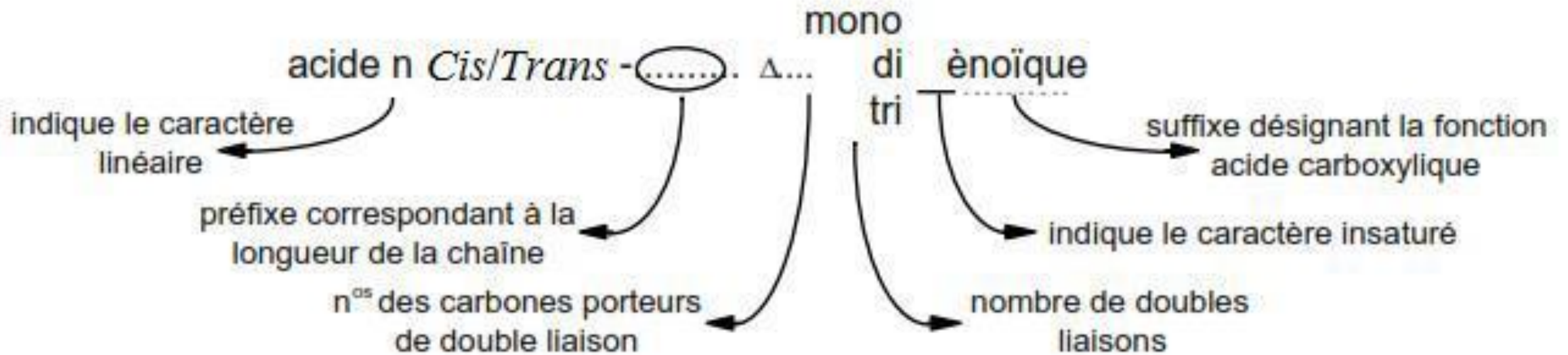
- **Numérotation systématique** : la position de la première double liaison s'exprime en partant du carboxyle (**1er carbone**) et le symbole est delta : Δ . La nomenclature est **C_n : m Δ (p, p',...) (cis/trans)**

C_n : nombre de carbones

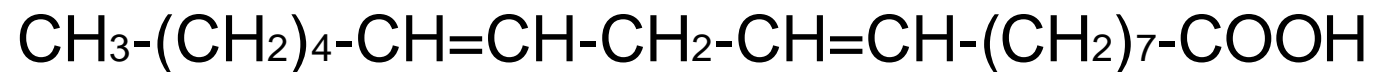
- **m Δ** : nombre de doubles liaisons

- **(p, p',...)** : positions des doubles liaisons en numérotation normale

- **(cis ou trans)** : configurations des double liaisons



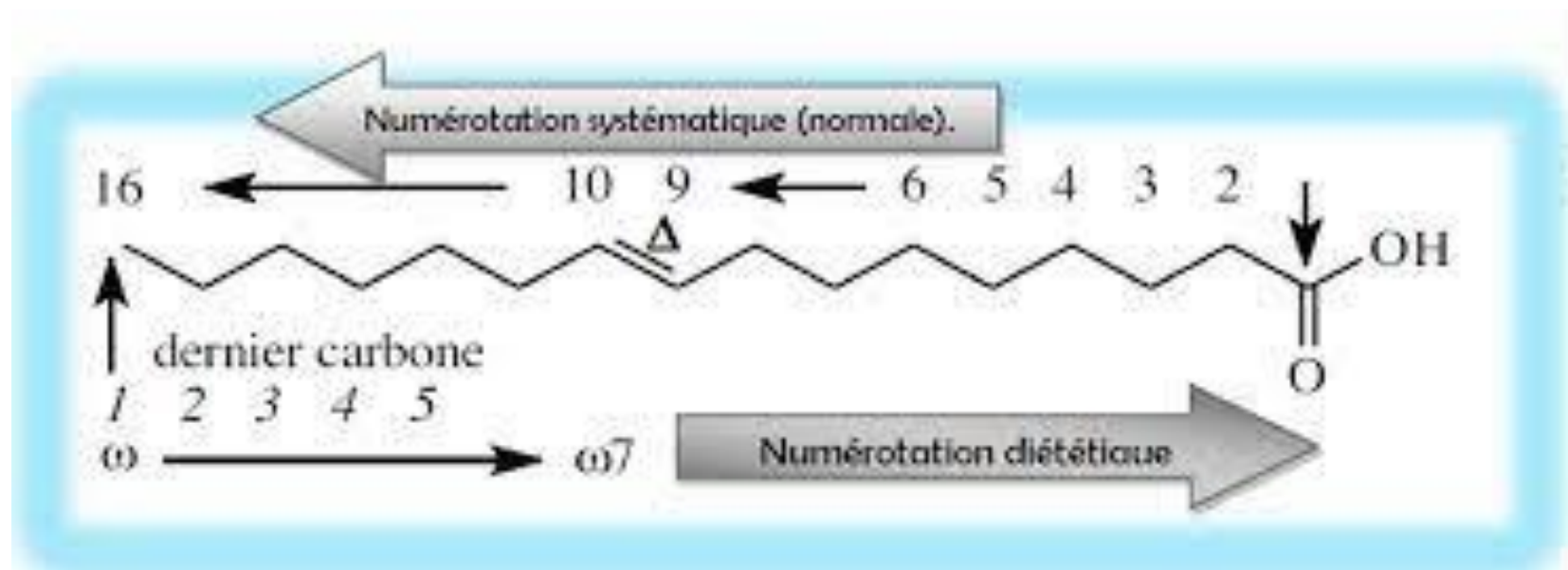
Exemple : Acide linoléique C₁₈ : 2 Δ_{9,12} : acide n-octadéca Δ_{9,12}-diénoïque



Nom courant acide	Symbole	Formule
palmitoléique	$C_{16} :1\Delta^9$	$CH_3-(CH_2)_5-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
oléique	$C_{18} :1\Delta^9$	$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
linoléique	$C_{18} :2\Delta^{9,12}$	$CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
linoléinique	$C_{18} :3\Delta^{9,12,15}$	$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$
arachidonique	$C_{20} :4\Delta^{5,8,11,14}$	$CH_3-(CH_2)_4-(CH=CH-CH_2)_3-CH=CH-(CH_2)_3-COOH$

- **Numérotation utilisée en diététique** : la position de la double liaison s'exprime en partant du **méthyl (dernier carbone: -CH₃)**. Le symbole est de la forme oméga ω **n** où **n** est la position de la première double liaison notée par rapport à la position du dernier carbone de la chaîne aliphatique. Il existe 4 séries principales : ω 3, ω 6, ω 7 et ω 9 (d'autres secondaires comme par exemple ω 4 et ω 5).

Dans la série ω 3, la première classe aura une double liaison en ω 3, la deuxième classe aura 2 doubles liaisons, l'une en ω 3 et l'autre en ω 6, etc.

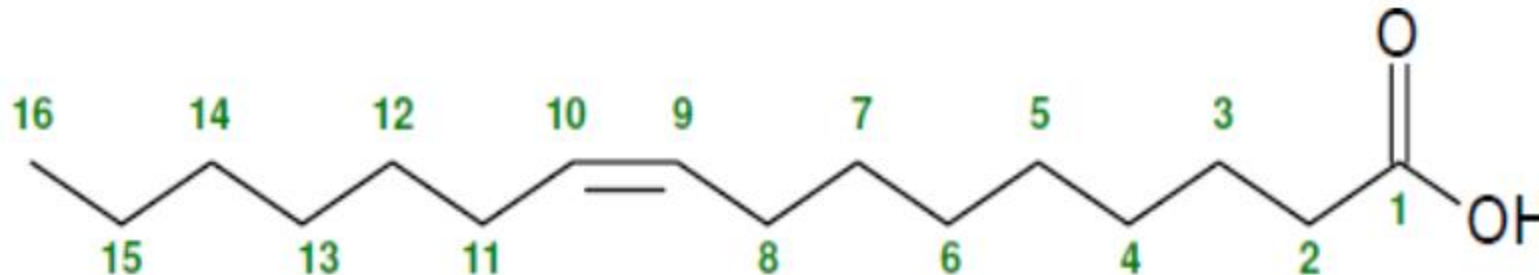


b.2. Principaux acides gras mono-insaturés

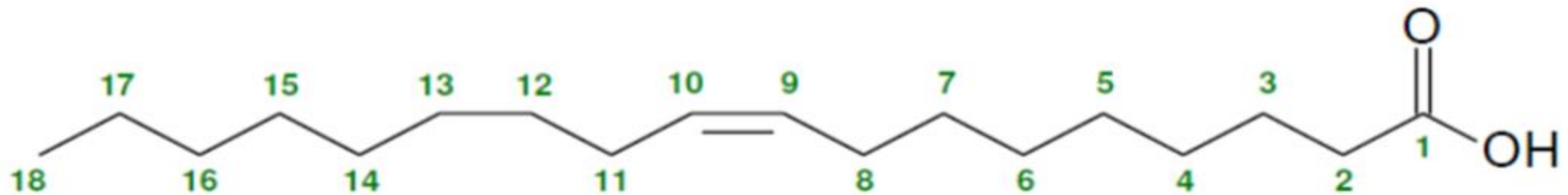
- **Acide palmitoléique :**

- Nom systématique : acide cis-9-hexadécénoïque ;

- Notation : $C_{16} : 1\Delta_9$ ou $C_{16} : 1 \omega_7$



- **Acide oléique:** Le nom l'acide oléique vient de l'huile d'olive dont il constitue 55 à 80%.
 - Nom systématique : acide cis-9-octadécénoïque ;
 - Notation : $C_{18}:1 \Delta_9$ ou $C_{18}:1 \omega_9$



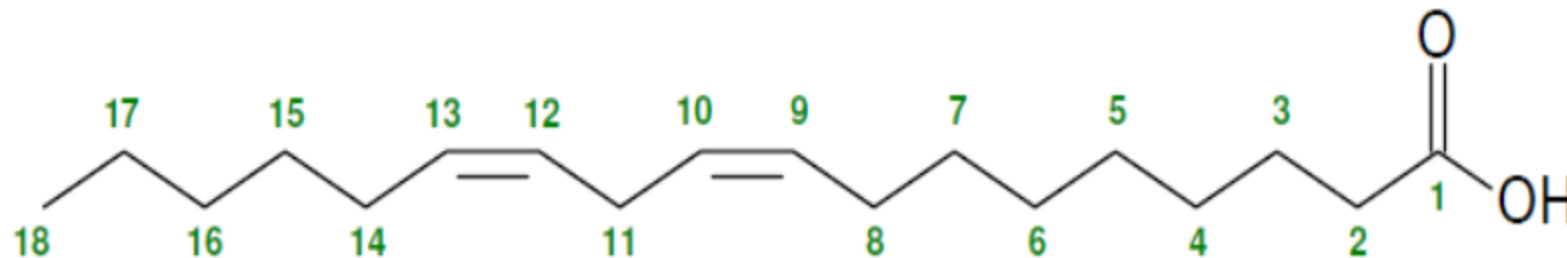
b.3. Principaux acides gras poly-insaturés

- **Acide linoléique** : L'acide linoléique est un acide gras essentiel ou indispensable (besoins quotidiens : 3-4 g) , c'est également le précurseur de la famille des oméga-6.

