

Biochimie Structurale

Dr. Lamia SID ALI

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Technologie

E.mail : l.sid-ali@univ-dbkm.dz

1.0 Janvier 2024

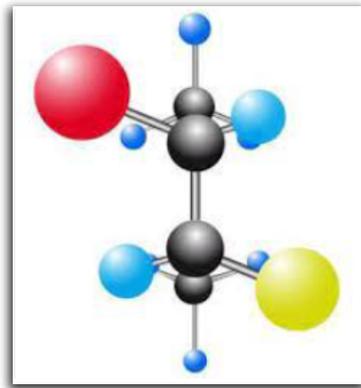


Table des matières

I - Chapitre 2 : Les lipides	3
1. Objectifs :	3
2. Définition.....	3
3. Rôle biologique des lipides	3
4. Classification des lipides	4
5. Les acides gras	4
5.1. Nomenclature.....	5
6. Exercice : Exercice d'application	7
7. Les lipides simples.....	8
7.1. Définition	8
8. Les lipides complexes.....	10
8.1. Définition	10
Bibliographie	11

Chapitre 2 : Les lipides



1. Objectifs :

A l'issu de ce chapitre, vous serez capables de :

- Connaître les familles des lipides.
- Maîtriser la structure des acides gras saturés et insaturés.
- Maîtriser la structure des lipides simples et complexes.

2. Définition



Les lipides sont des molécules **organiques (C, H, O)** qui sont insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants organiques (éther, benzène.....).

Ils sont caractérisés par la **présence** dans la molécule d'au moins un **acide gras (A.G)** ou **chaîne grasse**.

3. Rôle biologique des lipides

- Les lipides représentent environ 20 % du poids de corps.
- Stockage de l'énergie : les graisses et les huiles. (1g lipides → 9 Kcal).
- Rôle structural dans les membranes biologiques (phospholipides, stérols)
- Vitamines (A, D, E, K).
- La connaissance de la biochimie des lipides est nécessaire pour la compréhension de plusieurs domaines biomédicaux essentiels, tels ceux concernant l'obésité, le diabète, l'athérosclérose et le rôle joué par différents acides gras polyinsaturés dans la nutrition et la santé.

4. Classification des lipides

La classification est basée sur la structure chimique :

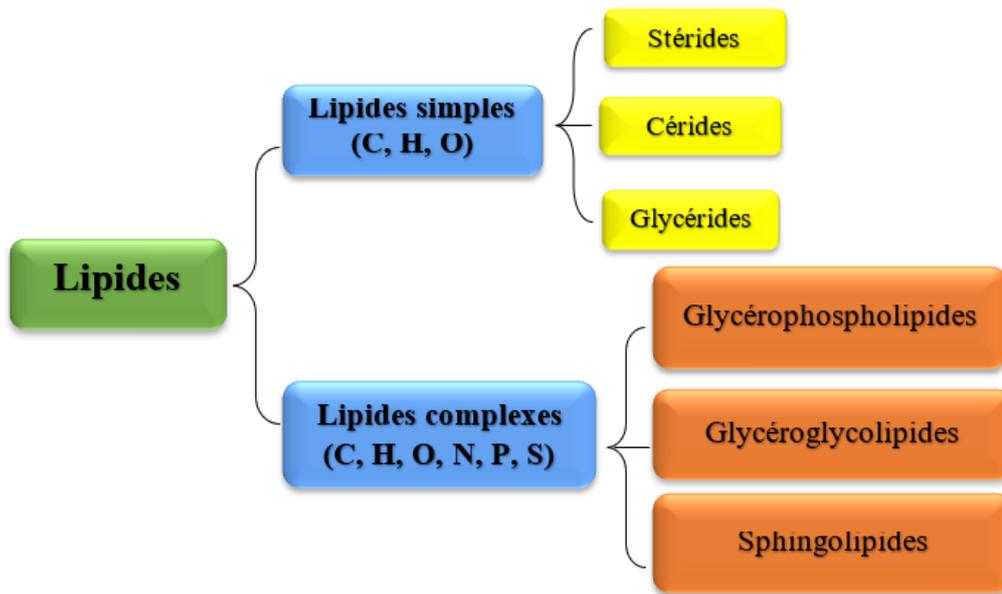


Figure 1 : Classification des lipides

5. Les acides gras



Un **acide gras** est une molécule qui est composée d'une chaîne **hydrocarbonée** (4C à 36C, pair ou impair) et une fonction **carboxylique** terminale (-COOH).

