

BIOCHIMIE



Chapitre2 : Les lipides

Contenu de chapitre:

1. Définition	2
2. Éléments constitutifs des lipides.....	2
3. Classification	8
3.1.Lipides simples	8
3.2.Lipides complexes	9
4. Références bibliographiques	13

1. Définition

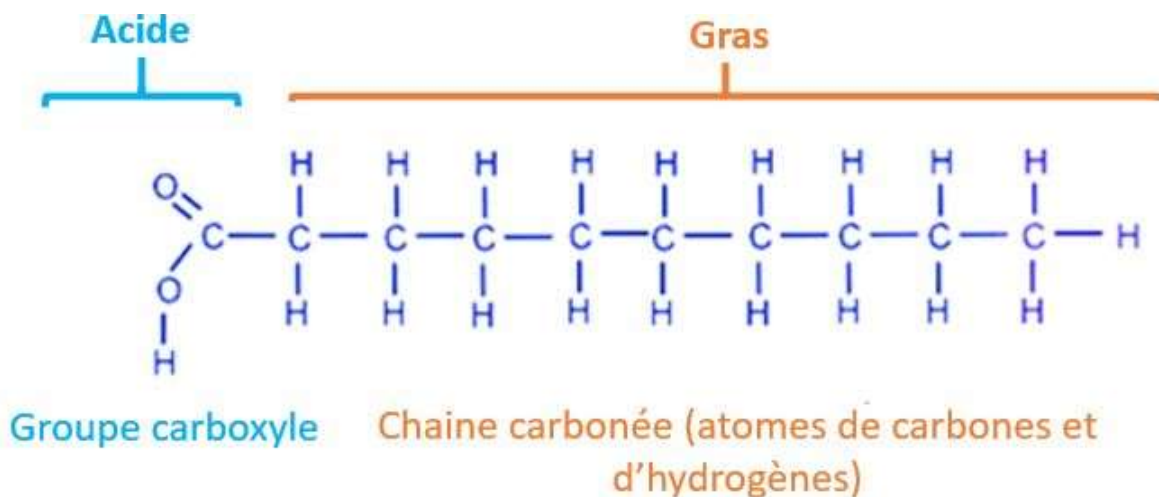
Les lipides, du grec « lipos » (c'est-à-dire « graisse »). Ce sont des composés organiques, hydrophobes insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques apolaires comme chloroforme, éther, ... Ils sont caractérisés par la présence d'au moins un acide gras ou chaîne grasse. Les lipides sont importants ou ils représentent environ 20 % du poids corporel. Ils ont un rôle de précurseurs (stéroïdes, vitamines) et un rôle structural de membrane cellulaire.

2. Eléments constitutifs d'un lipide

Les lipides sont constitués des acides gras et des ester d'alcool

2.1.Acide gras

Ce sont des monoacides, linéaires, non ramifiés à de nombre pair de carbone, soit saturés, soit insaturés. Ce sont des acides carboxylique (COOH) avec une longue chaîne carbonée formée de groupement CH₂.



2.1.1. Acide gras saturé

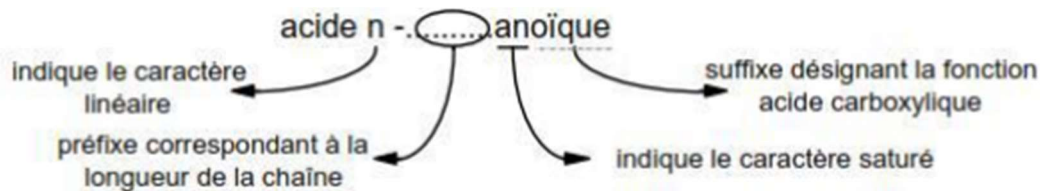
C'est un acide gras ou leur formule générale est [CH₃ -(CH₂)_n - COOH], une molécule à longue chaîne. La numérotation de sa chaîne commence par le carbone oxydé c'est-à-dire le groupement carboxyle. Tous les C sont saturés en atomes d'H, c'est-à-dire l'absence de double liaison.