Le terme « précurseur » signifie que les autres acides gras de la famille peuvent être synthétisés à partir de l'acide linoléique.

- Nom systématique : acide cis-cis-9,12-octadécadiénoïque ;

- Notation : $C_{18}:2 \Delta_{9,12}$ ou $C_{18}:2 \omega_6$

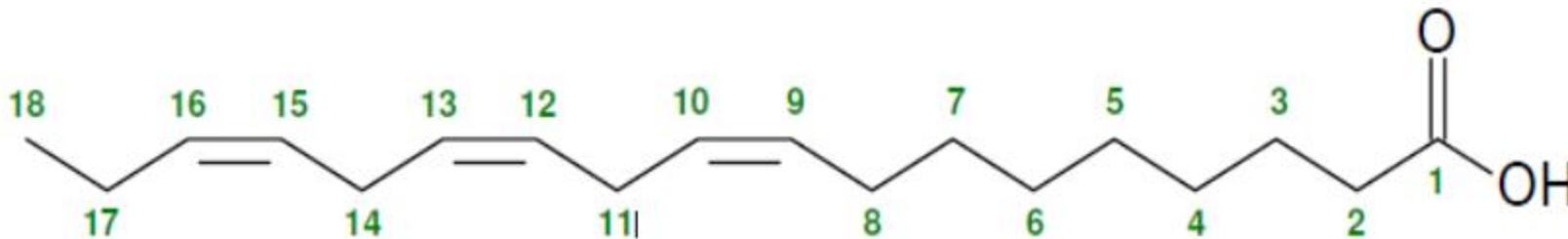


- **Acide alpha-linolénique**

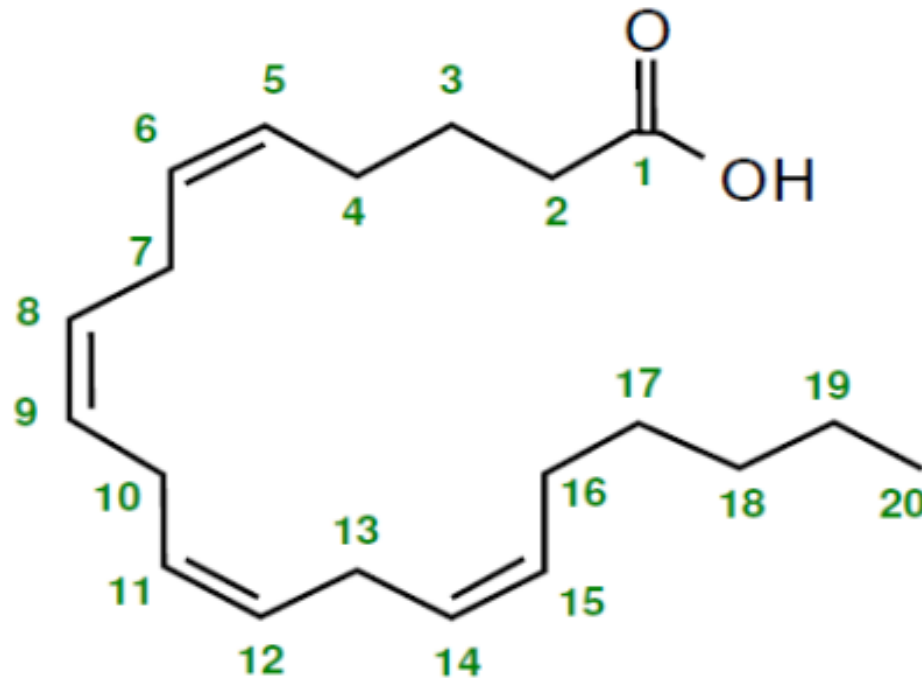
L'acide α -linoléique est un acide gras essentiel, c'est le principal acide gras du groupe des oméga-3.

- Nom systématique : acide cis-cis-9,12, 15-octadécadiénoïque ;

- Notation : $C_{18}:3 \Delta_{9,12,15}$ ou $C_{18}:3 \omega_3$



- **Acide arachidonique:** Il possède 4 doubles liaisons en $\omega_{6,9,12,15}$
- L'acide linoléique donne naissance dans l'organisme à l'acide arachidonique
 - Nom systématique : tout cis-5,8,11,14-éicosatétraénoïque ;
 - Notation : $C_{20}:4 \Delta_{5,8,11,14}$ ou $C_{20}:4 \omega_6$



3.2. Propriétés physico-chimiques des acides gras

- **Propriétés physiques:**

- **a. Solubilité:**

Les acides gras à courte chaîne sont solubles dans l'eau, mais dès que le nombre d'atomes de carbone de la chaîne augmente, ils deviennent insolubles. Ils sont solubles dans les solvants organiques comme le benzène, l'éther ou le chloroforme.

b. Point de fusion :

Le point de fusion est la température à laquelle une molécule passe de l'état solide à l'état liquide. A la température ordinaire, les acides gras sont à l'état liquide si le nombre de leurs atomes de carbone est inférieur à 10; ils sont à l'état solide s'ils ont plus de 10 atomes de carbone. Quand le nombre de carbone dans un acide gras augmente, cela augmente la valeur du point de fusion. La présence de doubles liaisons dans un acide gras abaisse son point de fusion par rapport à celui de l'acide gras saturé correspondant.

- Le beurre d'origine animale riche en acides gras saturés (ac. palmitique) est **solide**;
- Les huiles végétales riches en acides gras insaturés (ac. oléique et linoléique) sont **liquides**

c. Point d'ébullition :

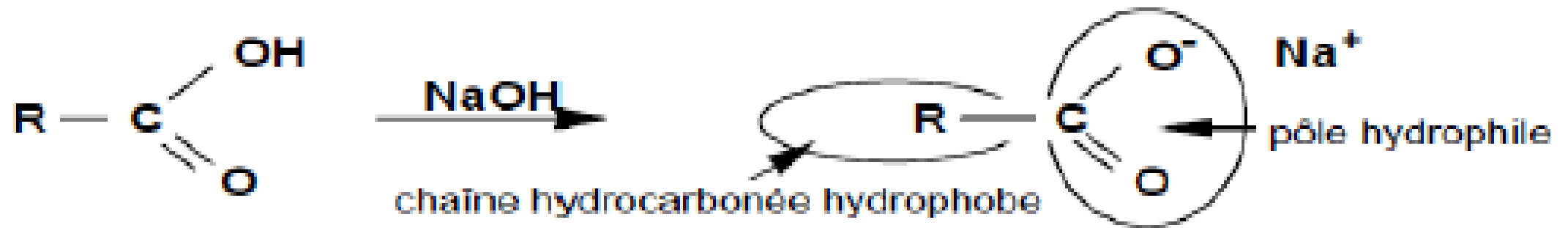
Le point d'ébullition des acides gras est d'autant plus élevé que la chaîne est plus longue; la présence de doubles liaisons est pratiquement sans influence.

- **Propriétés chimiques :**

- a. **Formation de sels :** Le traitement d'un acide gras par un **hydroxide métallique** (**NaOH** ou **KOH**) donne naissance à un **sel alcalin** d'acide gras: ce sont les savons. Ils sont solubles dans l'eau, et possèdent alors des propriétés moussantes. Il est possible d'utiliser cette propriété pour calculer l'indice de saponification, **Is**.

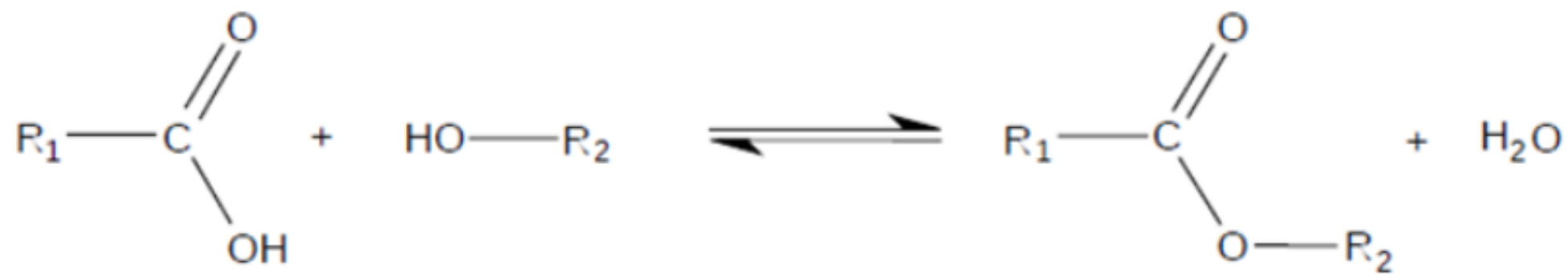
- **Is** correspond à la masse (en mg) d'hydroxyde de potassium nécessaire pour saponifier (neutralizer) les acides gras contenus dans 1 g de lipide.

Réaction de saponification



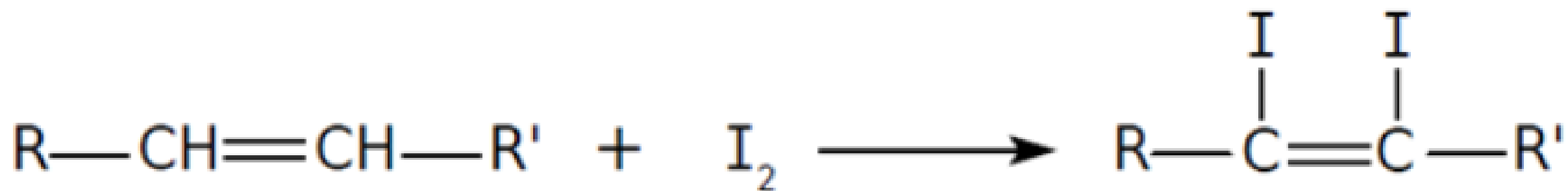
- **b. Formation d'esters :** On fabrique surtout des esters méthyliques (par action du methanol CH_3OH , en présence d'un catalyseur) qui permettent le fractionnement des acides gras par distillation ou par chromatographie.

Réaction d'estérification



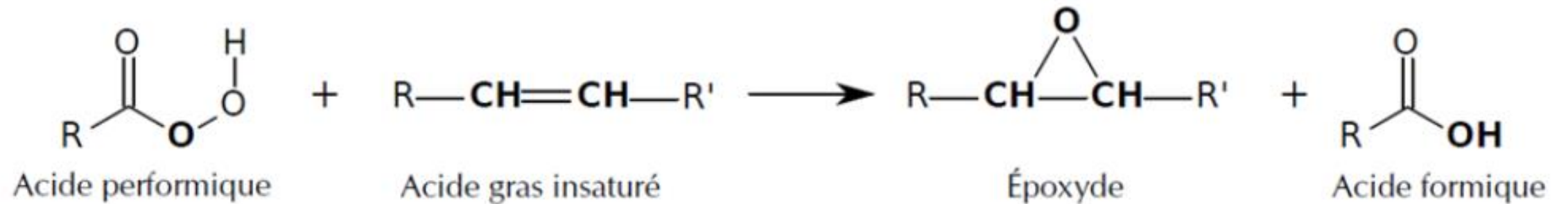
- **c. Réaction d'addition (Fixation d'halogènes)** : Lorsqu'un acide gras mono-insaturé est traité par un halogène (**brome** ou **iode**) on obtient par addition un dérivé dihalogéné. Une des applications de cette propriétés est la détermination de l'indice d'iode 'Ii' (Ii : c'est la quantité d'iode fixée par 100 g de lipides): la valeur de l'indice d'iode est d'autant plus élevée que le nombre des doubles liaisons est plus grand.

