

Support destiné au étudiants de médecine dentaire

Dr. Khebbat Zerargui F.

Chapitre

Structure des lipides

Définition

Rôle biologique

Classification

Les lipides saponifiables

➤ **Les acides gras**

- Les acides gras saturés
- Les acides gras insaturés

➤ **Les lipides simples**

- Les triacylglycérols
- Les stérides
- Les cérides

➤ **Les lipides complexes**

- Les glycérophospholipides
- Les sphingolipides

Les lipides insaponifiables

➤ **Les stéroïdes**

➤ **Les terpènes**

Les lipoprotéines

Définition

Les lipides, du grec « lipos » (« graisse »), constituent une classe assez hétérogène de molécules. Sont regroupées sous cette dénomination les molécules ayant un caractère **hydrophobe marqué**, c'est à dire très peu solubles dans l'eau mais solubles dans la plupart des solvants organiques, comme le chloroforme, par exemple.

Nous trouvons aussi des lipides dans la cire de bougie, les graisses animales, l'huile d'olive et pratiquement tous les corps gras. Cependant, il n'existe pas encore de définition unique d'un lipide reconnue par l'ensemble de la communauté scientifique. Ceci tient probablement au fait que les lipides forment un ensemble de molécules aux structures et aux fonctions extrêmement variées dans le monde du vivant.

D'un point de vue métabolique, les lipides constituent des **réserves énergétiques**. Les sucres sont par exemple transformés en lipides et stockés dans les cellules adipeuses en cas de consommation supérieure à l'utilisation.

