



Université Sidi Mohamed Ben Abdallah
Faculté des Sciences Dhar El Mehraz – Fès
Département de Biologie

Année universitaire: 2013-2014

SVI-S3

Module: Biochimie Structurale

Cours de Lipides

I- Généralités:

1) Définition:

Du latin: Lipos,

- Les lipides sont des esters formés par l'union d'un alcool avec un ou plusieurs acides gras.
- Ce sont des molécules organiques insolubles dans l'eau, et solubles dans les solvants organiques apolaires tels que: benzène, chloroforme, éther....

2) Rôles biologiques:

- **Réservoirs énergétiques:**
Ils sont une réserve énergétique mobilisable,
1g de lipides correspond à 9 kcal, soit 8 ATP/atome de carbone
(Dans les glucides \approx 6 ATP/atome de carbone)
- **Rôle structurale:**
Ils présentent environ 20% du poids du corps,
La matière blanche du cerveau est de nature lipidique,
Ils entrent dans la composition des membranes biologiques,
.....
- **Précurseurs:**
La majorité des hormones sont synthétisées à partir des lipides,
Les lipides ont un rôle de précurseurs: stéroïdes, vitamines, prostaglandines.

3) Les acides gras (AG):

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

3.1- Les A.G saturés:

Formule générale: $H_3C - (CH_2)_n - COOH$

nb de C	Nom usuel: acide -ique	Formule
4	ac. butyrique	$CH_3 - (CH_2)_2 - COOH$
6	ac. caproïque	$CH_3 - (CH_2)_4 - COOH$
8	ac. caprylique	$CH_3 - (CH_2)_6 - COOH$
10	ac. caprique	$CH_3 - (CH_2)_8 - COOH$
12	ac. laurique	$CH_3 - (CH_2)_{10} - COOH$
14	ac. myristique	$CH_3 - (CH_2)_{12} - COOH$
16	ac. palmitique	$CH_3 - (CH_2)_{14} - COOH$
18	ac. stéarique	$CH_3 - (CH_2)_{16} - COOH$
20	ac. arachidique	$CH_3 - (CH_2)_{18} - COOH$
22	ac. béhénique	$CH_3 - (CH_2)_{20} - COOH$
24	ac. lignocérique	$CH_3 - (CH_2)_{22} - COOH$

Le premier carbone est le carboxyle (COOH).

3.2- Les A.G insaturés:

3.2.1- Nomenclature:

Il existe deux types de nomenclature:

- Physiologique:

En partant du dernier carbone (le méthyle).



Où; n= nb d'atomes de C, k= nb de double-liaisons, et n'= la position de la 1^{ère} d.L

- Chimique:

En partant du 1^{er} carbone (le carboxyle).



Où; n= nb d'atomes de C, k= nb de double-liaisons, et n'= la position de la 1^{ère} d.L

Remarque: La désignation des AG insaturés la plus courante est celle des physiologistes. Elle est utilisée en médecine clinique et en biologie.

3.2.2- Les AG monoinsaturés:

nb de C	Acide	Formule
16	ac. palmitoléique	$H_3C - (CH_2)_5 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$
18	ac. oléique	$H_3C - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_7 - COOH$
22	ac. érucique	$H_3C - (CH_2)_7 - CH = CH - (CH_2)_{11} - COOH$

La présence d'une d.L dans un AG entraîne une isomérisation cis-trans; les AG naturels sont cis:



3.2.3- Les AG polyinsaturés:

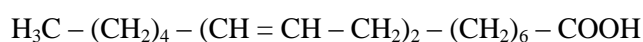
Les plus importants sont l'ac. linoléique et l'ac. linoléique qui sont des acides gras indispensables (l'organisme est incapable de les synthétiser et doivent lui être apportés par l'alimentation).

✓ Famille linoléique ($\omega 6$):

- L'acide linoléique: C_{18} : 2 $\omega 6$

C'est un AG en C_{18} avec 2 d.L ($\omega 6,9$)

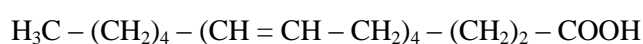
Besoins quotidiens: 3 – 4 g



- L'acide arachidonique: C_{20} : 4 $\omega 6$

Il possède 4 d.L en $\omega 6,9,12,16$

Il synthétisé (par voie enzymatique) dans l'organisme à partir de l'ac. linoléique.

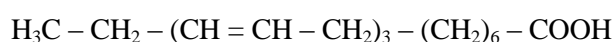


En l'absence de l'ac. linoléique dans l'alimentation, l'ac. arachidonique devient indispensable.

✓ Famille linoléique ($\omega 3$):

- L'acide linoléique:

Il possède 3 d.L en position $\omega 3,6,9$



3.3- Les AG "cycliques":

Les prostaglandines sont des AG à 20 atomes de C qui présentent un cycle à 5C. Il existe pour ces AG particuliers plusieurs classes: PGA, PGB, PGE ... etc. (En indice est indiqué le nb de d.L situées en dehors du cycle), la lettre caractérise le cycle.