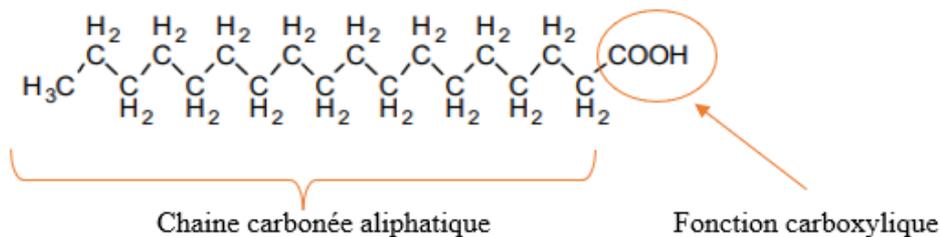


Figure 2 : Structure d'un acide gras

La chaîne hydrocarbonée peut être :

- **Saturée** (aucune double liaison) ;
- **Mono- insaturée** (une seule double liaison) ;
- **Polyinsaturée** (deux doubles liaisons ou plus),

On peut également trouver des **ramifications** et des **groupements hydroxyles** dans la chaîne de certains **acides gras**.

En général les acides gras les plus rencontrés dans la nature, partagent les caractéristiques suivantes:

- Un nombre d'atomes de carbones **pair** entre **12** et **24**.
- La majorité des acides gras se trouvent à l'état combiné (non libre)
- Une chaîne hydrocarbonée **linéaire** qui peut être saturée ou insaturée, dans ce dernier cas les **doubles liaisons** sont non **conjuguées** et presque toujours de configuration **cis**.



Configuration Trans



configuration cis.

Figure 3 : Configuration des doubles liaisons

5.1. Nomenclature

• 1ere notation :



- **n** : nombre de carbone
- **X** : nombre de doubles liaisons
- **Δ** : double liaison
- **a,b,c,...** : positions des doubles liaisons à partir du carbone 1.

2eme notation :



- **n** : nombre de carbone
- **X** : nombre de doubles liaisons

? Exemple

L'acide arachidonique

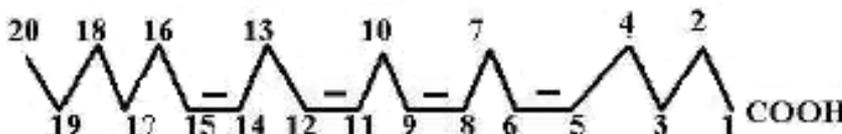


Figure 4 : Acide arachidonique

- **1er notation** : $C_{20}:4(\Delta^{5,8,11,14})$ acide gras avec une chaîne de 20 atomes de carbone, avec 4 doubles liaisons en position 5, 8, 11 et 14.
- **2eme notation** : $20 : 4n$ acide gras avec une chaîne de 20 atomes de carbone, avec 4 doubles liaisons (4n).

a) Acides gras saturés

 **Fondamental**

Les **acides gras** peuvent être construits à partir de l'**acide acétique** (CH_3-COOH) considéré comme premier terme d'une série dans laquelle des $-CH_2-$ sont **progressivement** ajoutés entre les groupements terminaux CH_3- et $-COOH$.

Formule générale : $C_n H_{2n} O_2$ ou bien $CH_3-(CH_2)_n-COOH$

- La numérotation commence par le **carbone** le plus **oxydé** c'est-à-dire la fonction **carboxyle**.
- Tous les **C** sont **saturés** en atomes d'**H**, c'est-à-dire il n'y pas de **double liaison**.

- Le symbole des **acides gras saturés** est **Cn : 0** (0 indique que la chaîne est **saturée**) et le nom courant (commun) rappelle son origine

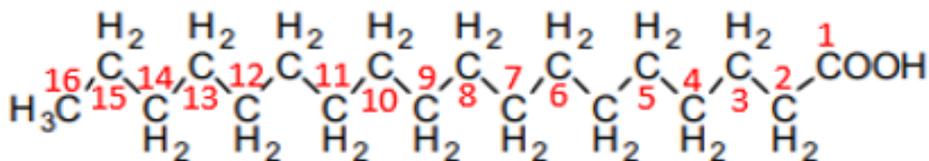


Figure 5 : Structure d'acide gras saturé

Le nom **systématique** de l'acide gras saturé est déterminé de la manière suivante :

Acide n-[nC] anoïque

- n**: caractère linéaire.
- [nC]**: longueur de la chaîne (nombre de carbones).
- ano**: la chaîne est saturée.
- ique**: suffixe désignant la fonction acide carboxylique.