Réaction d'addition d'iode

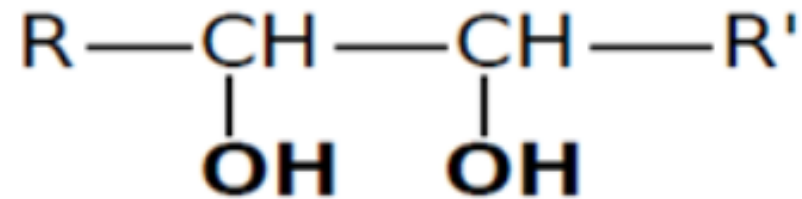


- **d. Oxydation:** Les produits formés par oxydation sont différents selon le nombre d'insaturations de l'acide gras et selon la nature de l'oxydant :
 - Un peracide comme l'acide performique oxyde l'acide gras insaturé en époxyde.

Oxydation des acides gras insaturés par l'acide performique.

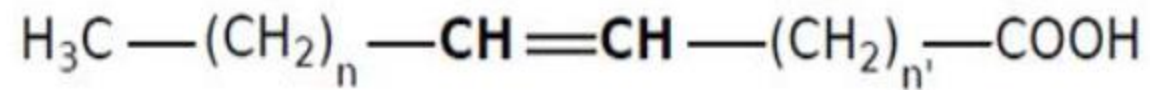


- Un acide gras insaturé traité par un acide minéral à 50° donne un **diol** (deux fonctions OH adjacentes au carbone de la double liaison).



Structure d'un diol

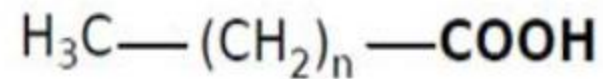
- Un acide gras insaturé traité par un oxydant puissant tel qu'une solution concentrée de **KMnO4** conduit à la formation de deux acides par coupure de la double liaison.



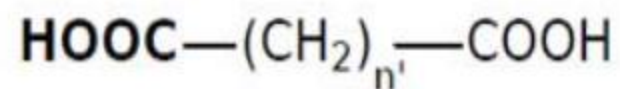
Acide gras mono-insaturé



Oxydant puissant



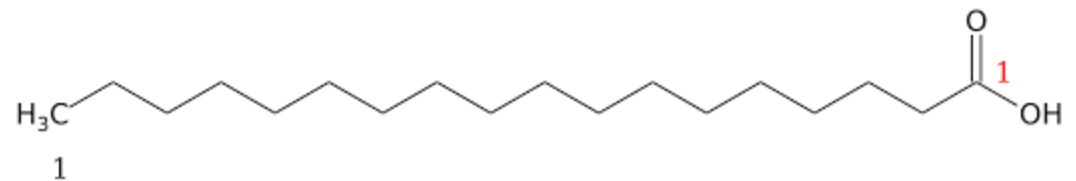
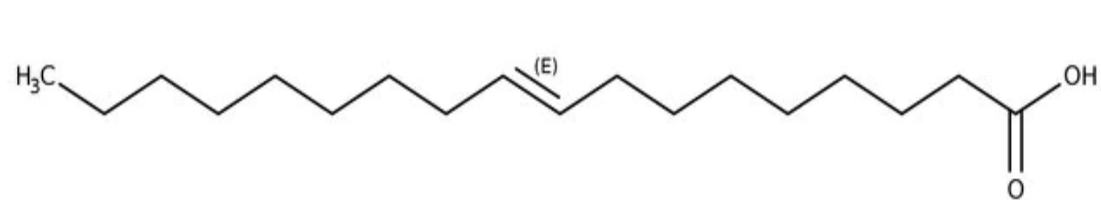
Monoacide



Diacide

Oxydation puissante

- **e. Réduction (hydrogénation):** La fixation d'hydrogène sur la double liaison transforme l'acide gras insaturé en acide gras saturé. Cette réaction se fait en présence d'un catalyseur métallique (platine, nickel de Raney, palladium...). L'hydrogénation des huiles est importante dans l'industrie agro-alimentaire car elle permet la transformation des huiles végétales ou animales en graisses solides (margarine ou substitut de lard...) et évite l'oxydation pendant leur utilisation (odeurs, produits toxiques...).



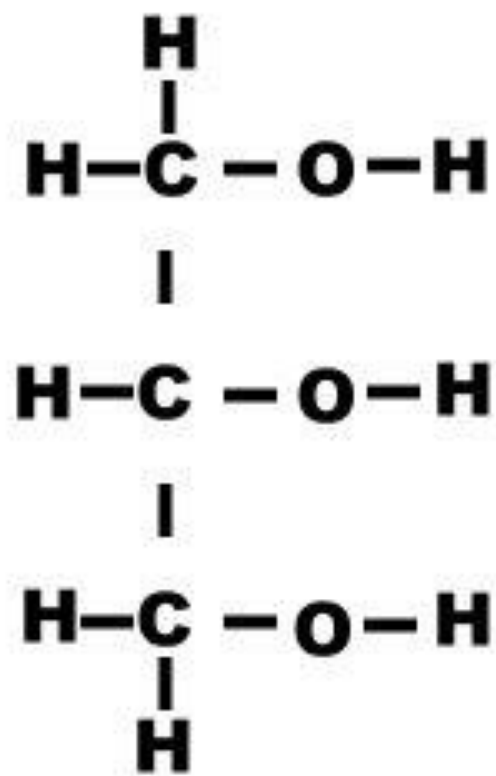
4. Classification des lipides

- Il existe plusieurs classifications des lipides mais la plus usitée est celle basée sur la structure :
 - **Les lipides simples ou les homolipides** : Ce sont de structure ternaire (C,H,O). Ils sont neutres et classés selon l'alcool qui estérifie l'acide gras.
 - **Les lipides complexes ou hétérolipides** : Ils sont polaire et contiennent des groupe phosphate, sulfate, azote ou glucidique. Ils sont classés en fonction de la molécule qui fixe les acides gras.

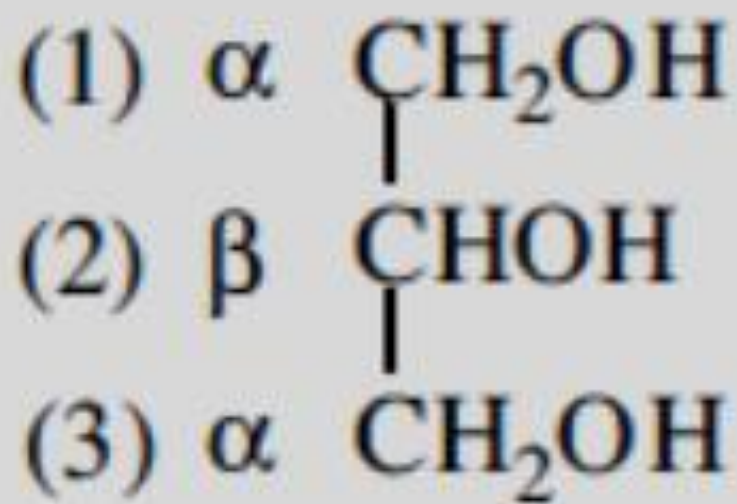
4.1. *Les lipides simples*

a. **Les glycérides :**

- Les glycérides, ou acylglycérols dans la nomenclature internationale, sont des esters d'acide gras et de glycérol.
- Selon le nombre d'acides gras combinés au glycérol, on distingue les monoglycérides, les diglycérides et les triglycérides.
- Le glycérol possède 3 positions d'estérifications : deux positions α (α et $\acute{\alpha}$) et une position β

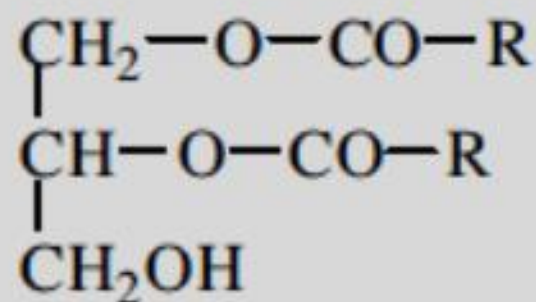
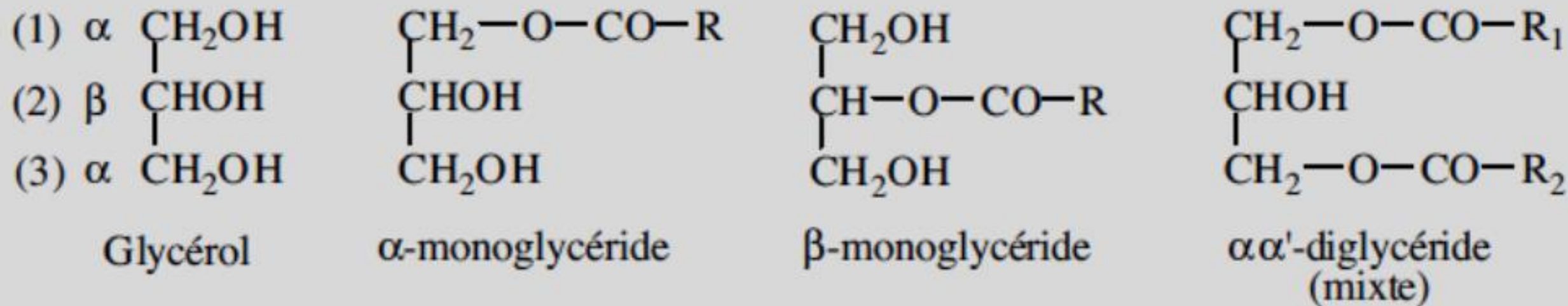


Glycérol

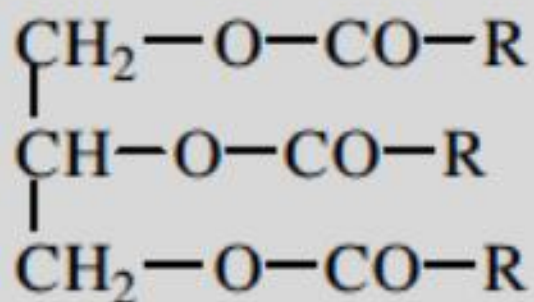


Glycérol

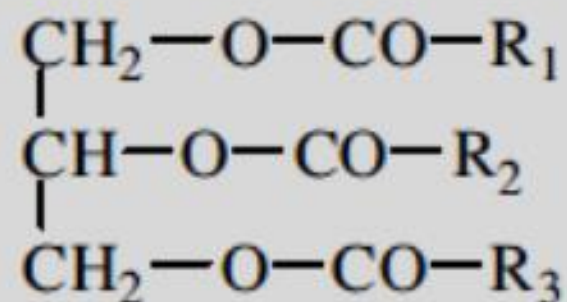
- **Monoglycérides** : pour les monoglycérides, la liaison ester est établie soit sur l'une des fonctions alcool primaire (monoacylglycérol α) soit sur l'alcool secondaire (monoacylglycérol β).
- **Diglycérides** : pour les diglycérides, on parlera d'(α ; α') diacylglycérol ou de (α ; β) diacylglycérol.
- **Triglycérides** : pour les triglycérides, quand les trois radicaux acyl sont identiques, on dit que le triglycéride est homogène. Dans le cas contraire il est dit mixte.