Exemple :

nom usuel	formule semi-développée	formule brute
acide butyrique	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -COOH	C ₄ H ₈ O ₂
acide palmitique	CH ₃ -(CH ₂) ₁₄ -COOH	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
acide stéarique	CH ₃ -(CH ₂) ₁₆ -COOH	C ₁₈ H ₃₆ O ₂

• **Nomenclature**

Pour chaque acide gras saturé, on utilise un nom systématique et un symbole en se basant sur sa composition chimique, et un nom commun qui rappelle son origine. Le nom systématique est n- [nC] anoïque, n : indique l'acide gras est normal (chaîne non branchée), [nC] : nombre de carbones, an : indique la chaîne est saturée. Le symbole Cn :0 indique que la chaîne est saturée.



Exemple : Acide myristique (n-tétradécanoïque) C₁₄H₂₈O₂ : C₁₄ :0.

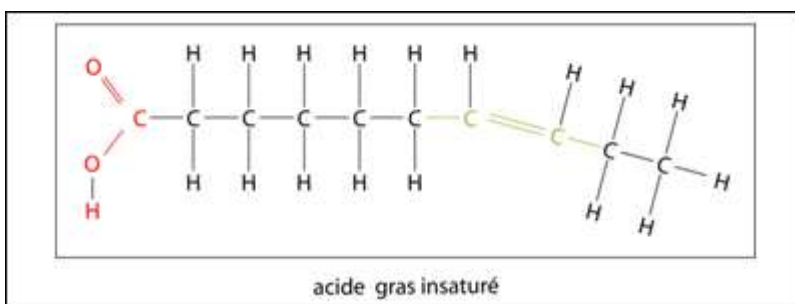
Nom	Nom systématique Acide	Symbole	Formule brute
butyrique	Butanoïque	C ₄ : 0	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -COOH
caproïque	hexanoïque	C ₆ : 0	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -COOH
caprylique	octanoïque	C ₈ : 0	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -COOH
caprique	décanoïque	C ₁₀ : 0	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -COOH
laurique	dodécanoïque	C ₁₂ : 0	CH ₃ -(CH ₂) ₁₀ -COOH
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

2.1.2. Acide gras insaturé

Ce sont des acides gras qui contiennent dans leur structure une ou plusieurs double(s) liaison(s) au sein de la molécule, leur formule brute C_nH_{2(n-x)}O₂.

Dans les acides gras insaturés, la position de la première double liaison est exprimée :

- Soit le symbole est delta Δ en partant du carboxyle (1er carbone).
- Soit le symbole est oméga ω en partant du méthyl (dernier carbone).



• **Nomenclature**

Pour chaque acide gras insaturé est nommé par une nomenclature systématique et un symbole qui se basent sur la composition chimique, la nomenclature diététique, qui permet de le regrouper en série et le nom courant qui rappelle son origine.

Le nom systématique est conf-p-[nC] x én oïque ou conf-p : c'est configuration (cis ou trans) et position des doubles liaisons, [nC] : nombre d'atomes du carbone, x : le nombre de double liaison dans la chaîne hydrocarbonée. Le symbole Cn : x Δ x' ou n : nombre de carbones, x : nombre de la double liaison, x' : position de la double liaison. La série ω p ou p : est la position de la première double liaison par rapport à la position ω (le carbone N=°1 est celui du groupement méthyle terminal).

Exemple:

Acide linoléique C18: 2 Δ 9,12: CH₃-(CH₂)₄-CH=CH-CH₂-CH=CH-(CH₂)₇-COOH.

