

# Les lipides

## 1 Définition

- Les lipides sont des molécules organiques *insolubles dans l'eau* (lipos) et solubles dans les solvants organiques apolaires comme benzène, chloroforme, éther,...
- Les lipides sont caractérisés par la présence dans la molécule d'au moins un acide gras ou chaîne grasse.
- Des dérivés isopréniques comme le cholestérol, les stéroïdes et la vitamine D sont rattachés à la classe des lipides en raison de leur insolubilité dans l'eau.

## 2 Rôle biologique

- Les lipides représentent environ 20 % du poids du corps.
- Rôle de réserve énergétique mobilisable : 1g lipides → 9 Kcal.
- Rôle de précurseurs : stéroïdes, vitamines, prostaglandines.
- Rôle de structure : Les membranes ont une structure lipidique.
- Rôle dans les maladies cardiovasculaires : Les plaques d'athérome constituées de dépôt lipidique entraînent le durcissement des artères (athérosclérose).

## 3 Les acides gras

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

### 3.1 Les acides gras saturés [CH<sub>3</sub> -(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub> - COOH] ou [C<sub>n</sub> H<sub>2n</sub> O<sub>2</sub>]

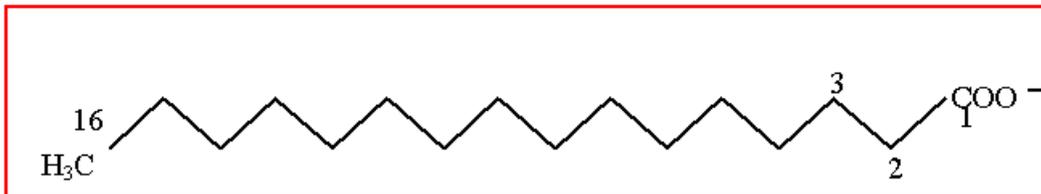
Acide butyrique (4C)

Acide palmitique (16C)

Acide stéarique (18C)

Acide lignocérique (24C)

Le premier carbone est le carboxyle. Exemple : **Acide palmitique** CH<sub>3</sub> - (CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub> - COOH ou C<sub>16</sub> H<sub>32</sub> O<sub>2</sub>



### 3.2 Les acides gras monoinsaturés [C<sub>n</sub> H<sub>2n-2</sub> O<sub>2</sub>]

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

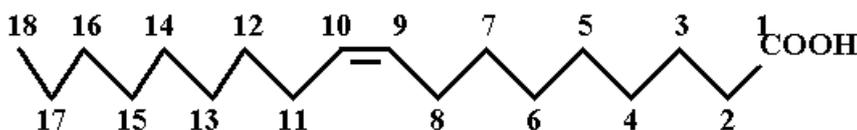
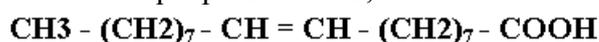
— soit en partant du carboxyle (1er carbone) ; le symbole est Δ ,

— soit en partant du méthyl (dernier carbone) ; le symbole est oméga ω .

En médecine clinique et en biologie, la désignation des acides gras insaturés la plus courante est celle qui fait appel au symbole oméga ( ω ).

**L'acide oléique C<sub>18</sub> : 1 ω 9**

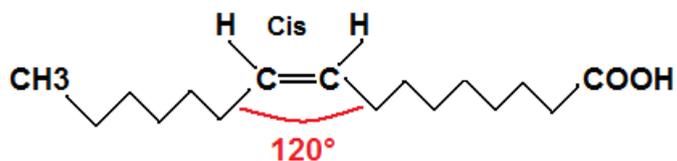
L'acide oléique possède 18C, une double liaison en oméga 9 ( ω 9), ce qui s'écrit C<sub>18</sub> : 1 ω 9.



C'est un acide gras très abondant dans les graisses végétales et animales.

La présence d'une double liaison dans un acide gras entraîne une isomérisation cis-trans.