$\alpha\beta$ -diglycérade
(homogène)



triglycérade
(homogène)



triglycérade
(mixte)

a.1. Rôles biologiques:

- Les acylglycérols servent principalement de réserve chez les animaux et les végétaux.
- Leur catabolisme par oxydation libère une énergie deux fois plus forte que celle du glycogène.
- Les acylglycérols servent aussi d'isolants thermiques dans les tissus adipeux sous-cutanés.

a.2. Nomenclature :

On donne aux glycérides des noms officiels basés sur le principe que les radicaux acyl sont les substituants du glycérol. On indique sur quelle fonction alcool du glycérol a lieu l'estérification par chaque type d'acide gras en précisant à l'aide des numéros des atomes de carbone (dans la nomenclature internationale on n'utilise pas les lettres grecques α et β).

Exemple : 1,3-distréaryl-2-palmitylglycérol ou 1,3-dioctadécanoyl-2-hexadécanoylglycérol

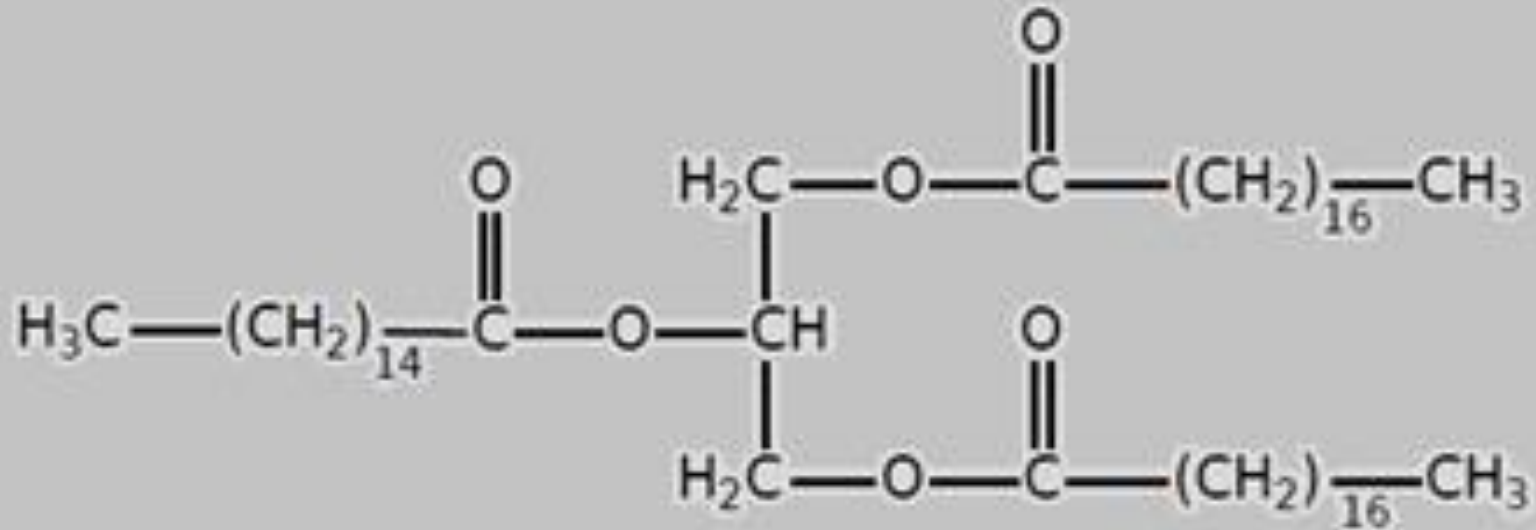


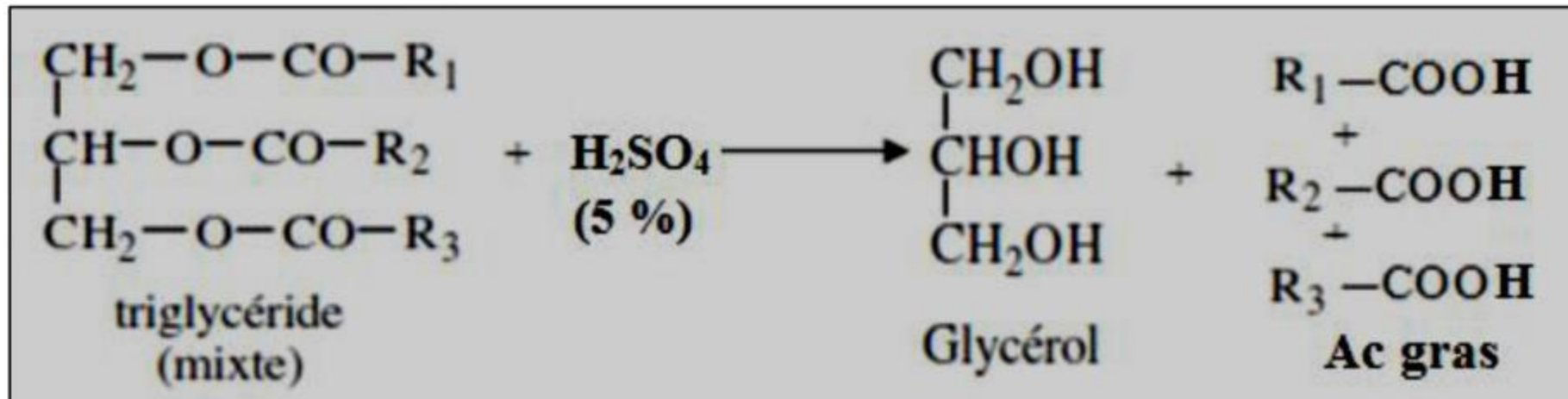
Figure 46 – Structure du 1,3-distréaryl-2-palmitylglycérol.

a.3. Propriétés physiques :

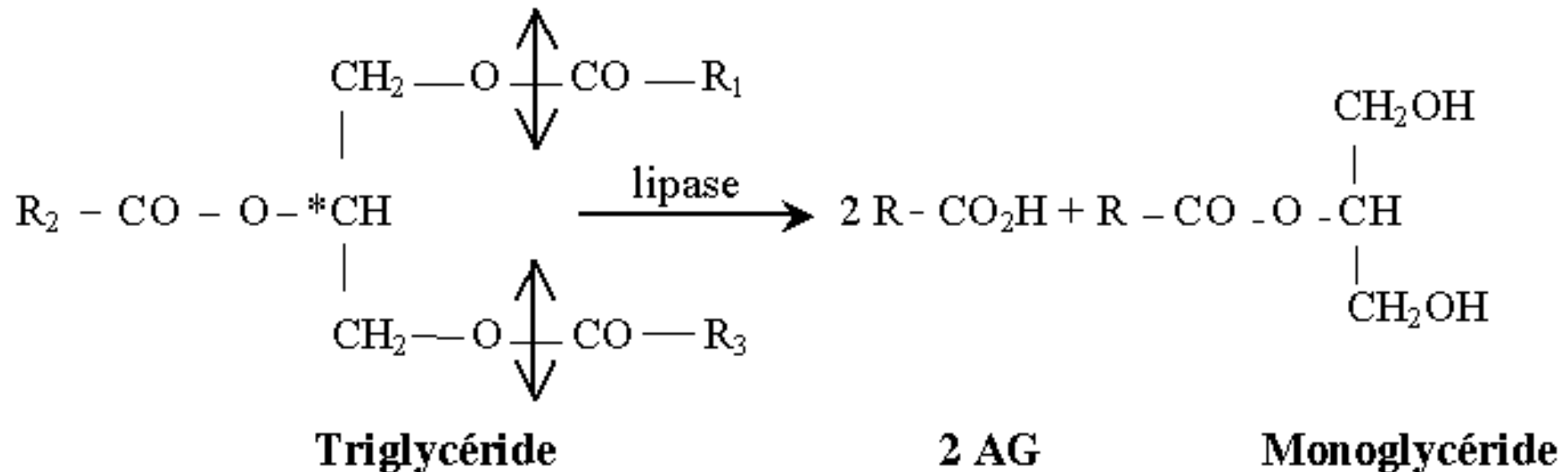
La propriété physique dominante est le caractère complètement apolaire des acylglycérols naturels, essentiellement des triacylglycérols. Les groupes polaires (hydroxyle ou carboxyle) disparaissent dans les liaisons esters. Ils sont insolubles dans l'eau et très solubles dans les solvants les plus apolaires comme l'acétone.

a.4. Propriétés chimiques:

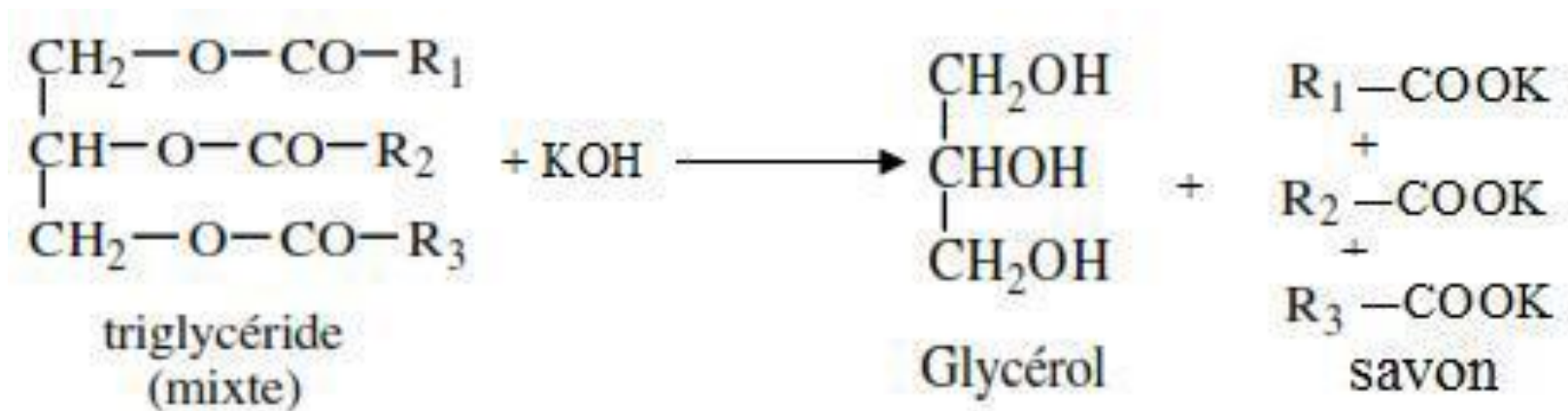
Hydrolyse chimique : le traitement acide (H_2SO_4 à 5%) provoque la rupture des liaisons ester et libère les constituants: les acides gras et le glycérol, mais en général de façon incomplète.



