

Les lipides

**Généralités sur les lipides
Et les acides gras**

CARACTERES GENERAUX DES LIPIDES

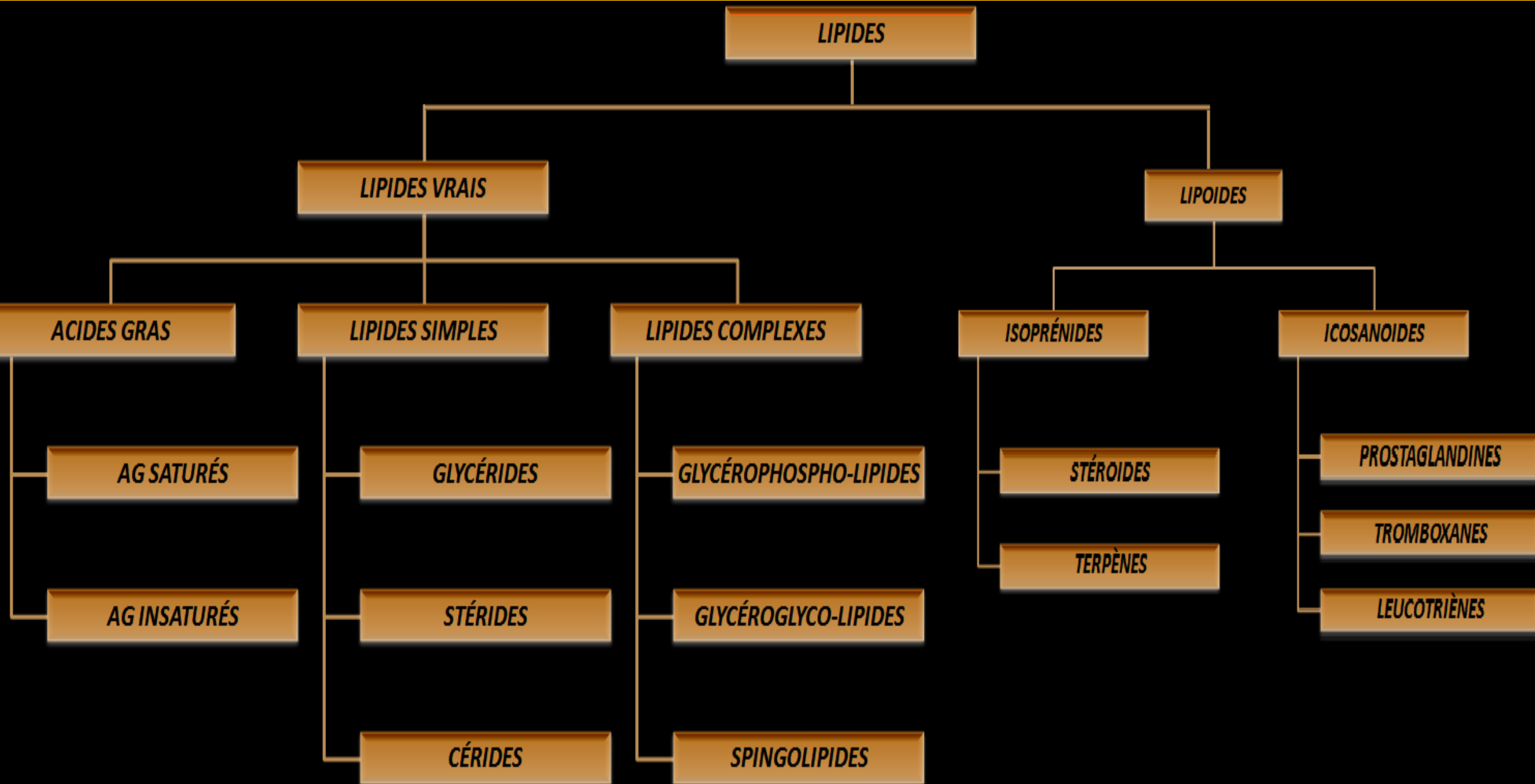
1-Définition

- 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....).
- Ce sont des 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 .
- Ce sont des substances organiques insolubles dans l'eau, huileuses ou grasses.
- Les lipides constituent la **matière grasse** des êtres vivants. Ce sont des molécules hydrophobes

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 (**β oxydation**) va permettre une production importante d'énergie sous forme d'ATP. Ce sont eux qui présentent le meilleur rendement calorique, les lipides ont donc un rôle énergétique important.
- Les lipides ayant une activité biologique : c'est le cas des isoprenoides 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 leucotrienes.