L'isomérisation des acides gras naturels est de type **cis** :



### 3.3 Les acides gras polyinsaturés

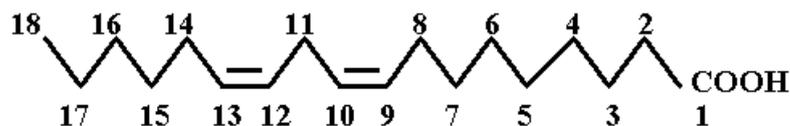
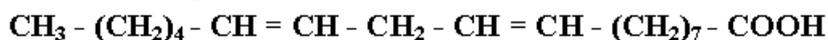
#### 1. Famille linoléique ( $\omega 6$ )

##### ○ Acide linoléique C18 : 2 $\omega 6$

L'acide linoléique est un acide gras indispensable, il doit être apporté par l'alimentation

L'acide linoléique est dit **essentiel** car il ne peut être synthétisé par l'organisme

C'est un acide gras en C18 avec 2 doubles liaisons ( $\omega 6, 9$ )



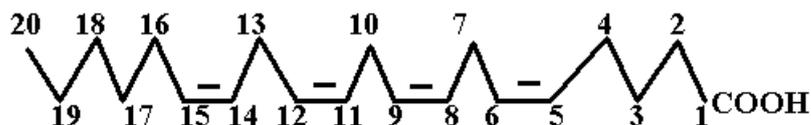
Dans l'organisme, il conduit par voie enzymatique à l'acide arachidonique.

##### ○ Acide arachidonique C20 : 4 $\omega 6$

Il possède 4 doubles liaisons en  $\omega 6, 9, 12, 15$

En l'absence d'acide linoléique dans l'alimentation, l'acide arachidonique devient alors indispensable.

L'acide arachidonique est dit **semi-essentiel** car il peut être synthétisé par l'organisme à partir d'un acide gras essentiel.



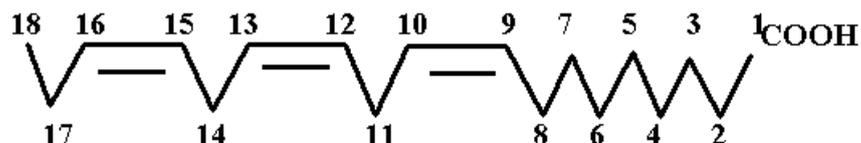
#### 2. Famille linoléique ( $\omega 3$ )

##### ○ Acide linoléique C18 : 3 $\omega 3$

C'est un acide gras indispensable, il doit être apporté par l'alimentation.

L'acide linoléique est dit **essentiel** car il ne peut être synthétisé par l'organisme.

Il possède 3 doubles liaisons en  $\omega 3, 6, 9$



### 3.4 Propriétés des acides gras

#### A. Propriétés physiques :

##### 1) Solubilité

- L'acide butyrique à 4C est soluble dans l'eau, puis la solubilité des acides gras baisse progressivement et ils sont insolubles à partir de 10C.
- Ils sont solubles dans les solvants organiques apolaires : benzène, chloroforme,...

##### 2) Le point de fusion

- augmente avec le nombre de C.
- diminue quand le nombre de doubles liaisons augmente.

3) Ils sont liquides à 20° C si  $n < 10$  C

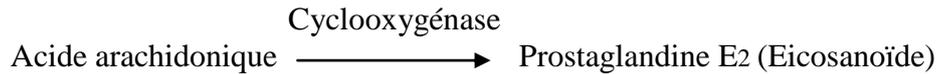
4) Ils sont solides à 20° C si  $n \geq 10$  C

#### B. Propriétés chimiques :

##### 1) Oxydation des doubles liaisons

- L'oxydation par l'oxygène de l'air conduit au rancissement des graisses (libération d'aldéhydes responsables d'odeur et d'acides toxiques)

- L'oxydation enzymatique intracellulaire de l'acide arachidonique par la cyclooxygénase (cyclisation oxydation) conduit aux prostaglandines qui sont des médiateurs très actifs, très rapidement dégradés.



### Actions biologiques des prostaglandines :

La contraction des muscles lisses, la régulation des métabolismes, l'agrégation plaquettaire,...