- **L'hydrolyse enzymatique** : la lipase pancréatique coupent les liaisons esters. Cette hydrolyse se fait en 3 étapes : les 2 premières sont rapides avec libération des acides gras en α et α' , alors la 3eme, le β -monoglycéride est transformé en mono glycérol et acide gras qui sont absorbés par l'intestin.



- **Saponification** : les bases (hydroxyde de sodium ou de potassium) en solution alcoolique, à chaud, coupent les liaisons esters des glycérides en libérant les acides gras sous forme de sels de sodium (savons durs) ou de potassium (savons mous).



b. Les cérides :

Les cérides sont des esters d'acides gras et d'alcools à longue chaîne non ramifiée et à nombre pair d'atomes de carbone: **les alcools gras**

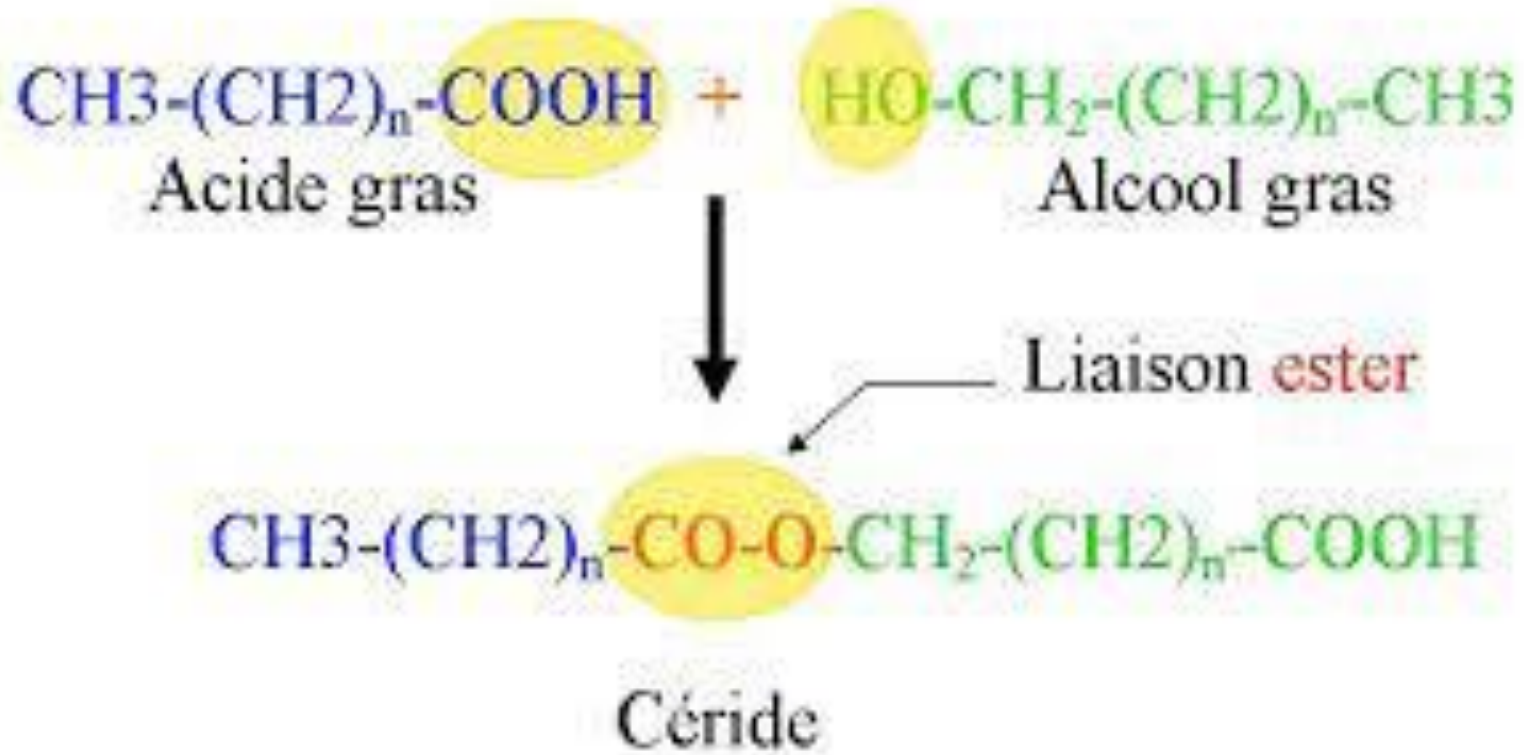
Ces substances solides, incolores, très forte insolubles dans l'eau (très apolaires), elles sont seulement solubles à chaud dans les solvants organiques, sont chimiquement inertes.

Elles sont saponifiées lentement et résistent à la plupart des réactifs chimiques, d'où leur rôle protecteur.

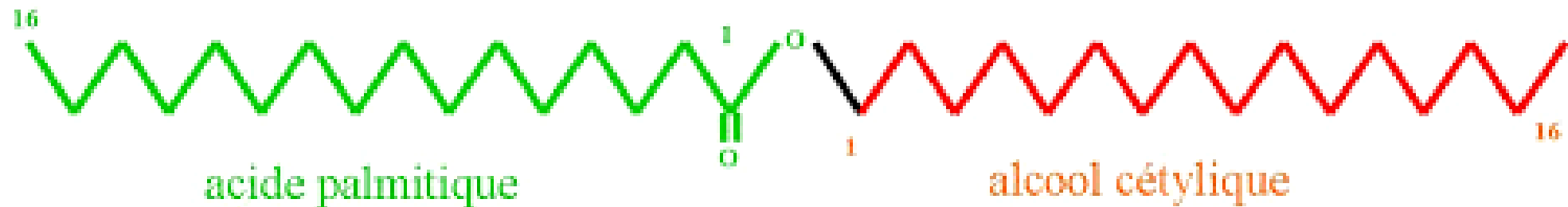
Elles sont solides à température ordinaire et leur point de fusion élevée (60 à 100°C).

Les cérides sont des molécules essentielles des « revêtements » de protection des organismes vivants.

Les cérides constituent la majeure partie des cires.



- **Exemple:** L'ester palmitique de l'alcool cétylique en C_{16} est le constituant principal du blanc de baleine: $C_{15}H_{31}-CH_2-O-CO-C_{15}H_{31}$
(Palmitate de cétyle)



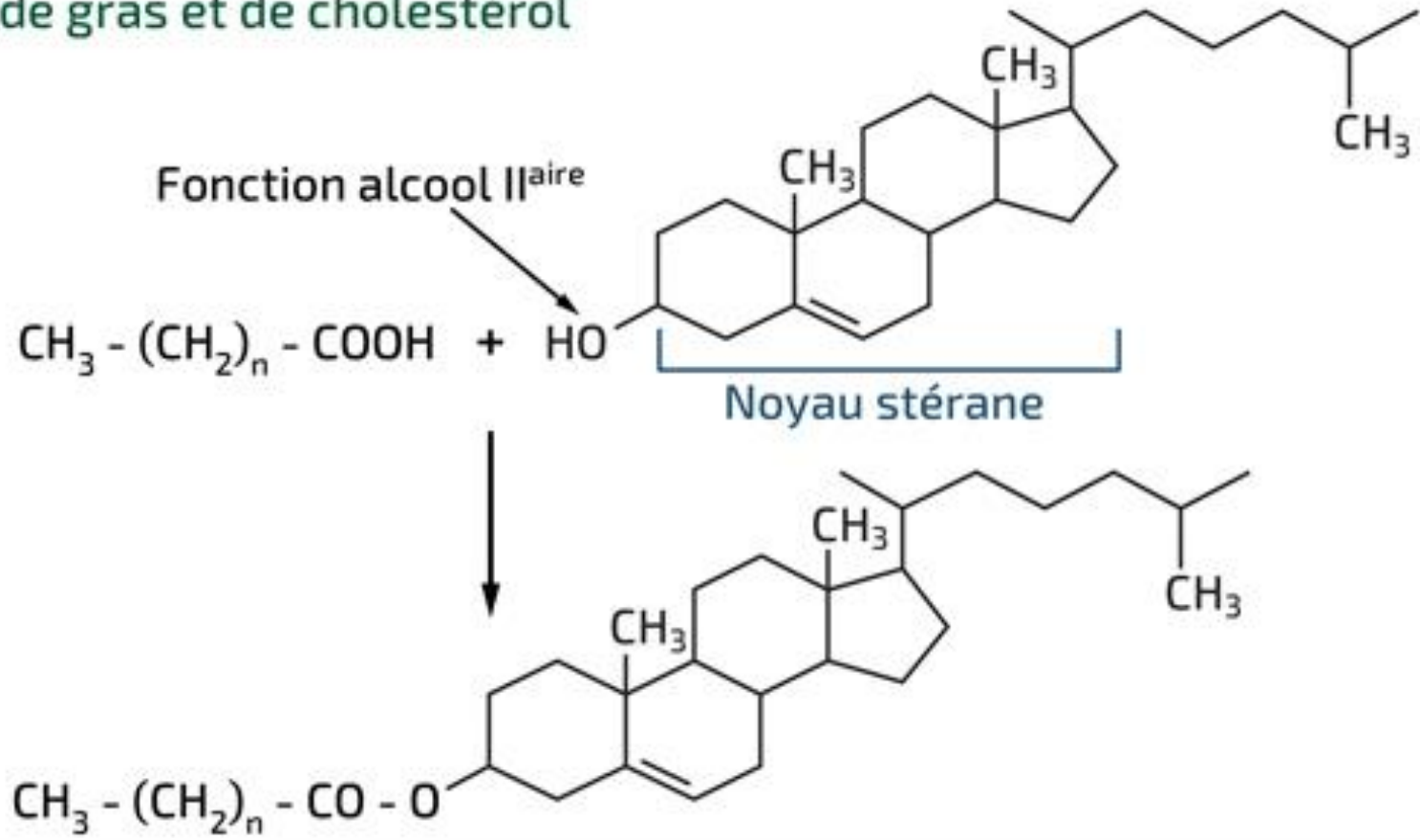
Palmitate de cétyle

c. Les stérides : ce sont des esters d'AG et d'alcool (stérois). Les stérois possèdent un noyau fondamental de structure polyclique (stérane ou gonane) et le stérol animal majeur : c'est le cholestérol.

- In vivo, les stérides sont présents dans les membranes cellulaires, toutefois ils y sont relativement peu abondants par comparaison avec les phospholipides.
- Les tissus d'animaux contiennent peu de stérides au contraire du plasma sanguin.

Stérides

Esters d'acide gras et de cholestérol



- **Cholestérol et dérivés** : Il est insoluble dans l'eau, classé parmi les lipides insaponifiables. C'est le stéroïde le plus important, il contient 8C asymétriques.
 - Le cholestérol est présent dans tous les tissus, soit à l'état libre (calculs biliaires, tissu cérébral et tissu nerveux) soit sous forme d'esters (palmitate, stéarate, oléate).
 - Les dérivés du cholestérol sont : Les vitamines D, les hormones stéroïdiennes (hormones sexuelles et les corticostéroïdes) et l'acide cholique.