L'acide oléique possède 18C, une double liaison en oméga 6 (ω6) cela écrit C18 : ω6.

nC	nom systématique	nom courant	symbole	série	
16	cis-9-hexadécénoïque	palmitoléique	C16: 1(9)	ω7	<i>très répandu</i>
18	cis-9-octadécénoïque	oléique	C18: 1(9)	ω9	<i>très répandu</i>
	cis-11- octadécénoïque	vaccénique	C18: 1(11)	ω7	<i>bactéries</i>
	cis, cis-9-12 octadécadiénoïque	linoléique	C18: 2(9, 12)	ω6	<i>graines</i>
	tout cis-9-12-15 octadécatriénoïque	linoléinique	C18: 3(9, 12, 15)	ω3	<i>graines</i>
20	tout cis-5-8-11-14 icosatétraénoïque	arachidonique	C20: 4(5, 8, 11, 14)	ω6	<i>animaux</i>
	tout cis-5-8-11-14-17 icosapentaénoïque	EPA*	C20: 5(5, 8, 11, 14, 17)	ω3	<i>huiles de poissons</i>
24	cis-15-tétracosénoïque	nervonique	C24: 1(15)	ω9	<i>cerveau</i>

• **Structure cis et trans :**

Les termes de configuration Cis et Trans sont dus au fait que la double liaison des acides gras insaturés que peuvent adopter deux organisations différentes dans l'espace :

- lorsque les hydrogènes H sont du même côté, la liaison est cis.
- lorsque les hydrogènes H sont de côté opposé de la double liaison, la liaison est Trans.

- **Point de fusion**

La Température de fusion des acides gras est la température à laquelle il conduit la transformation de l'état solide à l'état liquide, elle basée sur deux paramètres le nombre de carbones (Plus la chaîne aliphatique est longue, plus le point de fusion est élevé) et le nombre d'insaturation (Plus le nombre de double liaison est grand plus le point de fusion est faible).

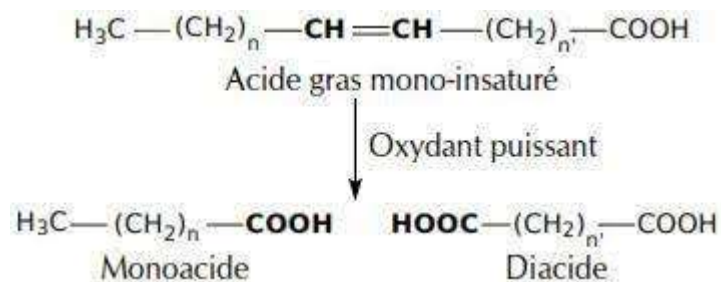
2.2.2. Propriétés chimiques

- **β oxydation**

C'est une coupure de l'acide gras en molécules constituées de 2C, elle permet l'oxydation des acyls-coenzymes A en acétyl-Coenzyme A suivie d'une oxydation pour donner l'acide acétique (présent dans le cycle de Krebs).

- **Oxydation de doubles liaisons**

Ce processus se développe normalement à l'oxygène de l'air libre et confère aux graisses une odeur Caractéristique (c'est rancissement des graisses). Des oxydants tel que : le permanganate de potassium KMnO4 en milieu très basique permettent de localiser la double liaison en coupant la molécule en monoacide et un ou plusieurs diacides. Les nombre de diacides sont équivalents au nombre de double liaison.



- **Réduction**

La fixation d'hydrogène sur la double liaison conduit la transformation de l'acide gras insaturé en acide gras saturé. L'hydrogénation en présence de nickel Raney, ou sur noir de platine, conduit à la saturation des acides gras.



Le catalyseur est le noir de platine. Dans l'industrie agro-alimentaire, Les huiles végétales sont transformées en margarines grâce à ce procédé.

- **Formation des sels de sodium ou potassium (Saponification)**

Ce sont des savons à des propriétés moussantes, dans l'eau les savons se dissocient en Na^+ + R-COO. Ces composés appelés amphiphiles ou amphipathiques qui sont tensioactives : elles

diminuent la tension superficielle de l'eau, d'où leurs propriétés. La réaction de saponification est la suivante : $R-COOH + KOH \rightarrow R-COO^-K^+ + H_2O$.