Classification des lipides



Classification:

La classification des lipides se fait en tenant compte de leurs caractéristiques structurales:

Acides Gras: Ils sont monoacides, linéaires, à nombre pair de carbone, soit saturés, soit insaturés.

Cérides: Ce sont des esters d'un acide gras et d'un alcool à longue chaîne aliphatique.

Triglycérides: Ce sont des esters d'acides gras et d'un trialcool, le glycérol.

Glycérophospholipides: Ce sont des esters d'acides gras et de glycérol. Ce dernier étant uni par un phosphate à un autre alcool.

Sphingolipides: Ce sont des amides de sphingosine et un acide gras.

Isoprénoides: Ce sont des polymères d'isoprène.

Classification des lipides

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

I. **LIPIDES SIMPLES**: constitués d'atome de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.

Ils comprennent :

- LES ACIDES GRAS

- LES GLYCERIDES : **esters d'AG et de glycérol ;**

- LES CERIDES: **esters d'AG et d'alcool à longue chaîne ;**

- LES STERIDES: **esters d'AG et de stérol .**

II. LIPIDES COMPLEXES: 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 stéroïdes 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.

I. Les lipides simples:

1. Les acides gras

Ce sont des acides de structure générale $R\text{-COOH}$, caractérisés par:

- ☐ Une fonction carboxylique (**$-\text{COOH}$**)
- ☐ Une chaîne hydrocarbonée (C, H) linéaire, saturée ou insaturée (mono ou polyinsaturée) (**R**)

Les acides gras diffèrent entre eux non seulement par la longueur de la chaîne carbonée, mais aussi par le nombre, la position et la structure spatiale (cis, trans) des doubles liaisons.

Acides gras:

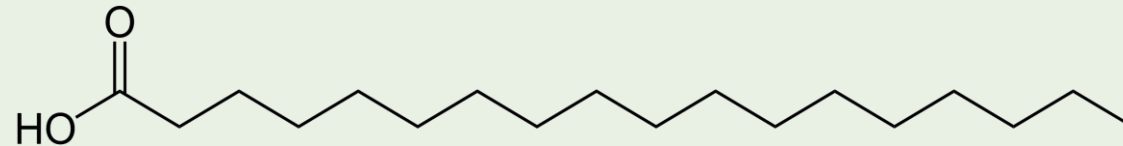
Ce sont des acides monocarboxyliques de formule $R-COOH$, où R représente une queue hydrocarbonée.

Formule générale : $CH_3-(CH_2)_n-COOH$. Le premier carbone est le carboxyle.

Selon la présence de double liaison, les acides gras sont subdivisés en deux catégories :