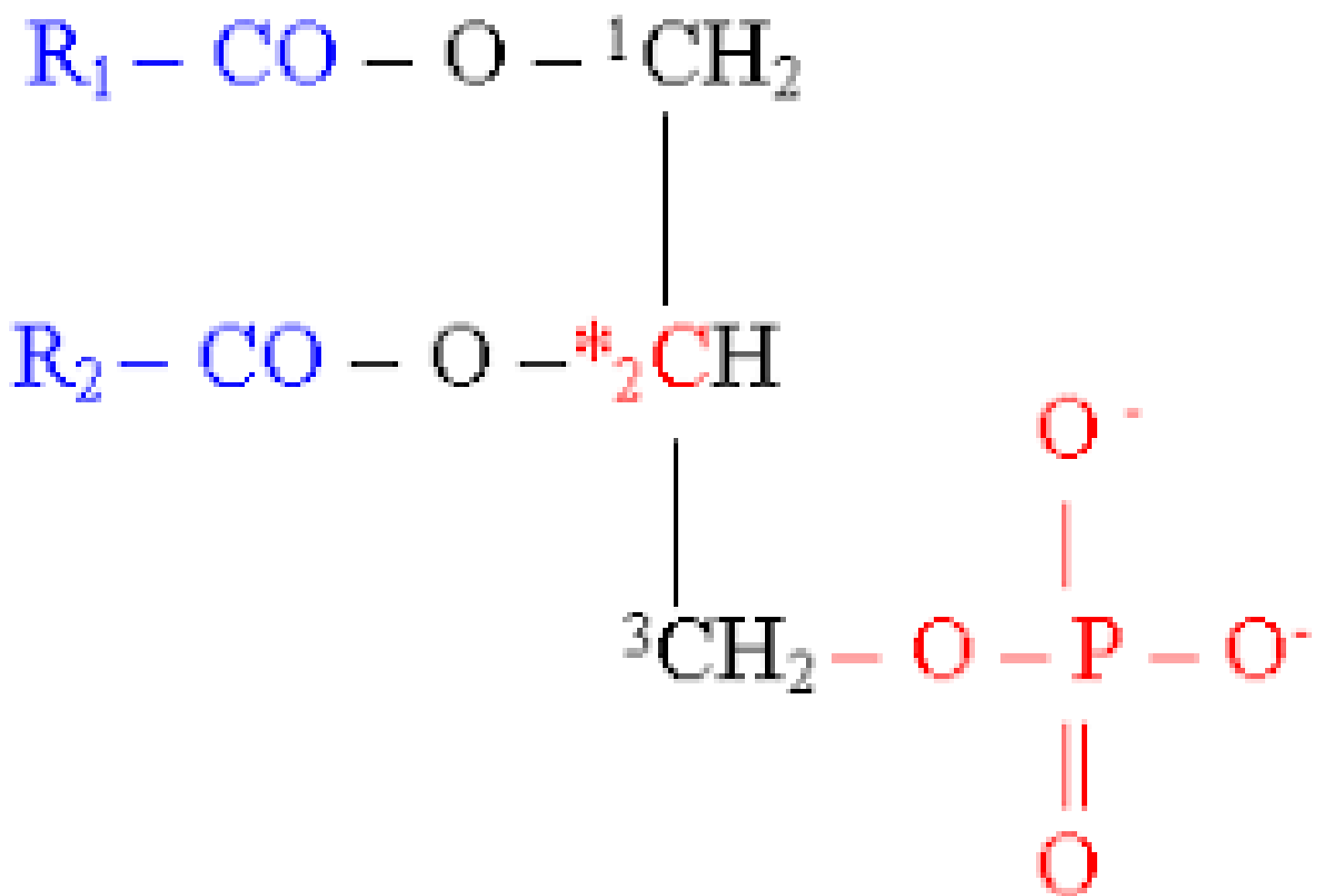
4.2. Lipides complexes

- Ils sont constitués des même éléments que les lipides simples, mais ils contiennent en plus dans leur molécule de l'azote, ou du phosphore, ou du soufre, ou des oses (un seul ou plusieurs de ces éléments à la fois).
- Les lipides complexes sont les constituants essentiels des membranes biologiques. Par leur imperméabilité ils permettent de délimiter les différents compartiments des cellules.

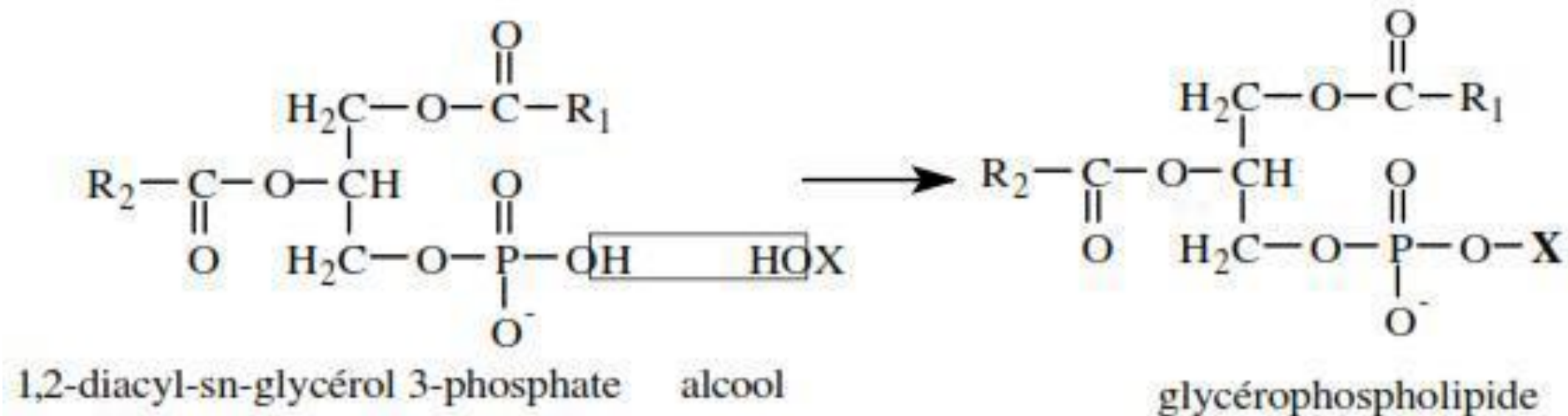
a. Les glycérophospholipides ou Phosphoglycérolipides ou phospholipides

Acide phosphatidique

- C'est le plus simple et le plus proche de la structure des TG.
- Isole principalement des végétaux.
- Ils sont constitués d'une molécule de glycérol sur laquelle sont estérifiés deux acides gras. La troisième fonction alcool est estérifiée par une molécule d'acide phosphorique (H_3PO_4).

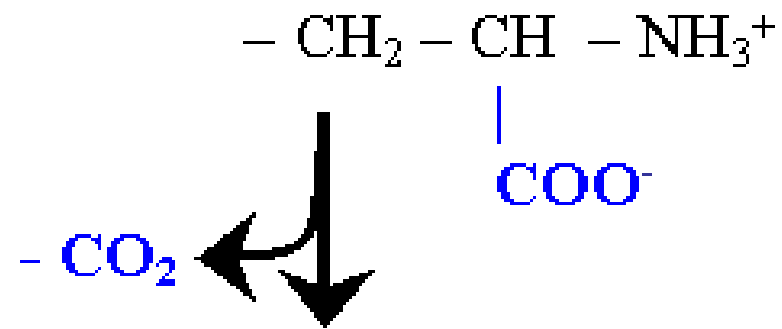


- Les acides phosphatidiques n'existent que très rarement à l'état naturel, ce sont leurs dérivés, où une fonction acide estérifiée par un alcool de l'acide phosphorique que l'on trouve.
- L'acide phosphorique est estérifié par un alcool au niveau de son groupement phosphorique qui peut être un alcool aminé ou un polyol sans azote. on a 04 types selon la nature de l'alcool impliqué :

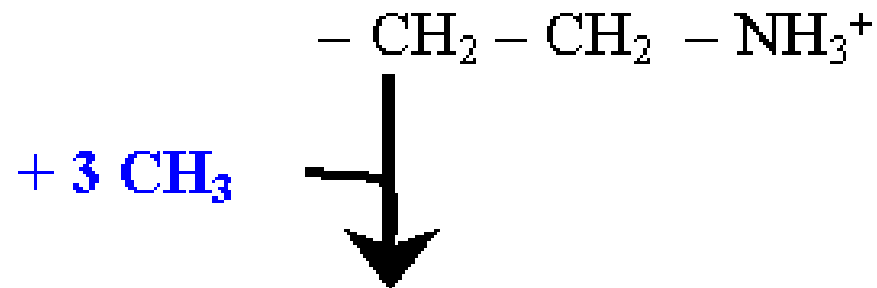


Phosphatidylsérines	Acides Phosphatidiques + Sérine
Phosphatidyléthanolamines	Acides Phosphatidiques + Ethanolamine
Phosphatidylcholines (lécithines)	Acides Phosphatidiques + Choline
Phosphatidylinositols	Acides Phosphatidiques + Inositol