Longueur relative	Nc	Nom systématique	Nom courant	Origine
Chaîne courte	4	n- butanoïque	Butyrique	- Beurre - Lait de chèvre
	6	n- hexanoïque	Caproïque	
	8	n- octanoïque	Caprylique	
	10	n- décanoïque	Caprique	
Chaîne moyenne	12	n- dodécanoïque	Laurique	- Huile - Graisse animale et végétale
	14	n- tétradécanoïque	Myristique	
	16	N-hexadécanoïque	Palmitique	
	18	n- octadécanoïque	Stéarique	
Chaîne longue	20	n- icosanoïque	Arachidique	- Graines - Cires des plantes - Bactéries Insectes
	22	n- docosanoïque	Béhénique	
	24	n- tértacosanoïque	Lignocérique	
	26	n- hexacosanoïque	Cérotique	
	28	N-octacosanoïque	Montanique	
	30	n- triacontanoïque	Mélistique	
32	n- dotriacontanoïque	Lacéroque		

Tableau 1 : Acides gras saturés

b) Acides gras insaturés



Ils comportent au moins une **double liaison C = C**, c'est à dire qu'ils ne sont pas saturés en hydrogène.

Formule générale : $C_nH_{2n-2x}O_2$ (x est le nombre de doubles liaisons) ;

Ou bien : $CH_3-(CH_2)_x-CH=CH-(CH_2)_y-COOH$

La plupart des acides gras insaturés ont des longueurs de chaînes de **16 à 20** carbones.

Dans les acides gras insaturés, la position de la première double liaison peut s'exprimer :

- Numérotation systématique** : en partant du carboxyle (1er carbone) et le symbole est delta :

$$C_n: m\Delta^{(p, p', \dots)}$$

- Cn** : nombre de carbones.
- mΔ** : nombre de doubles liaisons.
- (p, p',...)** : positions des doubles liaisons en numérotation normale.

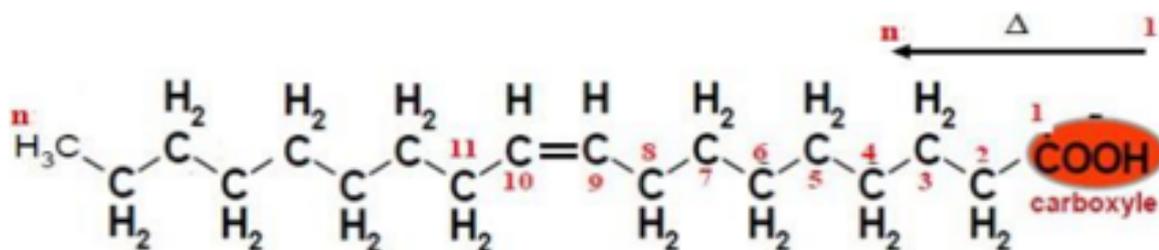


Figure 6 : Numérotation systématique des AG insaturés

- **Numérotation utilisée en diététique** : en partant du **méthyle** (dernier carbone) : le symbole est oméga ω ou ωn . Il existe 4 séries principales : $\omega 3$, $\omega 6$, $\omega 7$ et $\omega 9$ (d'autres secondaires comme par exemple $\omega 4$ et $\omega 5$).

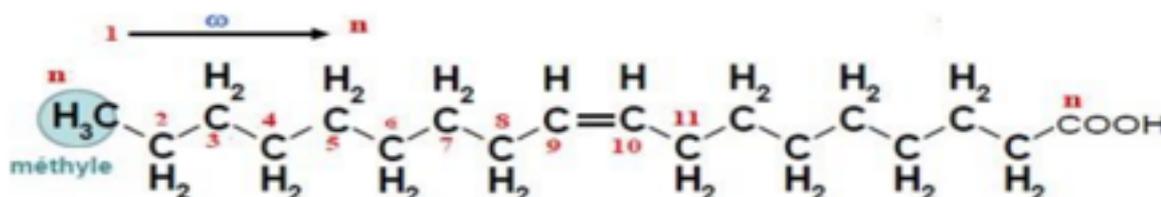


Figure 7 : Numérotation utilisée en diététique des AG insaturés

- **Le nom systématique** de l'acide gras insaturé est déterminé de la manière suivante :