• **Formation d'ester**

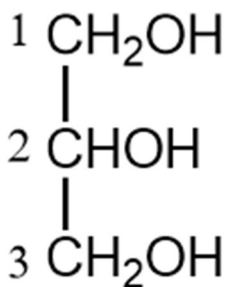
La présence du carboxyle permet l'estérification des acides gras avec les alcools en donnant des esters.



2.3. Alcool

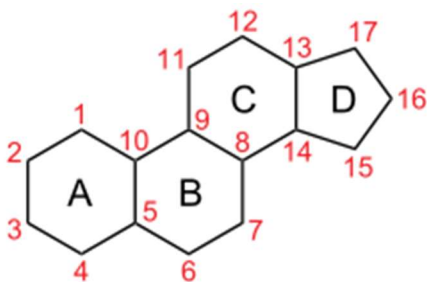
2.3.1. Glycérol

Le glycérol est un trialcool dérive du métabolisme des glucides. Il conduit à former des lipides par estérification avec les fonctions carboxyliques des acides gras.



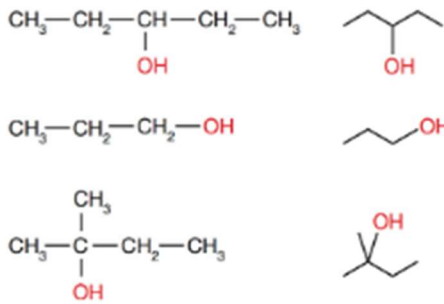
2.3.2. Stérol

C'est une structure à quatre cycles (tétracyclique), c'est le noyau stérane, le plus fréquent est le cholestérol.



2.3.3. Alcools aliphatiques :

Ce sont des alcools avec une longue chaîne carbonée ; exemple l'alcool cétylique



alcools aliphatiques : pas de cycle aromatique

3. Classification

En se basant sur la structure chimique, on distingue :

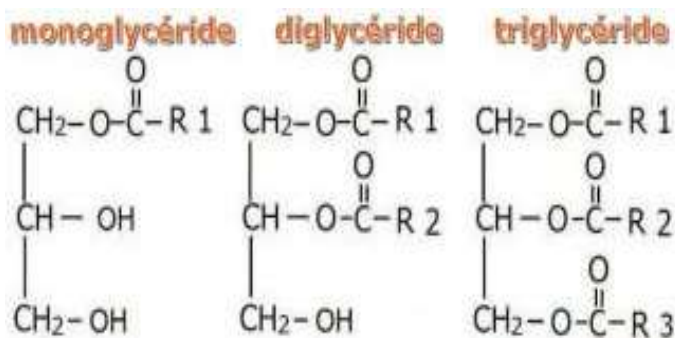
3.1.Lipides simples

Ce sont des esters d'acides gras + Alcool. Ils ne contiennent dans leurs structures que le C, H et O. On peut distinguer trois types d'alcool qui sont estérifiés par des acides gras :

- Estérification de glycérol par des acides gras donne Glycérides
- Estérification de cholestérol par des acides gras donne Stérides
- Estérification de l'alcool à poids moléculaire élevé par des acides gras donne Cérides