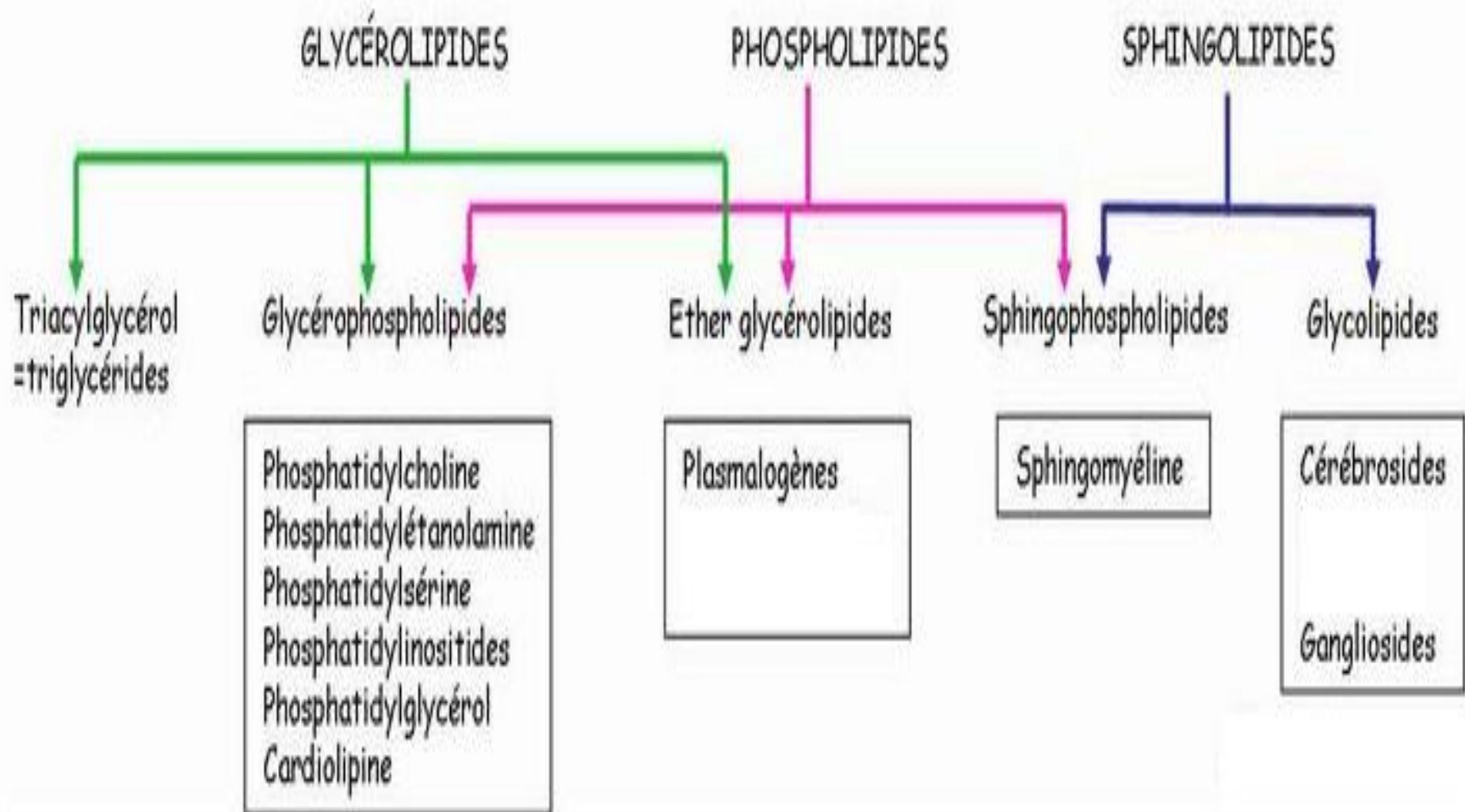
Rôle biologique

- Les lipides représentent environ 20 % du poids du corps.
- Ils sont une réserve énergétique mobilisable : 1g lipides -9 Kcal
- Ils ont un rôle de précurseurs : stéroïdes, vitamines, prostaglandines.
- Deux acides gras poly insaturés sont des facteurs nutritionnels essentiels car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent lui être apportés par l'alimentation. Ce sont des acides gras indispensables : acide linoléique et acide linoléique.
- Les membranes ont une structure lipidique.
- Les plaques d'athérome constituées de dépôt lipidique entraînent le durcissement des artères (athérosclérose).

Classification

Les lipides peuvent être classés selon la structure de leur squelette carboné (atomes de carbone chaînés, cycliques, présence d'insaturations, etc.). Toutefois, du fait de leur diversité et de la difficulté à adopter une définition universelle, il n'existe pas de classification unique des lipides. Selon l'IUPAC, par exemple, sont inclus dans la catégorie « lipides » les acides gras et dérivés, ainsi que leurs esters respectifs:

CLASSIFICATION DES LIPIDES



Les acides gras

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

Acides gras incorporés aux lipides membranaires

Nombre de carbones	Nombre de liaisons doubles	Nom commun	Nom IUPAC	Formule moléculaire
12	0	Laurate	<i>n</i> -Dodécanoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COO}^-$
14	0	Myristate	<i>n</i> -Tétradécanoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COO}^-$
16	0	Palmitate	<i>n</i> -Hexadécanoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}^-$
18	0	Stéarate	<i>n</i> -Octadécanoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-$
20	0	Arachidate	<i>n</i> -Eicosanoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COO}^-$
22	0	Béhenate	<i>n</i> -Docosanoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COO}^-$
24	0	Lignocérate	<i>n</i> -Tétracosanoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COO}^-$
16	1	Palmitoléate	<i>cis</i> - Δ^5 -Hexadécénoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COO}^-$
18	1	Oléate	<i>cis</i> - Δ^9 -Octadécénoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COO}^-$
18	2	Linoléate	<i>cis</i> - $\Delta^{9,12}$ -Octadécadiénoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COO}^-$
18	3	Linoléate	tout <i>cis</i> - $\Delta^{9,12,15}$ -Octadécatriénoate	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_2\text{COO}^-$
20	4	Arachidonate	tout <i>cis</i> - $\Delta^{5,8,11,14}$ -Eicosatetraénoate	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COO}^-$

Composition en acides gras de 3 graisses
naturelles de l'alimentation *

% du total d'acides gras

Saturés

Insaturés

C₄—C₁₂

C₁₄

C₁₆

C₁₈

C₁₆ + C₁₈

Huile d'olive

< 2

< 2

13

3

80

Beurre

11

10

26

11

40

Graisse de
bœuf

< 2

< 2

29

21

46

Les acides gras saturés



4Acide butyrique, 16C Acide palmitique, 18C Acide stéarique,
24C Acide lignocérique.

Exemple : Acide palmitique $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$

Le premier carbone est le carboxyle.



Les acides gras mono insaturés:

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

soit en partant du carboxyle (1^{er} carbone) ; le symbole est Δ

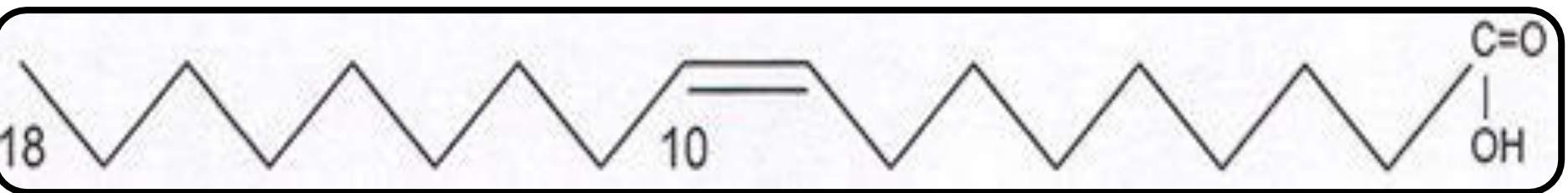
soit en partant du méthyle (dernier carbone);le symbole est oméga ω

