

**FACULTE DE MEDECINE  
1<sup>ERE</sup> ANNEE MEDECINE**

**UNIVERSITE3 DE CONSTANTINE**

## **CHAPITRE : LIPIDES**

# **STRUCTURE ET PROPRIETES DES ACIDES GRAS**

**Dr I.BELKACEM  
M.A BIOCHIMIE**

# CARACTERES GENERAUX DES LIPIDES

## 1-Définition

Contrairement aux glucides qui constituent une famille de composés relativement homogène, les lipides forment un groupe très hétérogène de composés, dont les structures sont très différentes, et que l'on a réunis en raison de leur insolubilité dans l'eau et de leur solubilité dans les solvants organiques (éther, benzène, acétone....)

Les lipides sont les dérivés naturels des acides gras, résultant de leur condensation avec des **alcools** ou des **amines**.

Ce sont des constituants indispensables pour l'organisme étant donné les différentes fonctions qu'ils assurent. On peut ainsi distinguer:

**Les lipides de structure** : ce sont les **phospholipides** ou encore les **sphingolipides**, composants de base des membranes biologiques qui permettent de délimiter et de compartimenter la cellule.

**Les lipides de réserve** : essentiellement localisés au niveau du tissu adipeux, ils constituent la principale réserve de l'organisme, ce sont les **triglycérides**.

La dégradation des acides gras ( $\beta$  oxydation) va permettre une production importante d'énergie sous forme d'ATP. Ce sont eux qui présentent le meilleur rendement calorifique, les lipides ont donc un rôle énergétique important.

**Les lipides ayant une activité biologique** : c'est le cas des isoprénoides et des eicosanoides, dérivés de certains acides gras, jouant le rôle de molécules informationnelles de type hormonal ou encore comme médiateur du système immunitaire, comme exemple : les prostaglandines, le thromboxane ou encore les leucotriènes.

## 2- Classification

On distingue 02 grands groupes de lipides en fonction de leur composition atomique :

### LIPIDES SIMPLES

Sont constitués d'atome de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Ils comprennent :

- LES ACIDES GRAS
- LES GLYCERIDES
- LES CERIDES
- LES STERIDES

### LIPIDES COMPLEXES

Ils sont constitués des mêmes éléments que les lipides simples, mais ils contiennent en plus de l'azote, du phosphore, du soufre ou des oses (un seul ou plusieurs de ces éléments à la fois). On distingue :

- LES GLYCEROPHOSPHOLIPIDES : dans lesquels l'alcool est le glycérol
- LES SPHINGOLIPIDES dans lesquels l'alcool est un alcool aminé à longue chaîne, la *sphingosine*.

Toutes ces molécules contiennent au moins un acide gras, qui peut être considéré comme l'élément de base commun à tous les lipides.

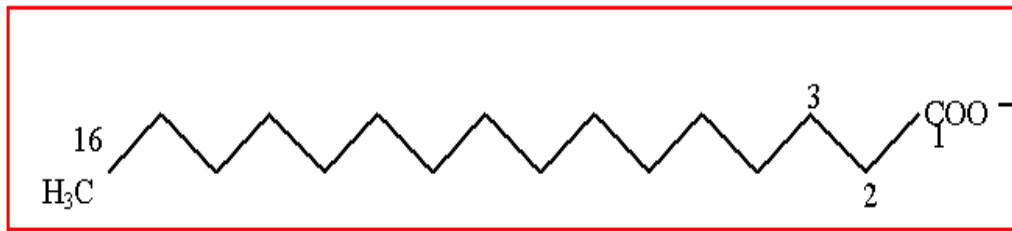
On peut distinguer un **troisième groupe**, celui des composés à caractère lipidique, qui regroupe les dérivés des stérols et les vitamines liposolubles: **les isoprénoides**

L'absence d'acides gras dans leur structure fait que ce ne sont pas de vrais lipides. Toutefois leur comportement hydrophobe (et liposoluble) fait qu'on les rattache aux lipides.

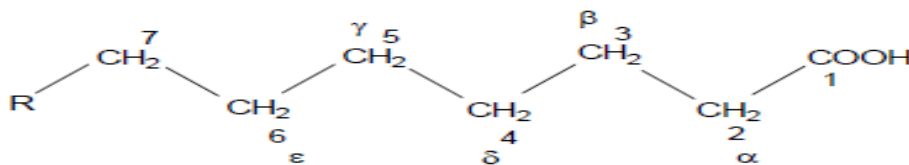


Par convention, la structure s'écrit de façon horizontale, le groupement carboxylique est à l'extrémité droite, le groupement méthyle à l'extrémité gauche, les carbones intra-chaine ( $\text{CH}_2$ ) sont liés par des liaisons simples avec un nombre de répétition allant de 2 à 22 (ou plus)