### 2) Formation de sels de sodium ou potassium (savons)

Ce sont des savons à propriétés moussantes, mouillantes et émulsionnantes. Dans l'eau, les savons se dissocient en :  $\text{Na}^+ + \text{R-COO}^-$

L'anion a 2 pôles :



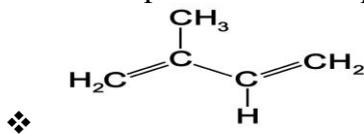
Ces molécules appelées amphiphiles ou amphipathiques, sont tensioactives : elles abaissent la tension superficielle de l'eau.

### 3) Formation d'ester (avec Glycérol et Cholestérol) et de thioester (avec le Coenzyme A).

## 3.5 Classification des lipides

On distingue :

- ❖ Les lipides simples (C,H,O) : Glycérides, Cérides et Stérides.
- ❖ Les lipides complexes (C,H,O,N,P,S) : Glycérophospholipides et Sphingolipides.
- ❖ Les isoprénoïdes non saponifiables formés par polymérisation d'une molécule appelée isoprène :

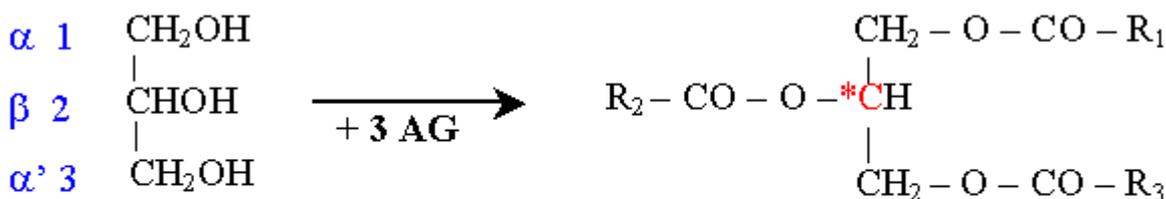


## 4 Les lipides simples : glycérides et stérides

- Ce sont des composés ternaires car constitués de 3 atomes : C, H et O.
- Ce sont des esters d'acides gras + Alcool.
- 3 types d'alcool sont estérifiés par des acides gras :
  - Glycérol → Glycérides
  - Cholestérol → Stérides
  - Alcool à PM élevé → Cérides (non étudiés ici).

### 4.1 Les glycérides

- Ce sont des esters d'Acides Gras et de **Glycérol**.



**Glycérol**

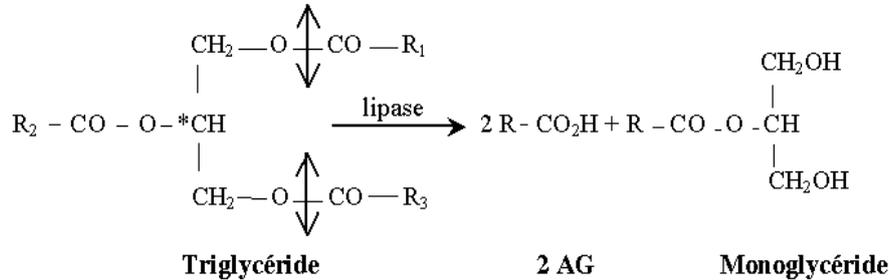
**Triglycérides**

- Si les 3 AG sont identiques, le triglycéride est homogène ; s'ils sont différents, il est hétérogène.

- Ce sont les lipides naturels les plus nombreux, présents dans le tissu adipeux (graisses de réserve) et dans de nombreuses huiles végétales. Ils représentent une réserve énergétique importante chez l'homme.
- Ils sont solubles dans l'acétone, ce qui les différencie des phospholipides, car les triglycérides sont très apolaires.

### Hydrolyse des triglycérides

— **La lipase**, enzyme du *suc pancréatique*, hydrolyse les triglycérides alimentaires en monoglycéride + 2 acides gras :