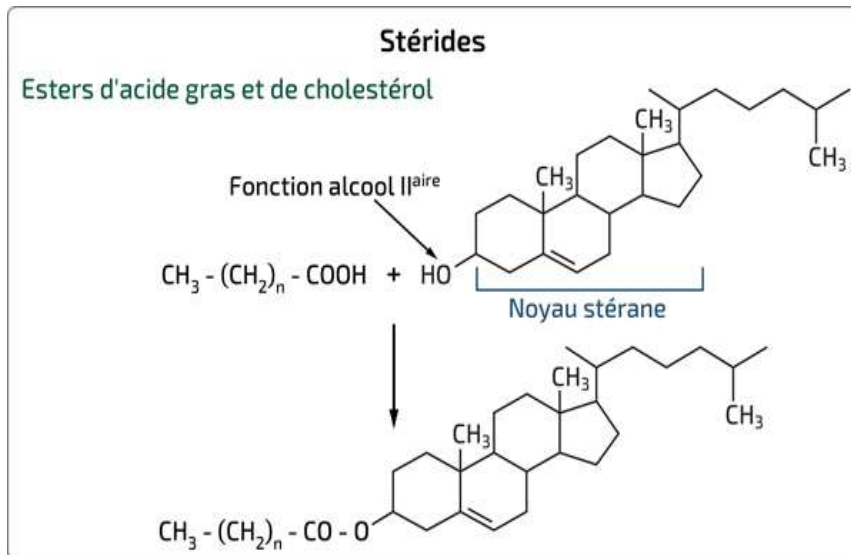
3.1.1. Glycérides

Ce sont des esters des acides gras et du glycérol, qui sont formés par l'union des fonctions hydroxyles polaires (OH) du glycérol avec les carboxylates polaires (COOH). Un, deux ou trois molécules d'acide gras estérifient le glycérol (monoglycérides, diglycérides, et triglycérides). Dans un triglycéride, si les trois acides gras sont identiques, la glycéride est appelée « homogène », s'ils sont différents, il est appelé « hétérogène ».



3.1.2. Stérides

Les stérides sont des esters d'acide gras et de stérol (cholestérol), créés par une estérification entre le groupe hydroxyle (OH) d'un stérol et un acide gras. Les stérides de cholestérol sont appelés les ester de cholestéryle.

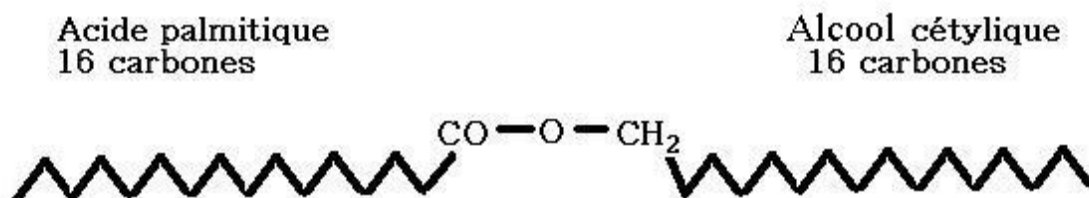


3.1.3. Cérides

Les cérides sont les principaux composants des cires animales, végétales et bactériennes. Les cérides sont des monoesters des acides gras et d'alcools aliphatiques à longue chaîne (Alcool gras). La longueur de la chaîne carbonée varie entre 14 et 30 carbones pour l'acide gras et entre 16 et 36 carbones pour l'alcool gras.

Exemple : L'ester palmitique de l'alcool cétylique en C16 est le constituant principal du blanc de baleine : Palmitate de cétyle.

Ester



3.2.Lipides complexes

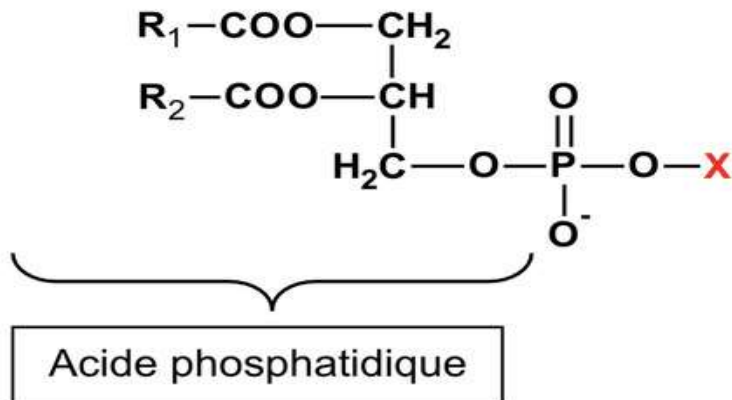
En plus de constituants C, H et O, ils contiennent en plus dans leur structure de l'azote, ou du phosphore, ou du soufre, ou des oses. Grace à leur propriété amphiphile, ils assurent des fonctions structurales dans les membranes cellulaires. On distingue :