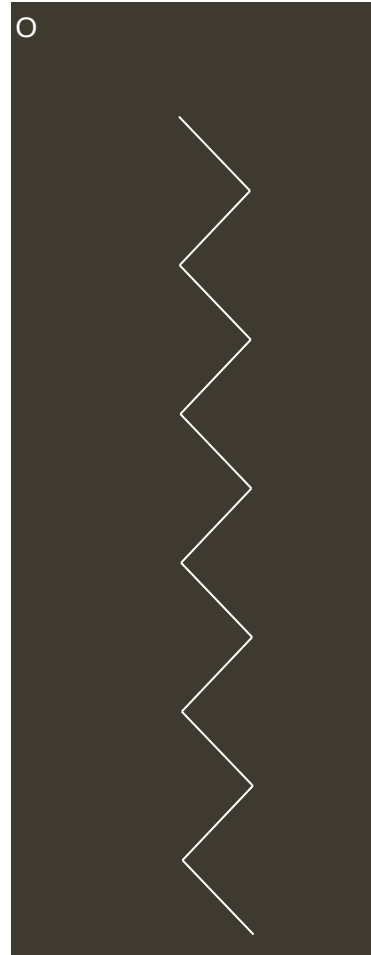
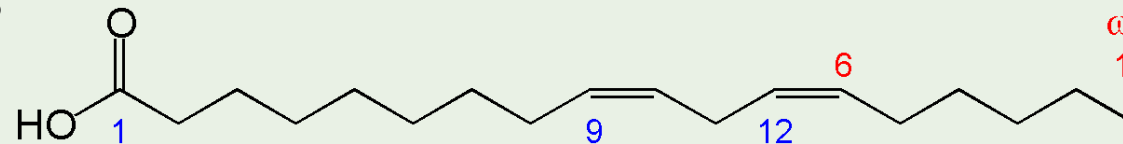
- **Acides gras saturés:** Sans double liaison, molécules sont à la fois souple et étirée.

Acide stéarique:



- **Acides gras insaturés:** possèdent une ou plusieurs doubles liaisons et sont dits monoinsaturés ou polyinsaturés

Acide oléique:



La longueur de la chaîne carbonée permet une classification des acides gras en 4 catégories :

1. les acides gras **volatils**, avec 2, 3 et 4 atomes de carbone respectivement :
l'acide acétique, l'acide propionique, et l'acide butyrique;
2. les acides gras à **chaîne courte** qui possèdent entre 6 et 10 atomes de carbone;
3. les acides gras à **chaîne moyenne**, avec 12 à 14 atomes de carbone;
4. les acides gras à **chaîne longue**, avec 16 ou plus d'atomes de carbone.