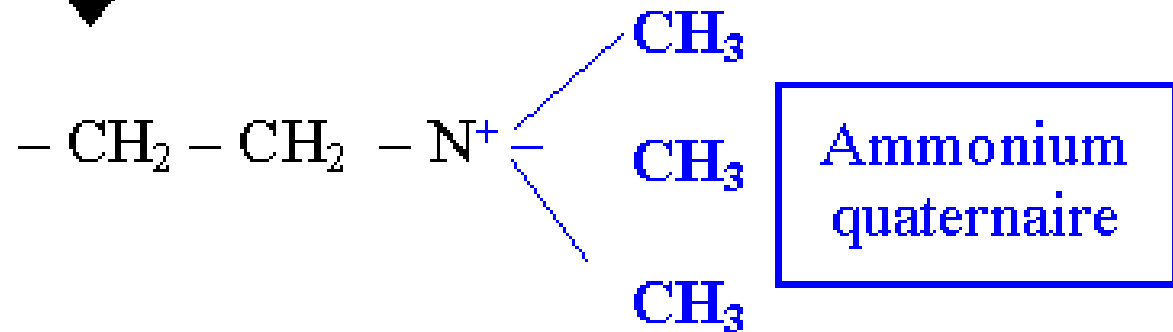
- **Sérine**



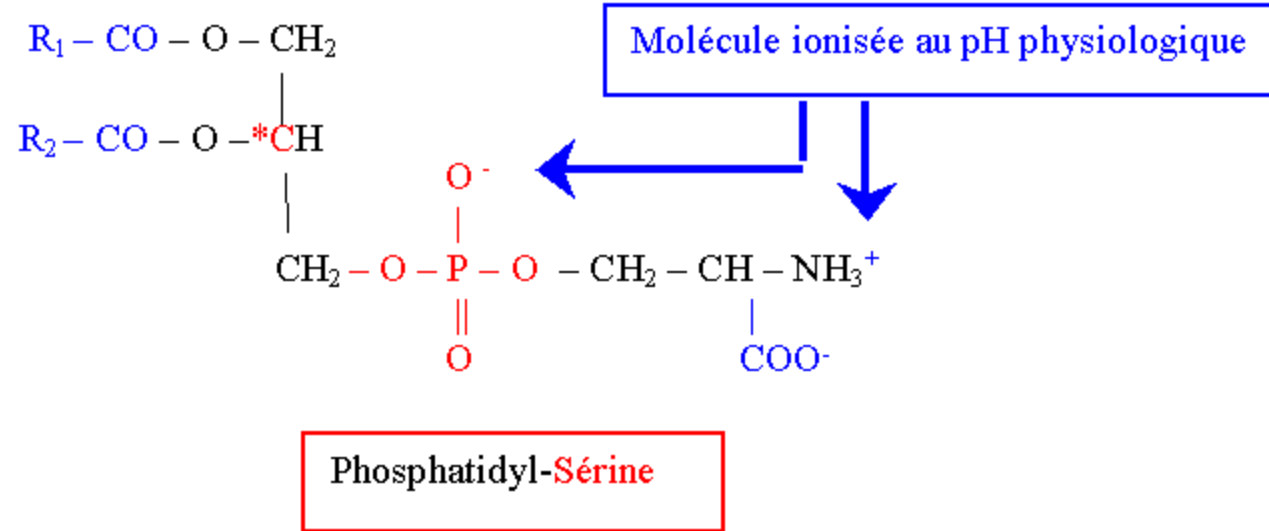
- **Ethanolamine**



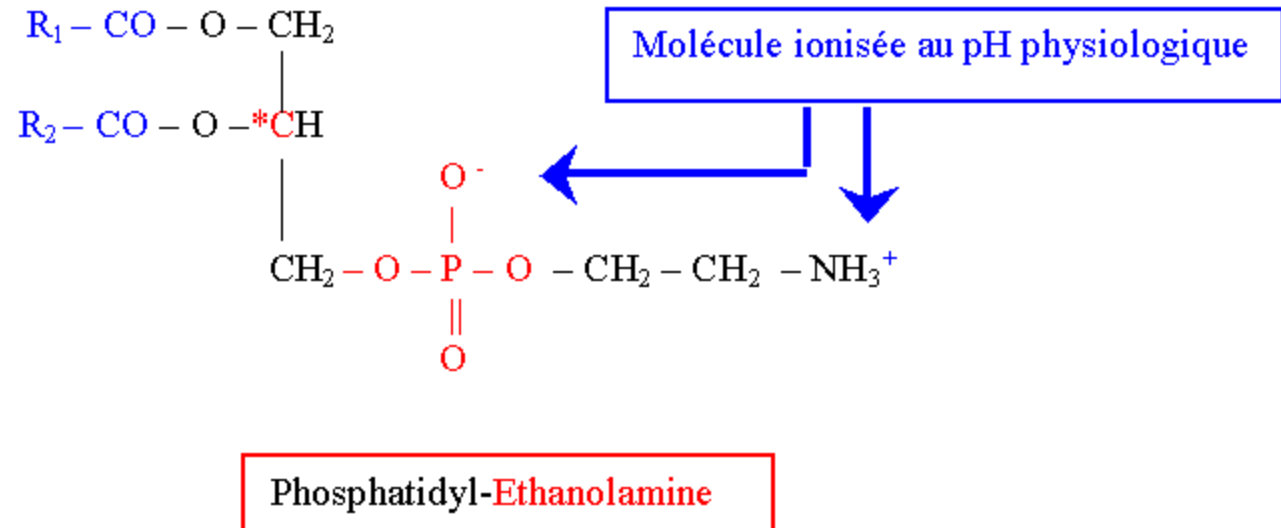
- **Choline**



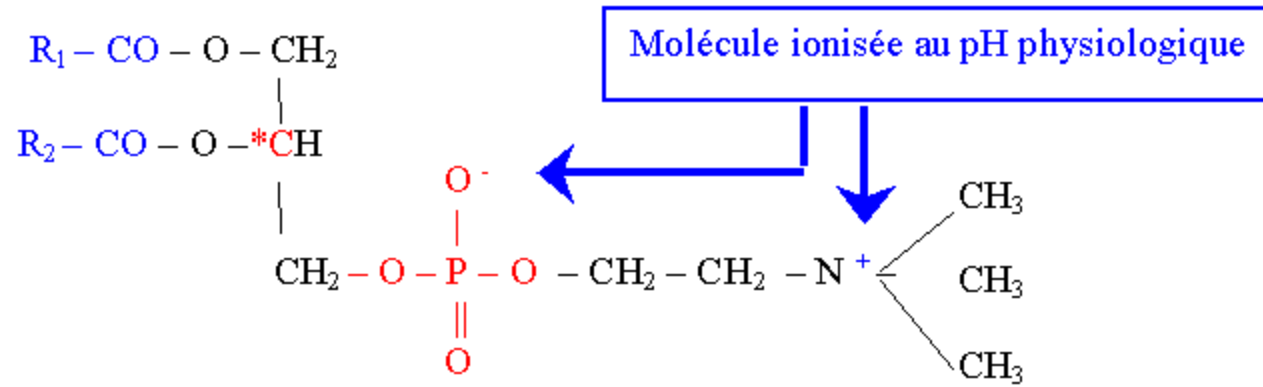
Les phosphatidylsérines



Les phosphatidyléthanolamines

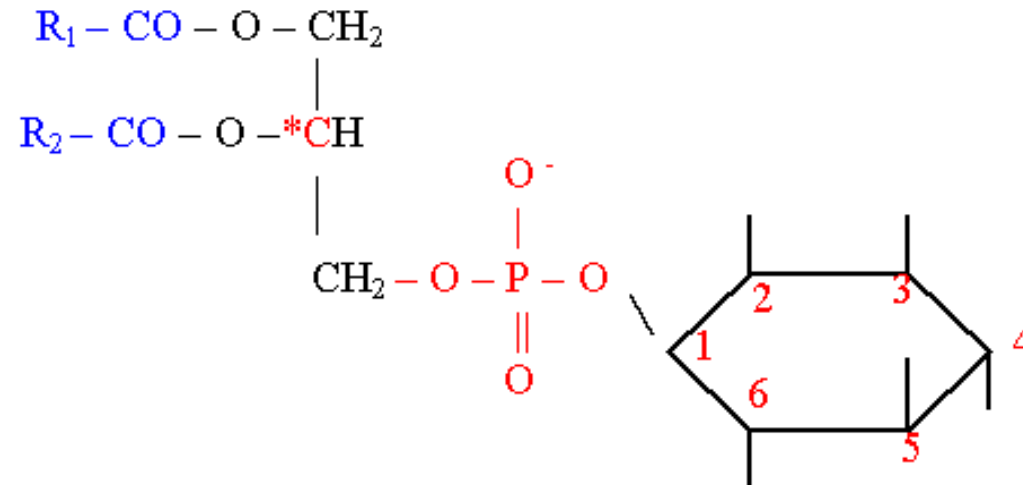


Les phosphatidylcholines ou Lécithines



Exemples : R_1 = Acide palmitique ; R_2 = Acide oléique

Les phosphatidylinositols



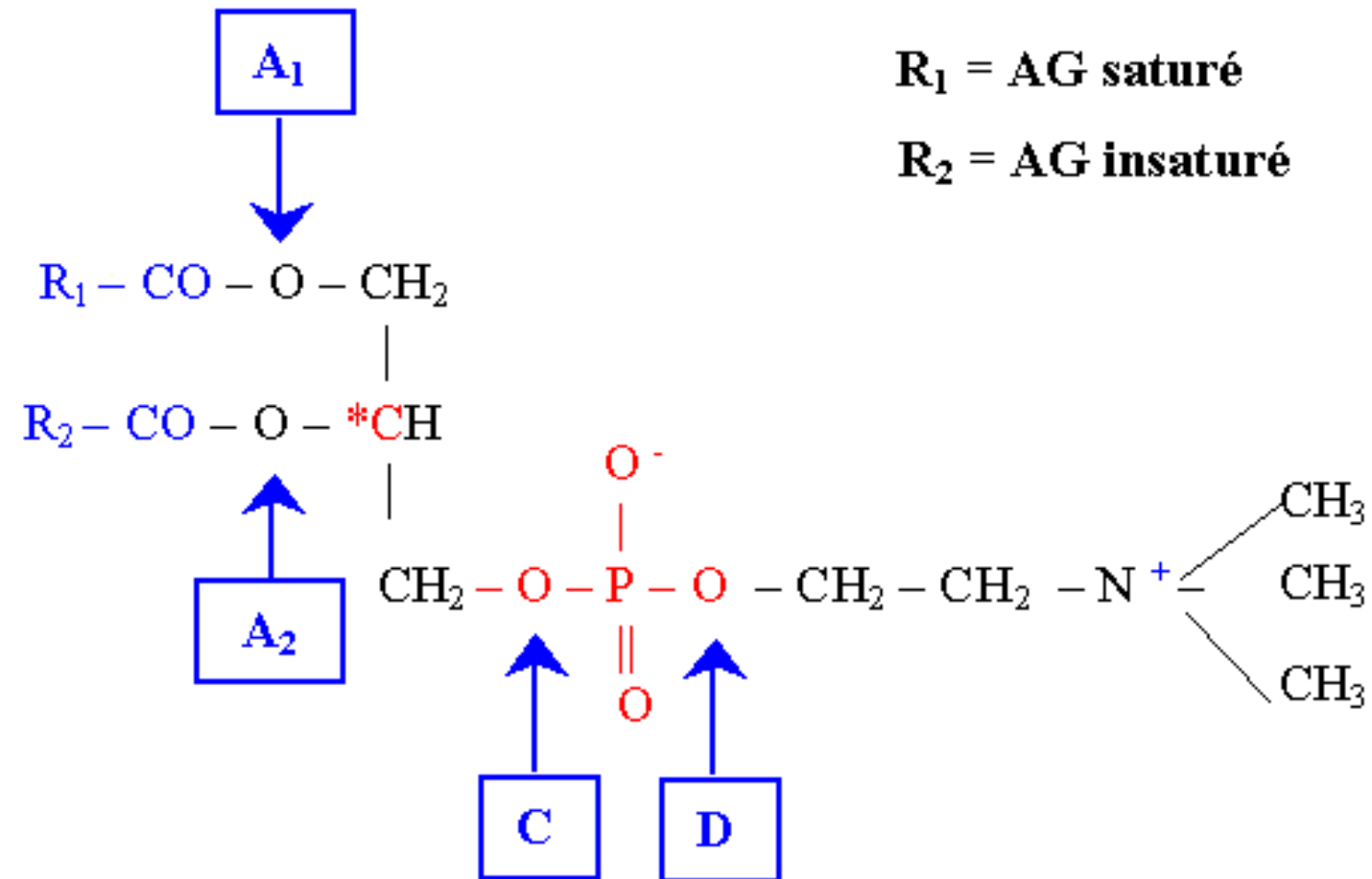
a.1. Propriétés des Glycérophospholipides :

Ce sont des molécules amphipathiques (ou amphiphiles) car elles présentent 2 pôles :

- l'un hydrophobe dû aux AG ;
- l'autre hydrophile dû à l'ester phosphorique.
- Elles ont donc des propriétés identiques à celles des savons (émulsionnants, ...).
- Ce sont des molécules amphotères car elles possèdent à la fois :
 - une fonction acide apportée par H_3PO_4
 - une fonction basique apportée par l'acide aminé alcool (sérine, thréonine) ou par la choline.