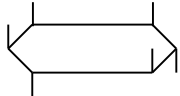
- Les glycérophospholipides
- Les glycéroglycolipides
- Les sphingolipides

3.2.1. Glycérophospholipides

Les glycérophospholipides sont des esters d'acides gras et d'alcools et divers groupes d'acide phosphorique. Dans ce type de molécule, une fonction alcool primaire du glycérol est

estérifiée par de l'acide phosphorique (H₃PO₄) et non par un acide gras. Le plus souvent un acide gras saturé estérifie la position 1 et un acide gras insaturé estérifie la position 2 du glycérol. Le composé le plus simple de la classe des glycérophospholipides est l'acide phosphatidique



Nature de X	Formule	Nom du phospholipide
Hydrogène	-H	Acide phosphatidique
Ethanolamine	-CH ₂ -CH ₂ -NH ₃ ⁺	Phosphatidyléthanolamine
Choline	-CH ₂ -CH ₂ -N ⁺ -(CH ₃) ₃	Phosphatidylcholine
Serine	-CH ₂ -CH(COO ⁻)-NH ₃ ⁺	Phosphatidylserine
Glycérol	-CH ₂ -CHOH-CH ₂ OH	Phosphatidylglycérol
Inositol		Phosphatidylinositol

L'hydrolyse de glycérophospholipides se fait par des phospholipases. Il existe quatre phospholipases A1, A2, C et D :

- La phospholipase A1 qui catalyse l'hydrolyse d'ester d'acide gras et d'alcool primaire.
- La phospholipase A2 qui catalyse l'hydrolyse d'ester d'acide gras et d'alcool secondaire.
- La phospholipase C qui agit sur l'ester phosphorique du glycérol. C'est-à-dire entre le phosphate et le glycérol.
- La phospholipase D qui agit sur l'ester phosphorique d'alcool autre que le glycérol.

• **Propriétés**

Ce sont des composés amphipathiques car elles présentent 2 pôles :

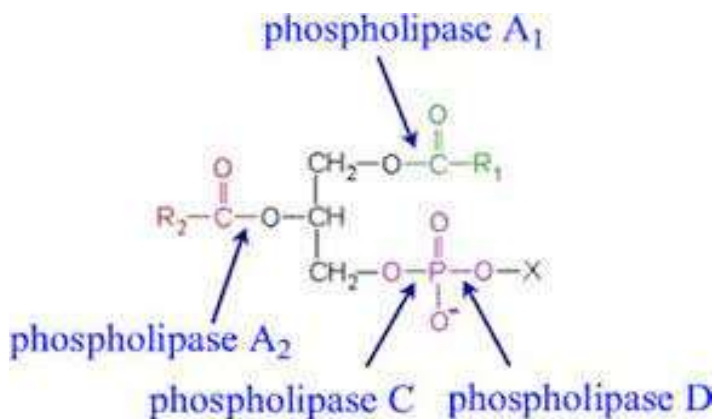
- un pôle hydrophobe caractérisé par la présence des acides gras ;
- l'autre pôle hydrophile caractérisé par la présence d'ester phosphorique.

Elles ont des caractéristiques identiques à celles des savons (émulsionnants, ...).