En raison d'un nombre élevé d'atomes de carbone, la formule développée peut s'écrire comme suit :



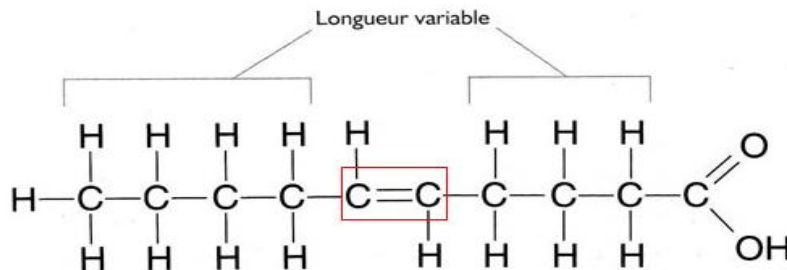
Ou encore selon cette représentation :



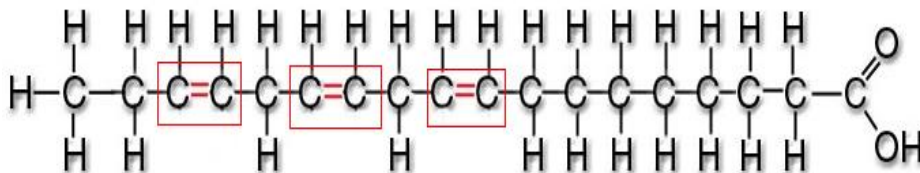
### C/ Acides gras insaturés

Les acides gras insaturés sont caractérisés au niveau de la chaîne aliphatique par la présence de carbones liés entre eux par des doubles liaisons de type  $-\text{C}=\text{C}-$ , ils peuvent être mono-insaturés (présence d'une seule double liaison) ou polyinsaturés (le nombre de double liaisons  $\geq 2$ )

La structure développée des acides gras mono-insaturés s'écrit :

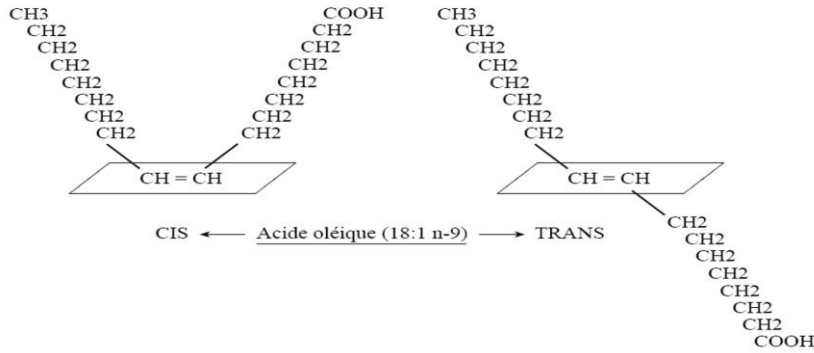


La structure développée des acides gras polyinsaturés s'écrit :



En raison de l'existence d'un nombre élevé d'atomes de carbone, la représentation de la formule développée peut s'écrire de la façon suivante : La présence d'une double liaison, donne à la chaîne aliphatique deux configurations possibles: la configuration Cis (Z), et la configuration Trans (E).

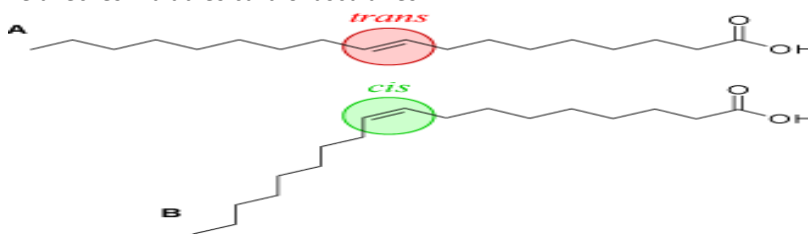
Si elles sont du même côté, la liaison est dite cis, si elles sont au dessus et en dessous la liaison est dite trans.



La plupart des acides gras naturels sont de configuration Cis (Z)

La principale origine des AGT est technologique : elle est due à la transformation industrielle par hydrogénation des acides gras présents dans les huiles végétales .ils permettent ainsi la fabrication des margarines ou bien sont incorporés en biscuiterie viennoiserie et confiserie.