a.2. Hydrolyse des phospholipides par les phospholipases :

Il existe 4 phospholipases spécifiques A₁, A₂, C et D :

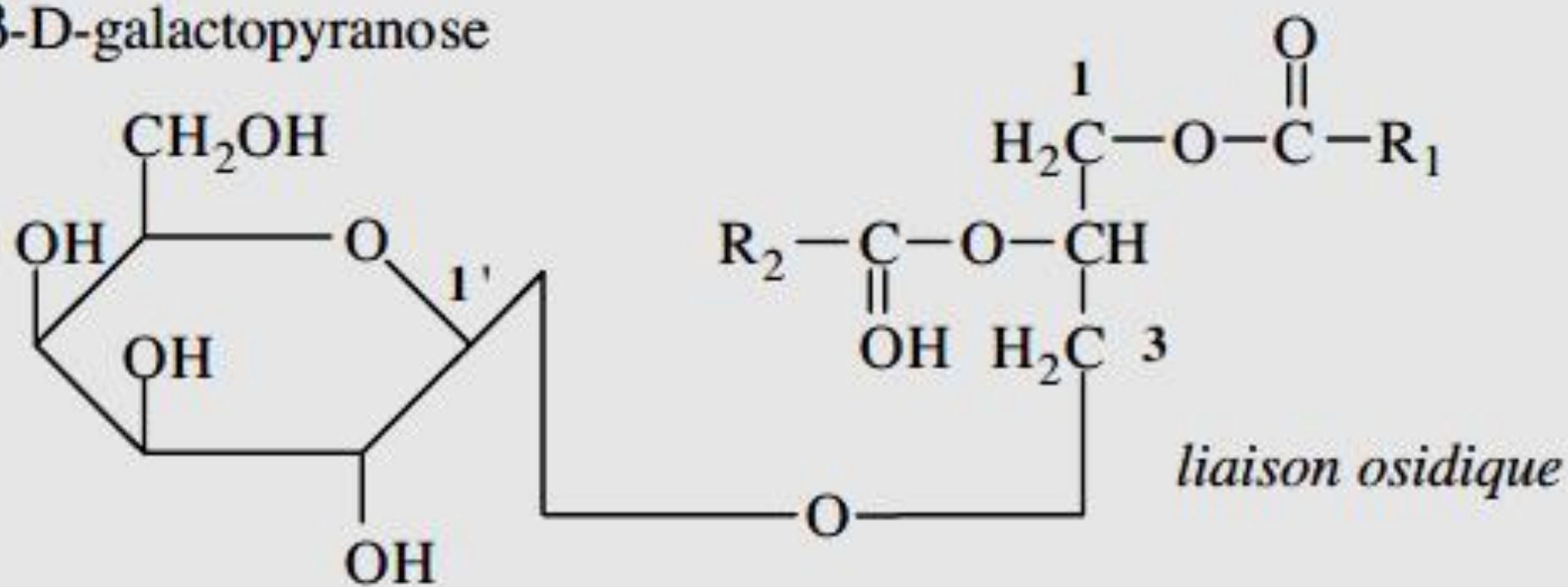


- L'hydrolyse par la phospholipase **A₁** : AG saturé + Lyso 1 phospholipide (lysolécithine)
- L'hydrolyse par la phospholipase **A₂** : AG insaturé + Lyso 2 phospholipide
- L'hydrolyse par la phospholipase **C** : Phosphorylcholine + Diacylglycérol
- L'hydrolyse par la phospholipase **D** : Acide phosphatidique + Choline

b. Glycéroglycolipides :

- Les carbones C1 et C2 du glycérol sont estérifiés par des acides gras.
L'alcool du carbone C3 à la différence des acylglycérols n'est pas estérifié mais lié à un ose par une liaison osidique.
- Ces lipides sont très rares dans le monde animal mais sont beaucoup plus nombreux dans le monde végétal.
- Ils sont également présents chez certaines bactéries.

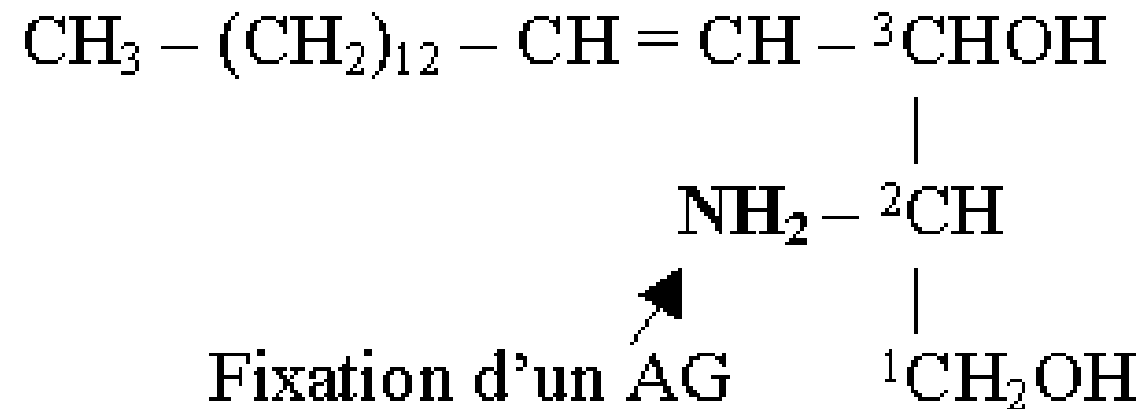
β -D-galactopyranose



1, 2-diacyl-[β -D-galactosyl-1'-3]-*sn*-glycérol

c. Les sphingolipides : Dans ce groupe, le glycérol est remplacé par la **sphingosine**, aminodiol à 18 atomes de carbone possédant une double liaison.

AG + NH₂ de la sphingosine

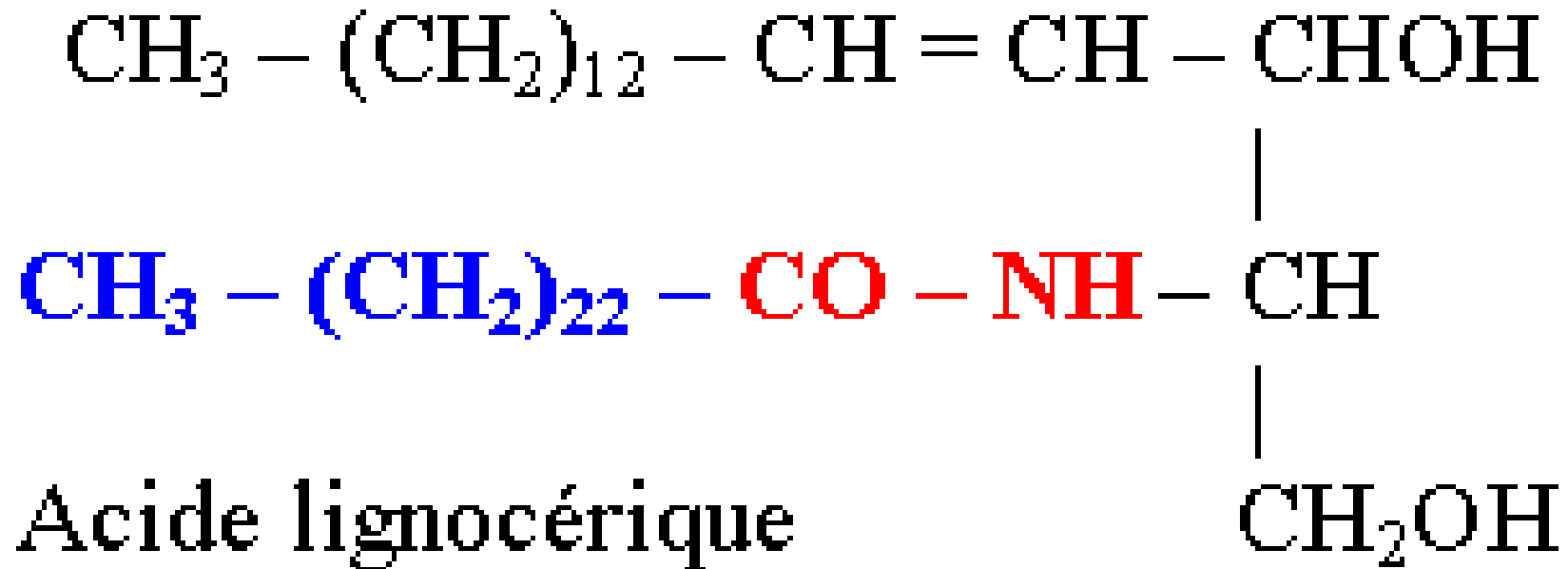


Sphingosine

- L'acide gras est uni à la sphingosine par une liaison amide et non par une liaison ester.
- Les sphingolipides sont particulièrement abondants dans le tissu nerveux, certains d'entre eux s'accumulant au cours de diverses maladies.

c.1. Les céramides ou Acylsphingosine :

L'acylation de la fonction amine de la sphingosine par un acide gras (saturé et à longue chaîne) forme une céramide. Cette molécule est le précurseur de tous les sphingolipides



d. Les glycosphingolipides ou Glycolipides :

d.1. Cérébrogalactosides ou Galactosylcéramides:

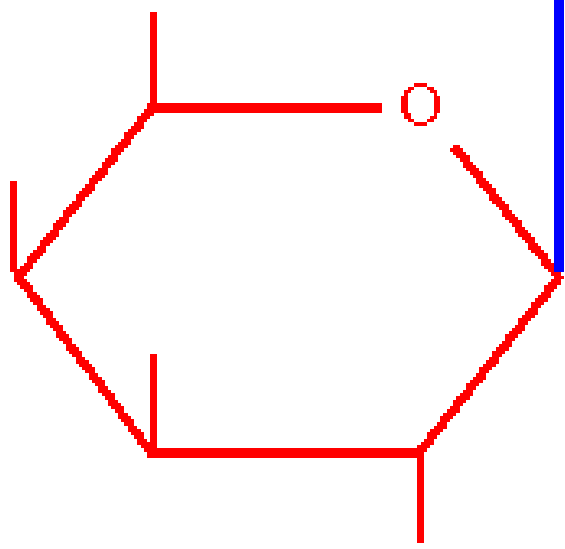
- Ils sont constitués de : Sphingosine + AG + β D Galactose.
- Le galactose est uni à l'alcool primaire de la sphingosine par une liaison β osidique



Acide Lignocérique



Liaison β osidique



Gal

d.2. Les Cérébroglucides ou Glucosylcéramides

Ils sont constitués de: Sphingosine + AG + β D Glucose. La liaison est β osidique.

d.3. Les Gangliosides ou Oligosylcéramides :

- Ils sont constitués de: Sphingosine + AG + chaîne de plusieurs oses et dérivés d'oses (NANA).
- Ils sont abondants dans les ganglions d'où leur nom.
- Ces oligosides sont présents sur la face externe de la membrane plasmique.
- Ils sont spécifiques, donc reconnus par des protéines (toxines bactériennes, lectines).
- Exemple : antigènes des groupes sanguins