Cis-x-[nC]-z-énoïque

- **x** : Position de doubles liaisons.
- **[nC]** : longueur de la chaîne (nombre de carbones).
- **Z** : Nombre de doubles liaisons.
- **éno** : la chaîne est insaturée.
- **ique** : suffixe désignant la fonction acide carboxylique

nC	Nom systématique	Nom courant	Symbole		Origine
			Δ	ω	
16	cis-9- hexadécénoïque	Palmitoléique	C16 :1 Δ^9	C16 :1 ω^7	Très répandu
	cis-9- octadécénoïque	Oléique	C18 :1 Δ^9	C16 :1 ω^9	
18	cis-9-12-octadécadiénoïque	Linoléique	C18 :2 $\Delta^{9,12}$	C16 :2 $\omega^{6,9}$	Graines
	cis-9-12-15-octadécatriénoïque	Linoléinique	C18 :3 $\Delta^{9,12,15}$	C16 :3 $\omega^{3,6,9}$	
20	cis-5-8-11-14-icosatétraénoïque	Arachidonique	C20 :4 $\Delta^{5,8,11,14}$	C16 :4 $\omega^{3,6,9,12}$	Animaux
	cis-5-8-11-14-17- icosapentaénoïque	Eicosapentaénoïque	C20 :5 $\Delta^{5,8,11,14,17}$	C16 :5 $\omega^{3,6,9,12,14}$	Huiles de poissons
24	cis-15-tétracosénoïque	Nervonique	C24 :1 Δ^{15}	C16 :1 ω^9	Cerveau

Tableau 2 : Acides gras insaturés

6. Exercice : Exercice d'application

Soient les acides gras suivants :



1- Donnez la formule brute, la structure et le nom systématique des différents acides gras.

Les carbones notés 1,2 et 3 ou α, β, α' appartiennent au glycérol.

À la température ambiante (25°C), **les triglycérides** peuvent former un corps **solide** (graisses animales) ou **liquide** (les huiles végétales), et ceci dépend des **points de fusion** de leurs **acides gras** constitutifs, qui dépendent de la longueur de la **chaîne hydrocarbonée**, la présence ou non des **doubles liaisons** et leurs **configurations**.

Les **triacylglycérols** traités à chaud par des **bases** (KOH, NaOH), forment des sels appelés des **savons**, selon la réaction suivante :

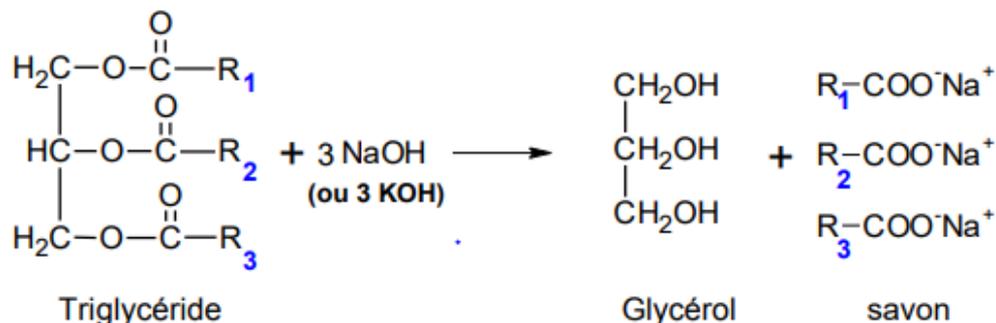


Figure 10 : Saponification des triglycérides

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.

Il est très **apolaire** donc **hydrophobe** et **solide** à température ambiante avec une température de fusion très élevée.

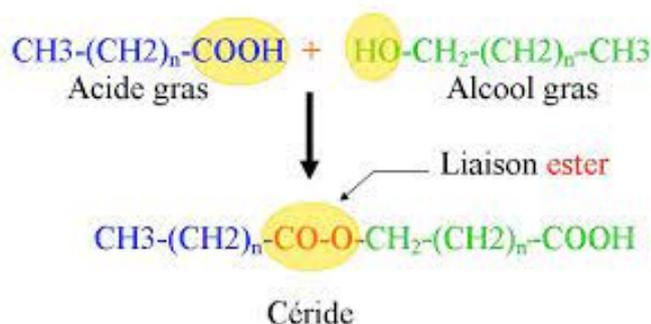


Figure 11 : Structure des cérides

c) Les stérides

Ce sont des esters d'**acide gras** et de **stérol**, créés par une **estérification** entre le groupe hydroxyle d'un stérol et un acide gras.