Corrélation positive avec les maladies cardiovasculaires



### III- NOMMENCLATURE DES ACIDES GRAS

Il existe 3 types de nomenclature des acides gras :

1) **Nomenclature internationale normalisée**

Il s'agit de la nomenclature chimique de la molécule, caractérisée par :

- L'addition du radical anoïque pour les acides gras saturés ;
- L'addition du radical ènoïque, des positions des doubles liaisons ainsi que leur configuration spatiale Z (cis)/E (trans) pour les acides gras insaturés ;
- La numérotation à partir du groupement carboxyle COOH (toujours noté 1), les autres carbones portent leur numéro d'ordre.
- Le symbole utilisé pour les acides gras saturés est **Cn:0** et pour les acides gras insaturés **Cn: mΔ (p, p'....)**.
  - n= nombre d'atomes C
  - 0 = absence de doubles liaisons
  - m= nombre de doubles liaisons
  - p, p' ...= positions des doubles liaisons

2) **Nomenclature usuelle**

Pour chaque acide gras est attribué un nom propre, généralement selon sa découverte. Exemple: l'acide gras saturé à 16C est appelé acide palmitique du latin *palmus* (palme), l'acide gras saturé à 12C est appelé acide laurique (laurier)

3) **Nomenclature physiologique (oméga)**

Utilisée surtout par les nutritionnistes. Ne concerne que les acides gras insaturés. Elle tient compte de la première double liaison rencontrée, mais en commençant le décompte à partir du groupement méthyle (CH3) Elle permet une identification des acides gras par famille. De symbole **Cn: mωp** où :

- n= nombre d'atomes de C

- m = nombre de doubles liaisons
- p= position de la première double liaison à partir du groupement méthyle

Exemple, la dénomination de l'acide gras insaturé à 3 doubles liaisons est C18: 3ω6 ce qui signifie:

- C18: 18 atomes de carbone.
- 3: 3 doubles liaisons
- ω 6: La première double liaison se trouve sur le 6ème atome de carbone en partant du CH<sub>3</sub> terminal.

Cet acide gras appartient à la famille des Oméga 6.

### Nomenclature des acides gras saturés

Nombre de carbones	Nom usuel	Nom <u>chimique</u> international	symbole	Formule chimique semi-développée
4	<a href="#">acide butyrique</a>	acide butanoïque	C4:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -COOH
6	<a href="#">acide caproïque</a>	acide hexanoïque	C6:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH
8	<a href="#">acide caprylique</a>	acide octanoïque	C8:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> -COOH
10	<a href="#">acide caprique</a>	acide décanoïque	C10:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> -COOH
12	<a href="#">acide laurique</a>	acide dodécanoïque	C12:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> -COOH
14	<a href="#">acide myristique</a>	acide tétradécanoïque	C14:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> -COOH
16	<a href="#">acide palmitique</a>	acide hexadécanoïque	C16:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> -COOH
18	<a href="#">acide stéarique</a>	acide octodécanoïque	C18:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> -COOH
20	<a href="#">acide arachidique</a>	acide eicosanoïque	C20:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>18</sub> -COOH
22	<a href="#">acide béhénique</a>	acide docosanoïque	C22:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>20</sub> -COOH

24	<a href="#">acide lignocérique</a>	acide tétracosanoïque	C24:0	H <sub>3</sub> C-(CH <sub>2</sub> ) <sub>22</sub> -COOH
----	------------------------------------	-----------------------	-------	---

Les acides gras saturés les plus communs ont un nombre d'atome de carbone de 14 à 20 avec une nette prédominance entre 16 et 18, les AG dont le nombre de C > 24 composent des cires protectrices des bactéries, plantes et insectes

L'acide laurique : C12 :0 présent dans le laurier

L'acide myristique : C14 :0 présent dans la muscade

L'acide palmitique : C16 :0 abondant dans les graisses animales et dans l'huile de palme

L'acide stéarique : C18 :0 abondant dans les graisses animales

L'acide arachidique : C20 :0 présent dans l'arachide.

### Nomenclature des acides gras insaturés

nombre de carbones	Nom usuel	Abrév. en biochimie	Nom <a href="#">chimique</a> international	Nomenclature physiologique
<i>Acide gras mono-insaturés</i>				
16	<a href="#">acide palmitoléique</a>		acide 9Z-hexadécénoïque	C16:1 ω-7
18	<a href="#">acide oléique</a>		acide 9Z-octadécénoïque	C18:1 ω-9
22	<a href="#">acide érucique</a>		acide 13Z-docosaénoïque	C22:1 ω-9
24	<a href="#">acide nervonique</a>		acide 15Z-tétracosanoïque	C24:1 ω-9
<i>Acide gras poly-insaturés</i>				
18	<a href="#">acide linoléique</a>	AL	acide 9Z,12Z-octadécadiénoïque	C18:2 ω-6
18	<a href="#">acide α-linolénique</a>	ALA	acide 9Z,12Z,15Z-octadécatriénoïque	C18:3 ω-3
18	<a href="#">acide γ-linolénique</a>	AGL ou GLA	acide 6Z,9Z,12Z-octadécatriénoïque	C18:3 ω-6