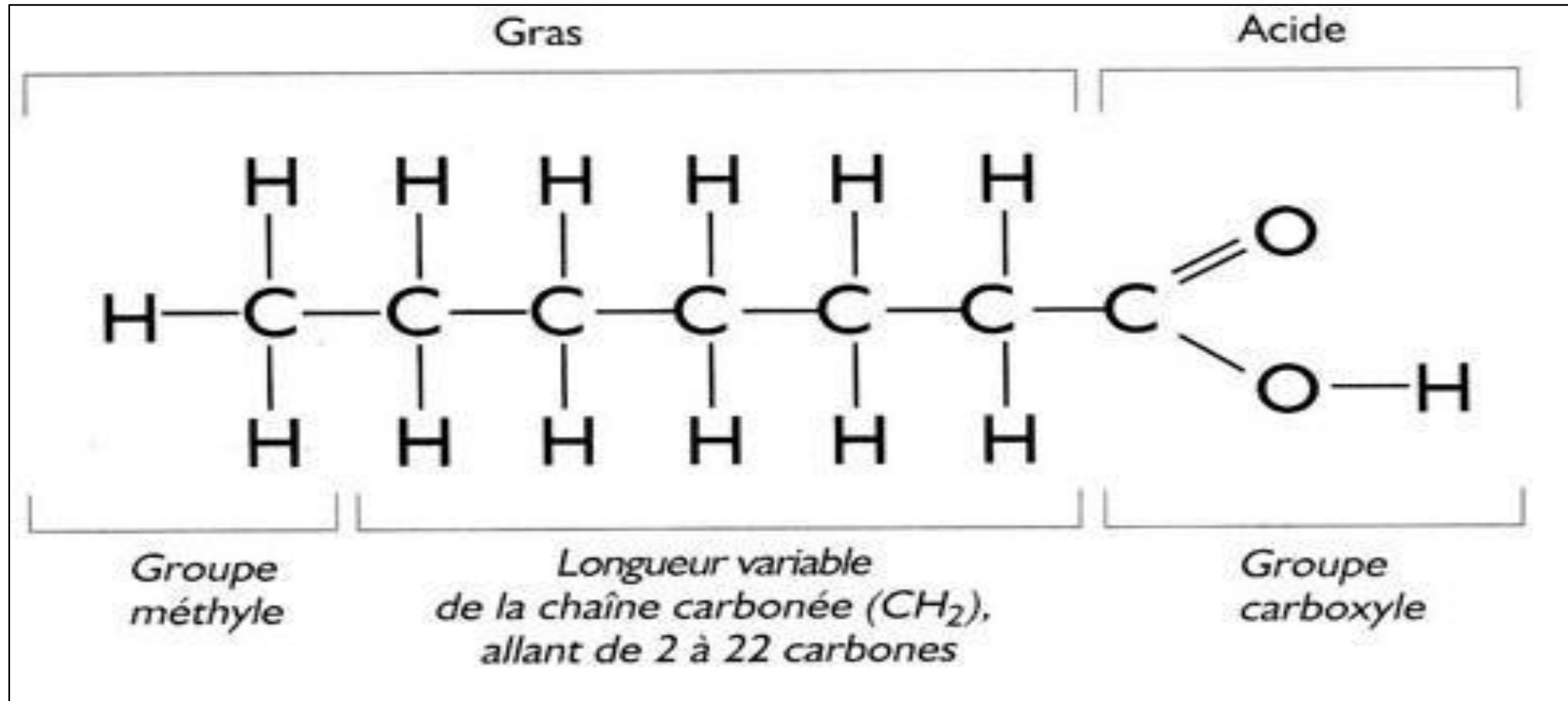
A / Acides gras volatils

- L'acide butyrique entre dans la composition du beurre.
- L'acide propionique se retrouve dans les fromages affinés.
- L'acide acétique est présent dans le vinaigre.

B/ Acides gras saturés

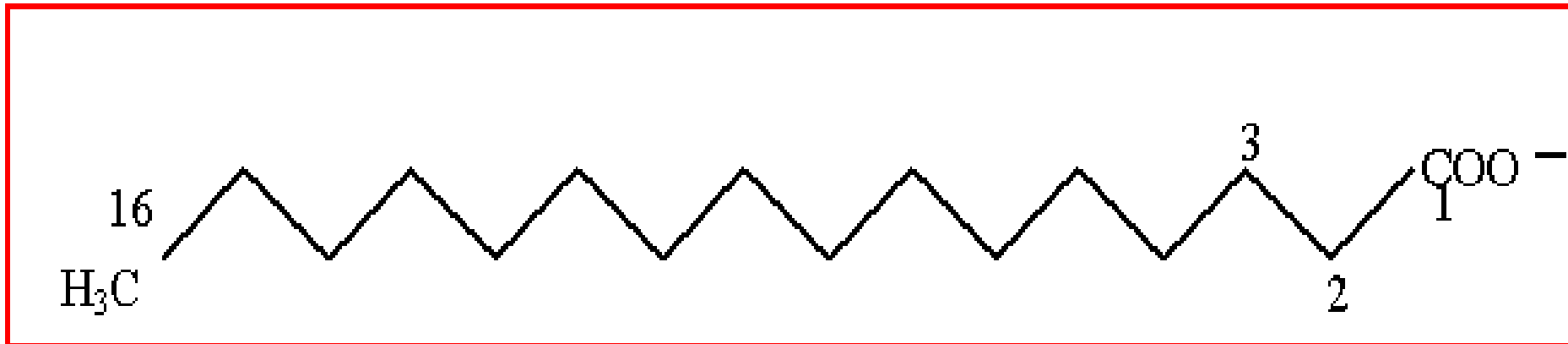
Les acides gras saturés sont caractérisés par des carbones de la chaîne aliphatique (linéaire) liés entre eux par des liaisons simples de type -C-C-, de formule générale $\text{H}_3\text{C} - [\text{CH}_2]_n - \text{COOH}$ où n est un nombre entier égal ou supérieur à 2.