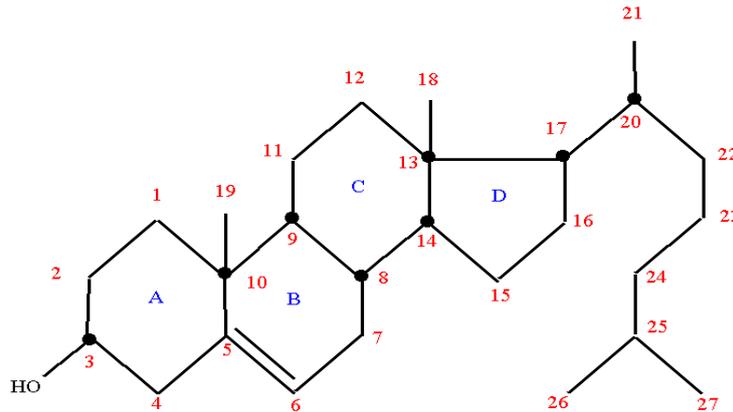


— Dans le *tissu adipeux*, l'hydrolyse est complète car elle donne Glycérol + 3 AG

## 4.2 Les stérides

- Ce sont des esters du **cholestérol**.

Le cholestérol est une structure composée de 3 cycles hexagonaux + un cycle pentagonal correspondant au cyclopentanoperhydrophénanthène. Il possède une fonction alcool secondaire en C3 et une double liaison en Δ5.

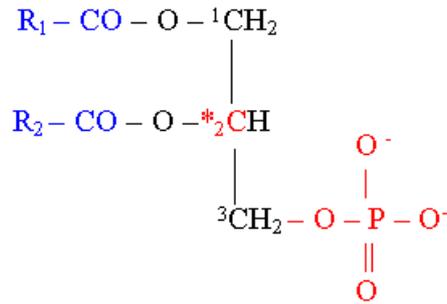


- Le stéride est formé par estérification d'un AG sur la fonction alcool en 3 du cholestérol.
- Le cholestérol est apporté dans l'alimentation et synthétisé par le foie ; il est transporté dans le sang dans les lipoprotéines.
- C'est un constituant des membranes (rôle dans la fluidité).
- Le cholestérol sert dans l'organisme à la synthèse de 3 groupes de molécules :
  - Les hormones stéroïdes (cortisol, testostérone...),
  - La vitamine D3 : elle favorise la fixation du calcium sur l'os et prévient le rachisme,
  - Les acides biliaires sécrétés par la bile.

# 4.5 Glycerophospholipides

## 4.5.1 L'acide phosphatidique

- C'est l'élément de base des glycérophospholipides.  
Acide phosphatidique = Glycérol + 2 Acides Gras + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

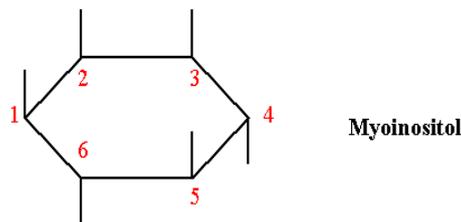
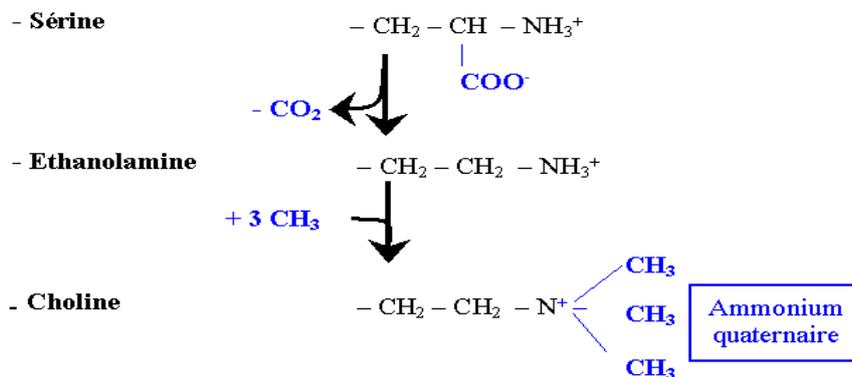


- Les deux acides gras ont une chaîne longue ( $\geq 14C$ ), l'acide gras en position 2 est souvent insaturé.
- L'acidité de la molécule provient des 2 H mobiles libres de l'acide phosphorique.
- Au pH sanguin (7,35 - 7,45), les 2 fonctions acides sont ionisées.
- L'acide phosphatidique est un second messager intracellulaire.