II- Propriétés des AG:

1) Propriétés physiques:

1.1- La solubilité:

- Ils sont solubles jusqu'à 4C dans l'eau.
- La solubilité diminue quand le nb de C augmente.
- Ils sont insolubles à partir de 10C.

Remarque: Ils sont solubles dans les solvants organiques apolaires.

1.2- Le point de fusion:

- Augmente avec le nb de C.
- Diminue quand l nb de d.L augmente.

Ils sont liquides à 20°C si n < 10C

Ils sont solides à 20°C si n > 10C

2) Propriétés chimiques:

2.1- β -oxydation:

Coupage de l'AG en molécules constituées de 2C, suivie d'une oxydation pour donner l'ac. acétique (qui entre dans le cycle de Krebs → Catabolisme).

2.2- Oxydation des d.L:

Des oxydants tel que: KMnO_4 en milieu très basique permettent de localiser la d.L.



- L'oxydation par O_2 de l'air conduit au rancissement des graisses.
- L'oxydation enzymatique intracellulaire de l'ac. arachidonique par la cyclooxygénase (cyclisation + oxydation) conduit aux prostaglandines qui sont des médiateurs très actifs, rapidement dégradées.

Remarque: Action biologique des prostaglandines. Elles interviennent dans:

- * La contraction des muscles lisses (intestin, utérus, vaisseaux),
- * La régulation du métabolisme,

* L'agrégation plaquettaire, (l'aspirine est un antiagrégant plaquettaire).

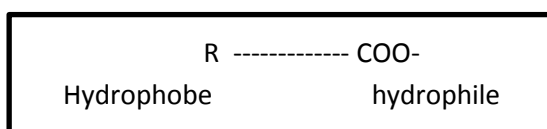
2.3- L'addition de l'iode:

L'ouverture de la d.L permet la fixation de 2 atomes d'iode. La détermination de la quantité d'iode fixée permettra de connaître le nb de d.L (indice d'iode: I.I).

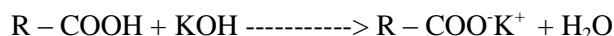
2.4- Saponification: formation de sels de sodium ou de potassium

Ce sont des savons à propriétés moussantes, mouillantes et émulsionnantes.

Dans l'eau, les savons se dissocient en R – COO⁻ et Na⁺ (ou K⁺), l'anion a 2 pôles:



La réaction de saponification est:



Ces molécules appelées amphiphiles ou amphipathiques sont tensioactives: elles abaissent la tension superficielle de l'eau, d'où leurs propriétés.

2.5- Estérification:

Les lipides réagissent avec les alcools (glycérol, stérol...), avec le Coenzyme A, pour former des esters.

III- Classification des lipides:

1) Les lipides simples:

Sont des lipides constitués de C, H et O.

3 types d'alcools sont estérifiés par des AG:

- Glycérol ----> Glycérides
- Cholestérol ----> Stérides
- Alcools a PM élevés ----> Cérides (non étudiés ici)

1.1- Les glycérides:

-fig-

Si les 3 AG sont identiques, le triglycéride est homogène.

S'ils sont différents, il est hétérogène. Le C₂ devient asymétrique.

- Ce sont les lipides naturels les plus nombreux, présents dans le tissu adipeux (graisses de réserves) et dans de nombreux huiles végétales. Ils représentent une réserve énergétique importante chez l'Homme.

- Ils sont solubles dans l'acétone, ce qui les différencie des phospholipides.

Hydrolyse des triglycérides:

- La lipase, enzyme de suc pancréatique → Monoglycéride + 2 AG

-fig-

- La lipase hormonosensible (dans le tissu adipeux) → Glycérol + 3 AG (hydrolyse complète)

1.2- Les stérides:

Le stéride est formé par estérification d'un AG sur la fonction OH en C3 du cholestérol.

Le cholestérol:

-fig-

Le cholestérol est apporté par l'alimentation et synthétisé dans le foie.

C'est un constituant des membranes (rôle dans la fluidité).

Il sert dans l'organisme à la synthèse de 3 groupes de molécules: les hormones stéroïdes (cortisol, testostérone ...), la vitamine D3, les acides biliaires.

La vitamine D3 ou Cholécalférol:

-fig-

Elle est synthétisée à partir d'un précurseur, le 7-déhydrocholéstérol présent dans la peau, qui se transforme en vitamine D3 (un prohormone) sous l'effet des UV.

C'est une vitamine liposoluble qui prévient le rachitisme en favorisant la fixation du calcium sur l'os.

1.3- Les cérides:

Lipides qui constituent les cires.

On les trouvent dans:

- Cires d'abeille
- Plumes des oiseaux
- La paroi des bactéries.