Leur formule développée s'écrit comme suit :



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 intrachaine (CH₂) 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 :



C/ Acides gras insaturés

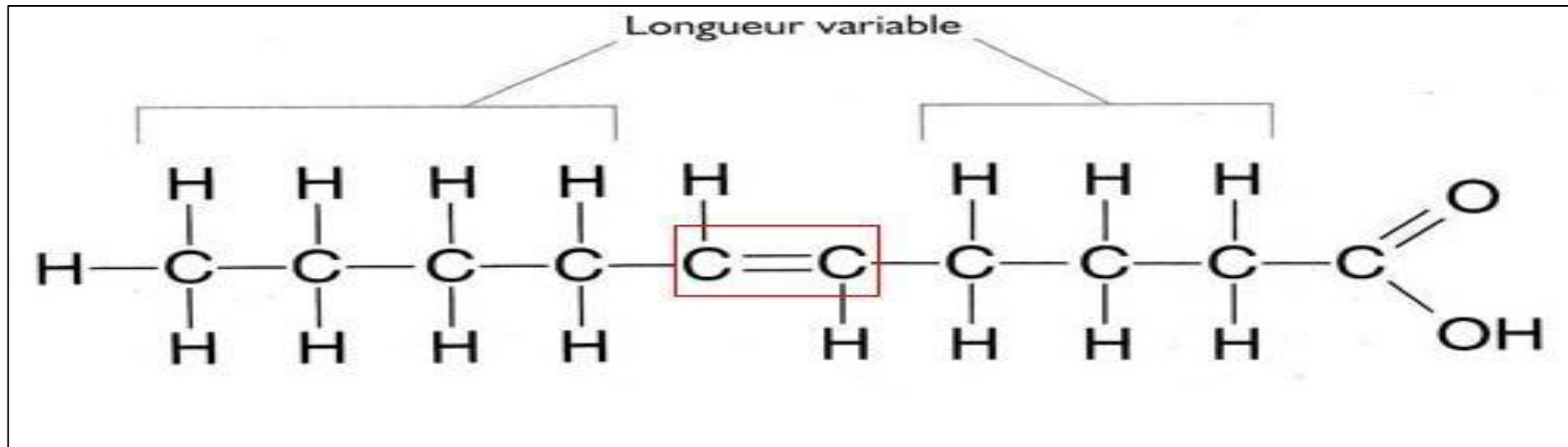
Les acides gras insaturés sont caractérisés au niveau de la chaîne aliphatique par la présence de carbones liés entre eux

par des doubles liaisons de type -C=C- , ils peuvent être **mono-**

insaturés (présence d'une seule double liaison) ou

polyinsaturés (le nombre de double liaisons ≥ 2)

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



Nomenclature des acides gras :

Nomenclature simplifiée:

$C_n:x\Delta m,n,o$

C : carbone

n : nombre de carbone

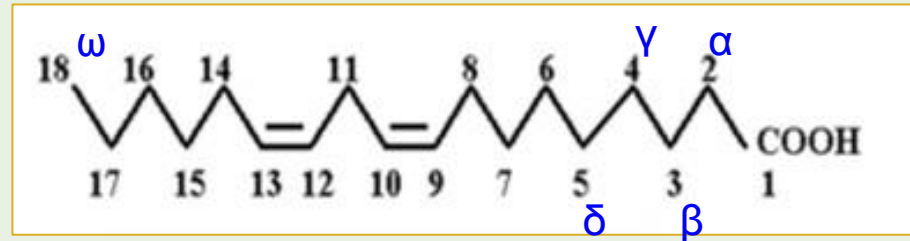
x : nombre de doubles liaisons

Δ : double liaison

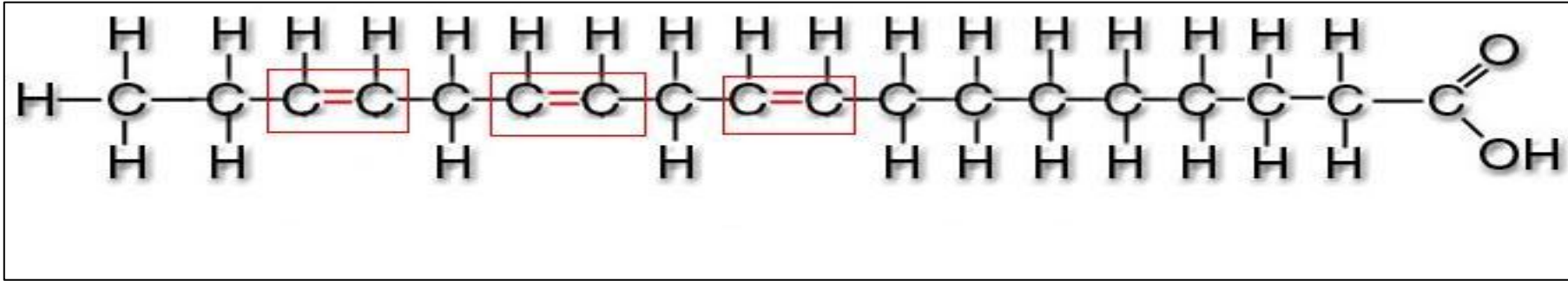
m,n,o: positions des doubles liaisons à partir du carbone 1

Exemple:

Acide linoléique: $C_{18}:2^{\Delta 9,12} (\omega 6)$



La structure développée des acides gras polyinsaturés s'écrit :



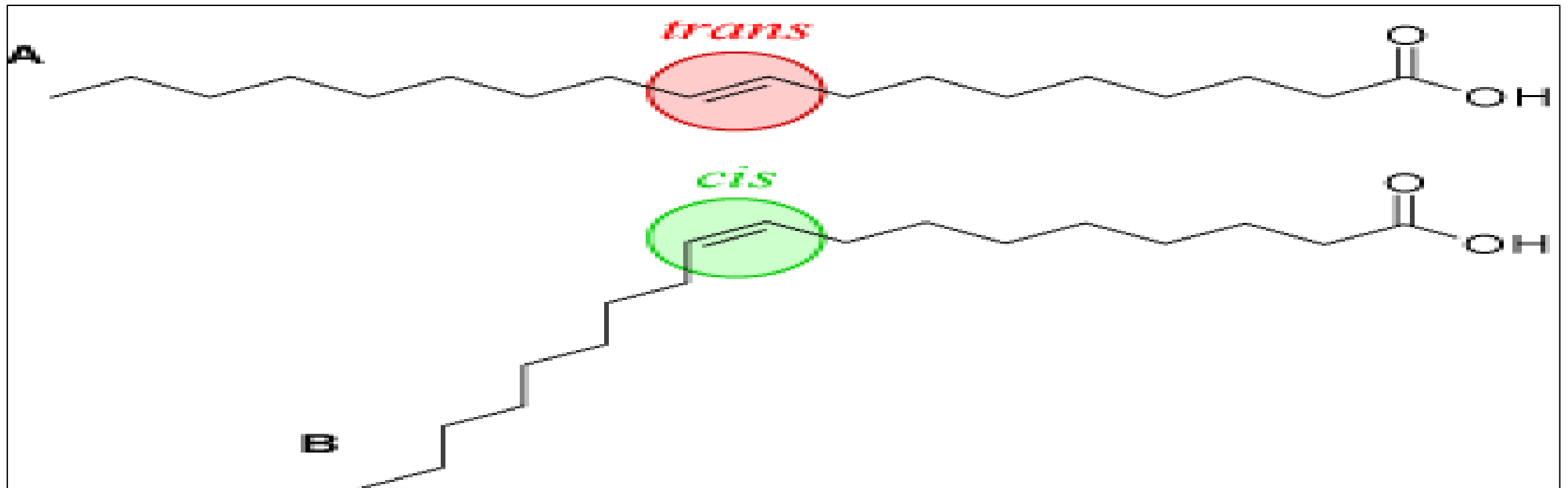
En raison de l'existence d'un nombre élevé d'atomes de carbone, la représentation de la formule développée peut s'écrire de la façon suivante : La présence d'une double liaison, donne à la chaîne aliphatique deux configurations possibles: la configuration Cis (Z), et la configuration Trans (E).