Ce sont des composés amphotères car elles possèdent à la fois :

- une fonction acide apportée par un acide phosphorique H₃PO₄

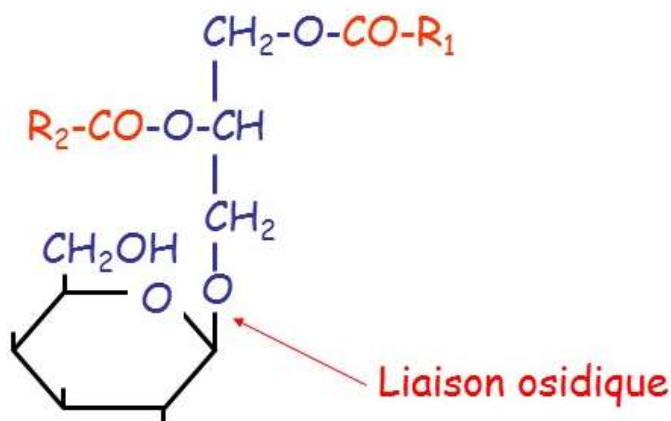
- une fonction basique apportée par l'alcool (sérine, thréonine) ou par la choline.



L'hydrolyse par la phospholipase A1 donne l'acide gras saturé + Lyso 1 phospholipide (lysolécithine). L'hydrolyse par la phospholipase A2 donne l'acide gras insaturé + Lyso 2 phospholipide. L'hydrolyse par la phospholipase C donne le phosphorylcholine + Diacylglycérol. L'hydrolyse par la phospholipase D donne l'acide phosphatidique + Choline.

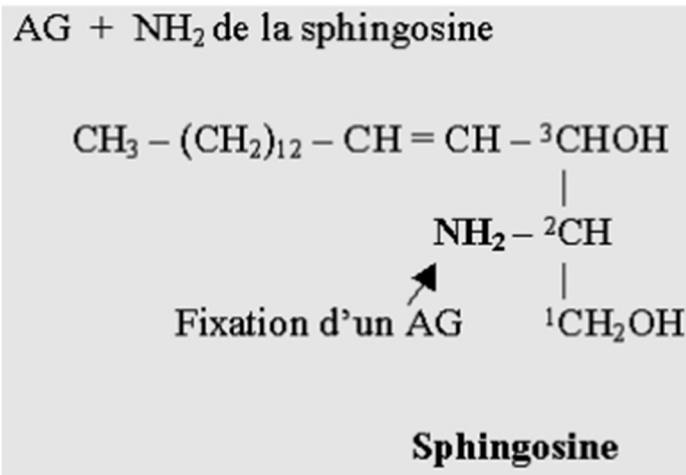
3.2.2. Glycéroglycolipides

Les carbones C1 et C2 de glycérol sont estérifiés par des acides gras. L'alcool du carbone C3 n'est pas estérifié mais attaché à un ose par une liaison glycosidique. Ces lipides sont très rares dans le monde animal et bactérien et plus nombreux dans le monde végétal.



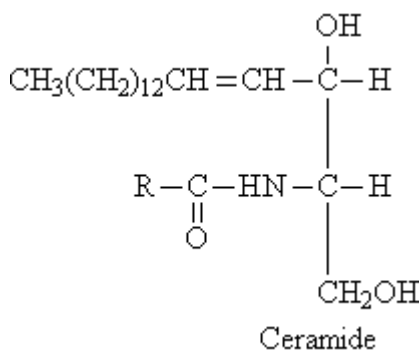
3.2.3. Sphingolipides

Les sphingolipides sont des éléments constitués du système nerveux. Ces lipides sont caractérisés par la présence de sphingosine (alcool azoté à 18 carbones) ou la fonction amine primaire établit une liaison amide avec le groupement carboxylique des acides gras.