Les Stérols :

- Cholestérol
- phytostérols

Exemple : Palmitate de cholestéryle

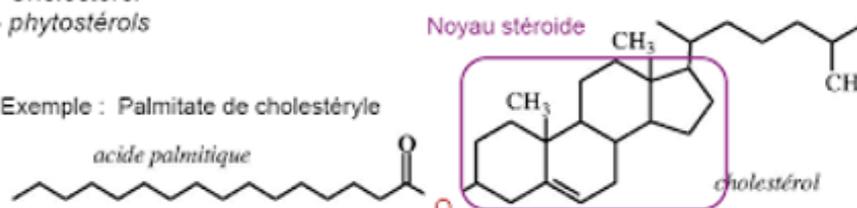


Figure 12 : Les stérides

8. Les lipides complexes

8.1. Définition

Ces **hétérolipides** contiennent des groupes **phosphate**, **sulfate** ou **glucidique**. Ils sont classés par rapport à la molécule qui fixe les acides gras, on distingue :

a) Les glycérophospholipides

Ce sont des molécules **amphipathiques** (amphiphiles) car elles présentent 2 pôles : L'un hydrophobe dû aux **A.G** et l'autre hydrophile dû à l'ester phosphorique.

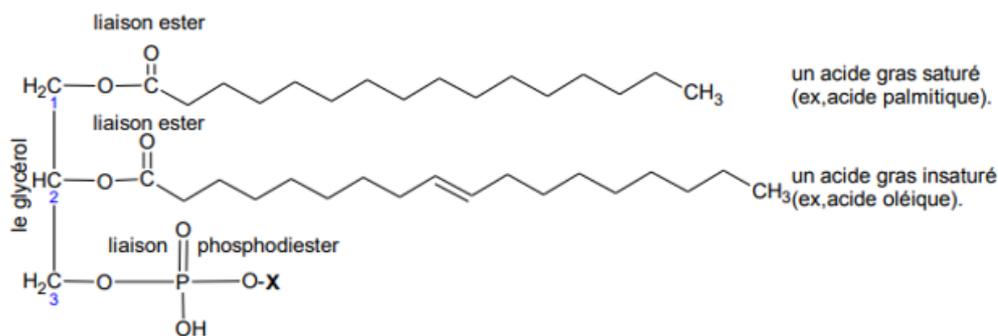


Figure 13 : Structure de glycérophospholipides

Deux **acides gras** sont liés aux carbones **1** et **2** du **glycérol** par des **liaisons esters**. Le groupement **polaire X** est lié au **carbone 3** par une **liaison phosphodiester**.

Un **glycérophospholipide** se compose par : **Glycérol** + **AG** + **acide phosphorique** (H_3PO_4) + **X** (phospholipide).

b) Les sphingolipides

Ces derniers sont des **amides** de la **sphingosine** qui se forment par **liaison** du **carboxyle** de l'**AG** sur le NH_2 de la **sphingosine**.

c) Les glycéroglycolipides

Les carbones **C1** et **C2** du **glycérol** sont **estérifiés** par des **acides gras**. L'alcool du carbone **C3** n'est pas estérifié mais lié à un **ose** par une liaison **glycosidique**.

Bibliographie



Jacques-Henry WEIL. Biochimie générale. Edition Dunod (Paris) 2005.

Françoise QUENTIN, Paul-françois GALLET, Michel GUILLOTON et Bernadette QUINTARD. Biochimie en 84 fiches. Edition Dunod (Paris) 2015.

Raoui Mounir MAAROUFI. Cours de biochimie structurale (glucides). Université de Monastir. Institut Supérieur de Biotechnologie de Monastir 2015.

Garret et Grisham. Biochimie. 2eme édition Américaine. De Boek. 2000.

Lydie BRET, Clément DELCAMP. Biochimie structurale. Ellipses Édition Marketing S.A (Paris), 2020.

Christian MOUSSARD. En bref Biochimie Structurale et métabolique. 2e édition. De Boeck et Larcier s.a. 2002.

Serge WEINMAN et Pierre MEHUL. Toute la biochimie. Dunod, (Paris), 2004.