## 4.5.2 Les glycérophospholipides

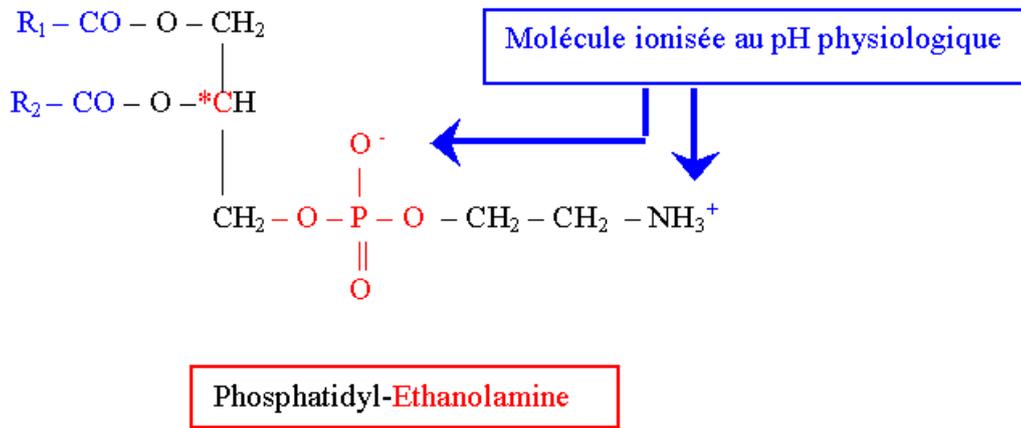
- Ils sont constitués d'acide phosphatidique + alcool
- Selon l'alcool, on obtient des classes différentes de glycérophospholipides.
- Au pH du sang (7,35 - 7,45) les molécules sont ionisées.

### Nature de l'alcool:



## 4.5.3 Les Phosphatidyléthanolamines et Phosphatidylsérines

- Phosphatidylsérines = Acides Phosphatidiques + *Sérine* (classe de céphalines)
- Phosphatidyléthanolamines = Acides Phosphatidiques + *Ethanolamine* (classe de céphalines)
- Phosphatidylcholines = Acides Phosphatidiques + *Choline* (classe de lécithines)
- Phosphatidylinositols = Acides Phosphatidiques + *Inositol* (classe des inositides)