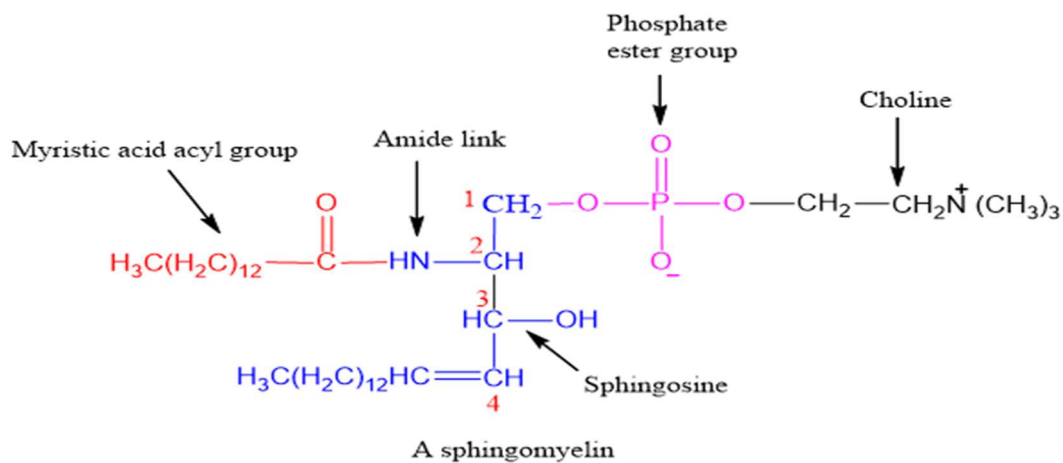
a. Les Céramides

C'est une unité de base des sphingolipides. Un acide gras est fixé sur le groupe aminé de la sphingosine donne une céramide, cela se fait par une liaison amide. Exemple d'une céramide :



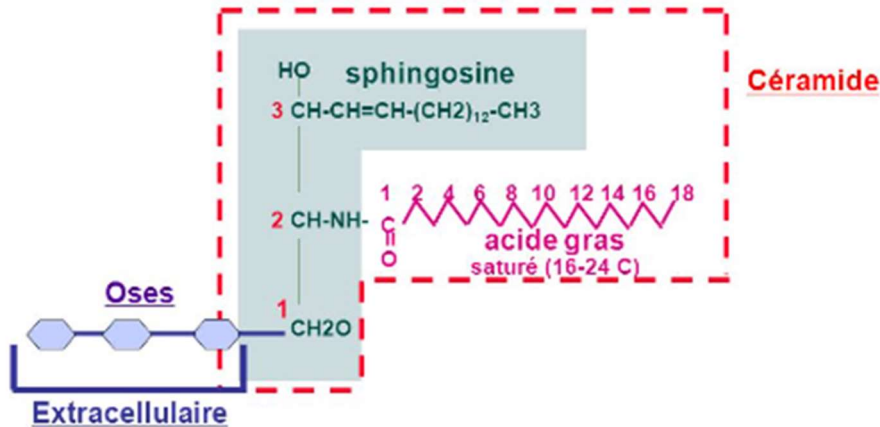
b. La Sphingomyéline

La fonction d'alcool primaire de la sphingosine est estérifié par la partie phosphate de la phosphorylcholine.



c. Glycosphingolipides

Le groupement OH terminal de la sphingosine d'une ceramide est lié à un ose comme le glucose ou le galactose ou dérivé d'ose (hexosamine), on obtient les glycosphingolipides.



Références

- Yamina, Zouambia. Cours Biochimie structurale Chapitre III : Lipides L3 Chimie Pharmaceutique. 2020.
- Cherif, Adida. Cours Biochimie structurale Chapitre II : Lipides. L2 Biochimie SNV. Université Oran1.
- Abdesselam Mekroud. Cours Biochimie structurale A1 DV Chapitre II : Lipides. 2019.
- Zouina, Khebbat. Support destiné aux étudiants de médecine dentaire. Chapitre III : Lipides.
- Kheira Meriem Arabi. Lipides Simples Et Complexes. 1 ère année de médecine. 2020.
- Parrish, Christopher C. "Determination of total lipid, lipid classes, and fatty acids in aquatic samples." *Lipids in freshwater ecosystems* (1999): 4-20.