2) Les glycérophospholipides:

2.1- L'acide phosphatidique:

Glycérol + 2 AG + H₃PO₄ -----> Ac. phosphatidique.

-fig-

- C'est l'élément de base des glycérophospholipides.
- Les 2 AG ont une chaîne longue ($\geq 14C$), l'AG en C2 est souvent insaturé.
- Au pH physiologique, les 2 fonctions acides (2 OH de H_3PO_4) sont ionisées.
- L'ac. phosphatidique est un second messager intracellulaire.

2.2- Les glycérophospholipides:

Ils sont formés par la fixation d'un alcool sur l'ac. phosphatidique.

Selon l'alcool, on obtient des classes différentes de lipides:

2.2.1- Phosphatidylsérines:

Ac. phosphatidique + Serine

-fig-

2.2.2- Phosphatidyléthanolamines:

Ac. phosphatidique + éthanolamine

-fig-

2.2.3- Phosphatidylcholines ou Lécithines:

Ac. phosphatidique + Choline

-fig-

On le trouve dans le cerveau, le foie, le jaune d'œuf.

2.2.4- Phosphatidylinositols:

Ac. phosphatidique + Inositol

L'inositol est un hexalcool cyclique qui a 9 isomères possibles. Le myoinositol est le plus fréquent dans les lipides. C'est un mésoinositol inactif sur la lumière polarisée.

Le Myoinositol:

-fig-

Le phosphatidylinositol:

-fig-

2.3- Propriétés des glycérophospholipides:

- Ce sont des molécules amphipathiques (comme les savons), car elles présentent 2 pôles:

- ✓ L'un est hydrophobe, dû aux AG

✓ L'autre est hydrophile, dû à l'ester phosphorique.

- Ce sont des composés amphotères.

2.4- Hydrolyse des phospholipides:

Il existe 4 phospholipases spécifiques:

-fig-

Phospholipide + :

- A1 = AG saturé + lyso-1-phospholipide
- A2 = AG insaturé + lyso-2-phospholipide
- C = Diglycérade + Ester phosphorique (Diacylglycérol)
- D = Ac. phosphatidique + Alcool

Remarque: l'hydrolyse des phospholipides membranaires permet la synthèse des médiateurs lipidiques:

- Une phospholipase A2 conduit aux PG, leucotriènes, lysophospholipides.
- Une phospholipase C conduit aux DAG (Diacylglycérol = Diglycérade), IP3 (Inositol 1.4.5-triphosphate)
- Une phospholipase D conduit à l'ac. phosphatidique.

3) Les sphingolipides:

Ce sont des amides de la sphingosine, qui se forment par liaison du carboxyl de l'AG sur le NH₂ de la sphingosine.

-fig- la sphingosine

3.1- Acylsphingosine ou Céramide:

C'est le plus simple des sphingolipides.

L'AG est saturé et à longue chaîne (le plus souvent est l'ac. lignocérique).

La céramide est un second messager intracellulaire.

-fig-

3.2- Les sphingomyélines:

Sphingosine + AG + phosphorylcholine

-fig-

On les trouve dans les tissus nerveux (graine de myéline) et dans les membranes.

La déficience en sphingomyélinase entraîne leur accumulation dans le cerveau, la rate et le foie.

3.3- Les glycolipides:

3.3.1- Cérébrogalactosides ou galactosylcéramides:

Sphingosine + AG + β -D-galactose

-fig-

3.3.2- Cérébroglucides ou Glucosylcéramides:

Sphingosine + AG + β -D-glucose (liaison β -osidique)

3.3.3- Les gangliosides ou Oligosylcéramides:

Sphingosine + AG + Chaîne de plusieurs oses et dérivées d'oses (NANA) => (oligoside).

- Ils sont abondantes dans les ganglions , d'où leur nom.
- Ils sont présent sur la face externe de la membrane plasmique.
- Ils sont spécifiques, donc reconnus par des protéines (toxines bactériennes, lectines).

Exemple: Antigènes des groupes sanguins.

IV- Structures des membranes biologiques:

1) Les constituants membranaires:

1.1- Les lipides:

- Phospholipides,
- Cholestérol,
- Glycolipides.

1.2- Les protéines:

Elles sont en nombre très variable (25-75%) et ont des fonctions spécifiques: protéines structurales, enzymes, protéines de transport, récepteurs

1.3- Les glucides:

Ils sont associés, soit aux protéines (glycoprotéines), soit aux lipides (glycolipides).

2) Propriétés des membranes biologiques:

- Des structures en forme de feuillets,
- Elles sont asymétriques, c.-à-d. que la composition des faces externe et interne est différente.
- Les lipides membranaires sont amphiphiles, avec une partie hydrophobe (apolaire => queue), et une partie hydrophile (polaire => tête). Elles forment spontanément des bicouches lipidiques, véritables barrières s'opposant aux flux des molécules polaires.

- Elles ont une structure fluide. Cette fluidité est maintenue par la nature des AG, et par le cholestérol.