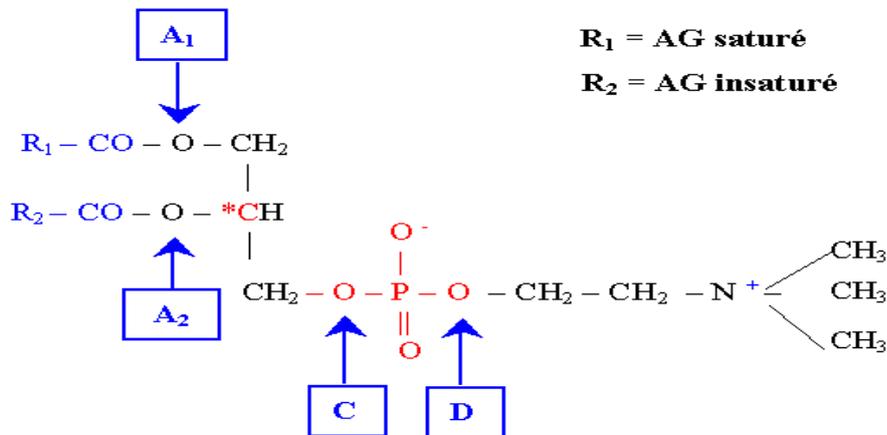


#### 4.5.4 Propriétés des Glycérophospholipides

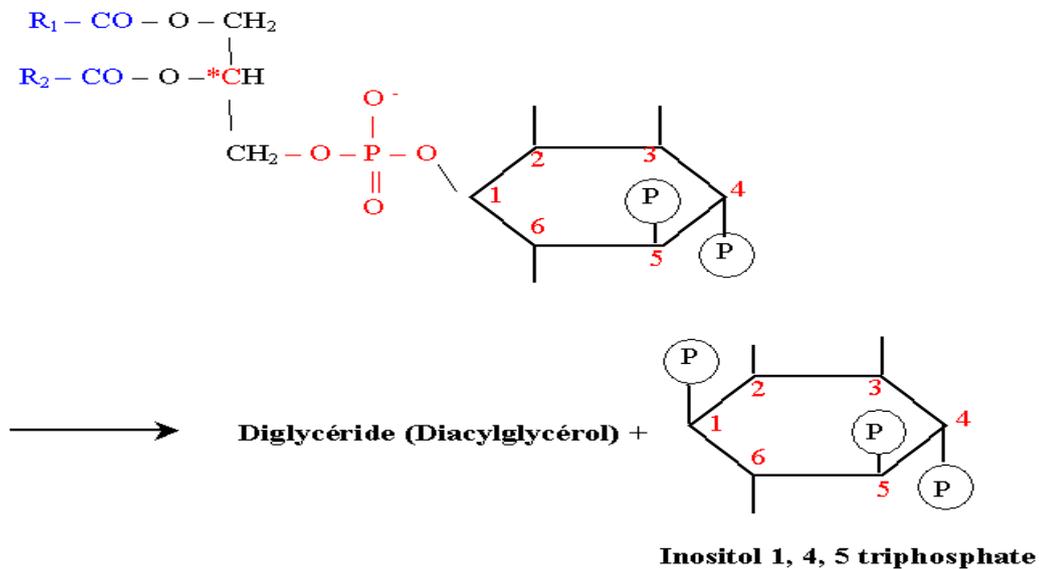
- ✓ Ce sont des molécules amphipathiques (ou amphiphiles) car elles présentent 2 pôles :
  - l'un hydrophobe dû aux AG ;
  - l'autre hydrophile dû à l'ester phosphorique.
- ✓ Elles ont donc des propriétés identiques à celles des savons (émulsionnants, ...).
- ✓ Ce sont des molécules amphotères car elles possèdent à la fois :
  - une fonction acide apportée par H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
  - une fonction basique apportée par l'acide aminé alcool (sérine, thréonine) ou par la choline.

#### 4.5.5 Hydrolyse des phospholipides par les phospholipases

1) Il existe 4 phospholipases spécifiques A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, C et D :



- Si hydrolyse par la phospholipase A<sub>1</sub> :  
AG saturé + Lysophosphatidylcholine
- Si hydrolyse par la phospholipase A<sub>2</sub>  
AG insaturé + glycérophosphocholine
- Si hydrolyse du phosphatidylinositol 4, 5 diphosphate par une phospholipase C :



➤ Si hydrolyse par la phospholipase **D** :  
Acide phosphatidique + alcool (choline par exemple).

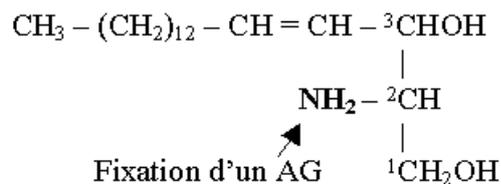
### 2) Rôle des phospholipases

- L'hydrolyse des phospholipides alimentaires lors de la digestion est réalisée par la phospholipase A2 pancréatique.
- L'hydrolyse des phospholipides membranaires permet la synthèse de médiateurs lipidiques :
  - une phospholipase A2 conduit aux prostaglandines, leucotriènes,
  - une phospholipase C conduit aux DAG (Diacylglycérol), IP3 (inositol 1, 4, 5 triphosphate)
  - une phospholipase D conduit à l'Acide phosphatidique.

## 4.6 Sphingolipides

❖ Ce sont des amides de la sphingosine qui se forment par liaison du carboxyle de l'AG sur le -NH<sub>2</sub> de la sphingosine :

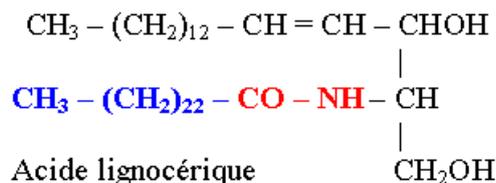
AG + NH<sub>2</sub> de la sphingosine



**Sphingosine**

### 4.6.1 Acylsphingosine ou Céramide

❖ Le plus simple des sphingolipides est le céramide ou acylsphingosine.



- ❖ L'acide gras fixé à la sphingosine est saturé et à longue chaîne.
- ❖ Le Céramide est un second messager intracellulaire.