20	<a href="#">acide di-homo-<math>\gamma</math>-linoléinique</a>	DGLA	acide 8Z,11Z,14Z-éicosatriénoïque	C20:3 $\omega$ -6
20	<a href="#">acide arachidonique</a>		acide 5Z,8Z,11Z,14Z-éicosatétraénoïque	C20:4 $\omega$ -6
20	<a href="#">acide éicosapentaénoïque</a>	EPA	acide 5Z,8Z,11Z,14Z,17Z-éicosapentaénoïque	C20:5 $\omega$ -3
22	<a href="#">acide docosahexaénoïque</a>	DHA	acide 4Z,7Z,10Z,13Z,16Z,19Z-docosahexaénoïque	C22:6 $\omega$ -3

## IV-PROPRIETES DES ACIDES GRAS

### A-Propriétés physiques des AG

#### 1-Point de fusion

Il dépend de 2 critères

##### ❖ La longueur de la chaîne :

Exemples : ac. butyrique (C<sub>4</sub>) : F = - 8°C  
 ac. palmitique (C<sub>16</sub>) : F = + 63°C  
 ac. stéarique (C<sub>18</sub>) : F = + 69°C

Une augmentation du nb de C entraîne une augmentation de la t° de fusion

donc, à température ordinaire,  
 les AG à nb de C < 10 sont liquides  
 les AG à nb de C > 10 sont solides

##### ❖ Le taux d'insaturation

Exemples : ac. stéarique (0 $\Delta$ ) : F = + 69°C  
 ac. oléique (1 $\Delta$ ) : F = + 16°C  
 ac. linoléique (2 $\Delta$ ) : F = - 5°C  
 ac. linoléinique (3 $\Delta$ ) : F = - 11°C

Une augmentation du nb de dbl entraîne une diminution de la t° de fusion

Donc, à température ordinaire, tous les AG insaturés sont liquides

Rq : Ce sont les AG qui imposent leur état à la majorité des lipides

#### 2-Solubilité

Les AG sont amphiphiles : possèdent 2 pôles :

- Une chaîne hydrophobe
- Une fonction acide hydrophile

Rapidement, le caractère apolaire de la chaîne l'emporte, seuls les AG en C<sub>(2, 3,4)</sub> voire C<sub>6</sub> sont un peu solubles dans l'eau.

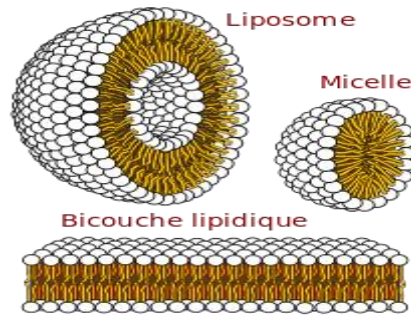
Les sels de sodium ou de potassium des AG forment des savons, solubles dans l'eau

En milieu aqueux, les AG s'associent spontanément pour former :

- Des films (structures feuilletées)



- Des structures micellaires



## B-Propriétés chimiques des AG

### 1-Propriétés liées à la fonction carboxyle

#### \* Salification des acides gras : les savons

Les savons sont des sels d'acides gras :  $R-COOH + NaOH \longrightarrow R-COO^-Na^+$

- Les savons sodiques sont durs
- Les savons potassiques sont mous

Industriellement, les savons sont préparés par saponification des glycérides.

#### Indice d'acide ou de saponification

IA = masse de potasse, en mg, nécessaire pour neutraliser l'acidité libre contenue dans 1 g de matière grasse

#### \* Estérification des alcools :

La fonction acide carboxylique peut estérifier une fonction alcool pour former un ester d'acides gras. Les principaux alcools sont le glycérol et le cholestérol.

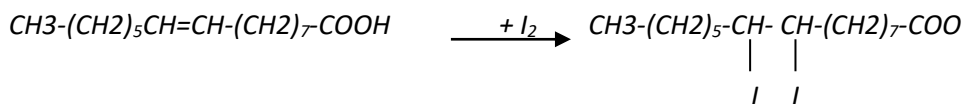
### 2-Propriétés liées à la chaîne aliphatique

\* Les chaînes saturées sont très peu réactives.

\* Les chaînes insaturées : Présentent les propriétés des doubles liaisons, en particulier les réactions d'addition :

○ Réactions d'hydrogénation : Saturation des doubles liaisons.

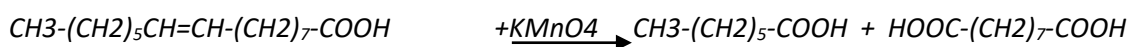
○ Réactions d'addition d'halogène : Tel qu'I<sub>2</sub> ou Br<sub>2</sub> .... :



Réaction utilisée pour évaluer le degré d'insaturation

**Indice d'iode** : Masse d'iode, en g, que l'on peut fixer par addition sur 100 g de matière grasse.

○ Oxydation des doubles liaisons :



Formation d'un monoacide et d'un diacide permettant de localiser les doubles liaisons.