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 AG Trans 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.

Ces AG ont une **corrélation positive** avec les maladies cardiovasculaires.



Nombre de carbones	Nom usuel	Nom <u>chimique</u> international	Symbole	Formule chimique semi- développée
4	<u>acide butyrique</u>	acide butanoïque	C4:0	H3C-(CH2)2-COOH
6	<u>acide caproïque</u>	acide hexanoïque	C6:0	H3C-(CH2)4-COOH
8	<u>acide caprylique</u>	acide octanoïque	C8:0	H3C-(CH2)6-COOH
10	<u>acide caprique</u>	acide décanoïque	C10:0	H3C-(CH2)8-COOH
12	<u>acide laurique</u>	acide dodécanoïque	C12:0	H3C-(CH2)10-COOH
14	<u>acide myristique</u>	acide tétradécanoïque	C14:0	H3C-(CH2)12-COOH
16	<u>acide palmitique</u>	acide hexadécanoïque	C16:0	H3C-(CH2)14-COOH
18	<u>acide stéarique</u>	acide octodécanoïque	C18:0	H3C-(CH2)16-COOH
20	<u>acide arachidique</u>	acide eicosanoïque	C20:0	H3C-(CH2)18-COOH
22	<u>acide béhénique</u>	acide docosanoïque	C22:0	H3C-(CH2)20-COOH
24	<u>acide lignocérique</u>	acide tétracosanoïque	C24:0	H3C-(CH2)22-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 composants 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.

➤ Le symbole utilisé pour les acides gras saturés est **C_n:0** et pour les acides gras insaturés **C_n:mΔ (p, p'....)**.

- n = nombre d'atomes C

- 0 = absence de doubles liaisons

- m = nombre de doubles liaisons

- p, p' ... = positions des doubles liaisons

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 **C_n:0** et pour les acides gras insaturés **C_n: 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 symbol **C_n: 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
- ❖ ω6 : La première double liaison se trouve sur le 6ème atome de carbone en partant du CH₃ terminal. Cet acide gras appartient à la famille des Oméga 6.

nombre de carbones	Nom usuel	Abrév. en biochimie	Nom <u>chimique</u> international	Nomenclature physiologique
Acide gras mono-insaturés				
16	<u>acide palmitoléique</u>		acide 9Z-hexadécénoïque	C16:1 ω-7
18	<u>acide oléique</u>		acide 9Z-octadécénoïque	C18:1 ω-9
22	<u>acide érucique</u>		acide 13Z-docosaénoïque	C22:1 ω-9
24	<u>acide nervonique</u>		acide 15Z-tétracosaénoïque	C24:1 ω-9

nombre de carbones	Nom usuel	Abrév. en biochimie	Nom <u>chimique</u> international	Nomenclature physiologique
Acide gras poly-insaturés				
18	acide linoléique	AL	acide 9Z,12Z-octadécadiénoïque	C18:2 ω-6
18	acide α-linolénique	ALA	acide 9Z,12Z,15Z-octadécatriénoïque	C18:3 ω-3
18	acide γ-linolénique	AGL ou GLA	acide 6Z,9Z,12Z-octadécatriénoïque	C18:3 ω-6
20	acide di-homo- ylinolénique	DGLA	acide 8Z,11Z,14Z-eïcosatriénoïque	C20:3 ω-6
20	acide arachidonique		acide 5Z,8Z,11Z,14Z-éicosatétraénoïque	C20:4 ω-6
20	acide éicosapentaénoïque	EPA	acide 5Z,8Z,11Z,14Z,17Z- éicosapentaénoïque	C20:5 ω-3
22	acide docosahexaénoïque	DHA	acide 4Z,7Z,10Z,13Z,16Z,19Zdocosahexaénoïque	C22:6 ω-3