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 C₁₈ ω ₉

L'acide oléique possède 18C, une double liaison en oméga ω ₉

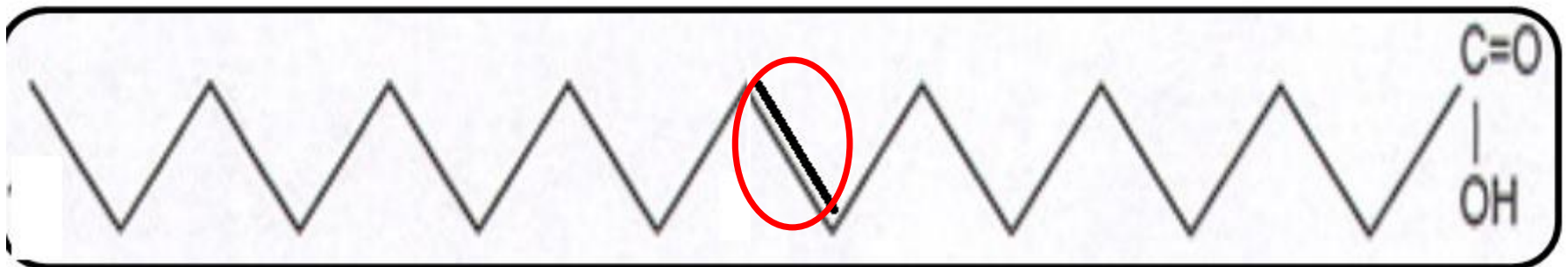
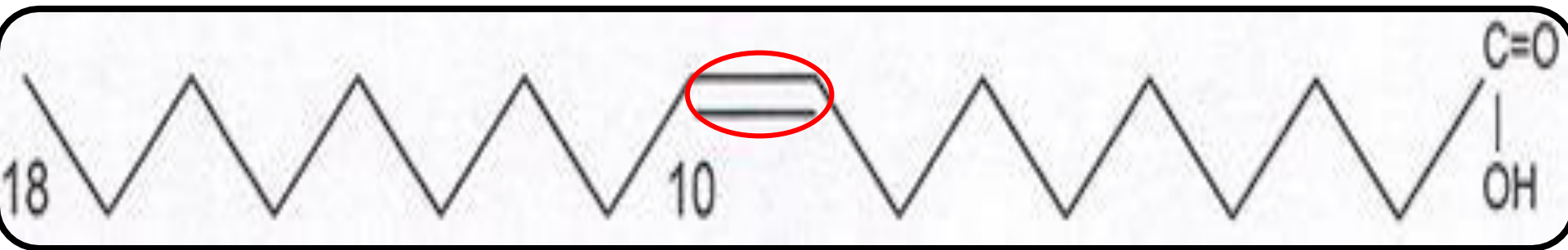
ce qui s'écrit C₁₈ ω ₉.



C'est l'acide le plus abondant des acides gras insaturés dans notre organisme. Il est présent dans toutes les graisses végétales et animales mais peut également être synthétisé par notre organisme. Il est donc non indispensable.

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

Les acides gras naturels sont de configuration **cis** :





La fluidité augmente si les phospholipides comportent des acides gras insaturés dont les doubles liaisons sont de configuration cis

Les acides gras poly insaturés

▪Acide linoléique C₁₈Ω_{6,9}

L'acide linoléique est un acide gras indispensable (besoins quotidiens : 3-4 g).

C'est un acide gras en C18 avec 2 doubles liaisons (Ω_{6,9})

6

9

1



1

▪ **Acide linoléique** $C_{18}\Delta_{3,6,9}$

Il possède 3 doubles liaisons $\Delta_{3,6,9}$

3

6

9



▪ Acide arachidonique $C_{20}\omega_{6,9,12,15}$

Il possède 4 doubles liaisons en $\omega_{6,9,12,15}$

L'acide linoléique donne naissance dans l'organisme à l'acide arachidonique à 20 C et 4 doubles liaisons. En l'absence d'acide linoléique dans l'alimentation, l'acide arachidonique devient indispensable.

6

9

12

15



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

Acides gras incorporés aux lipides membranaires

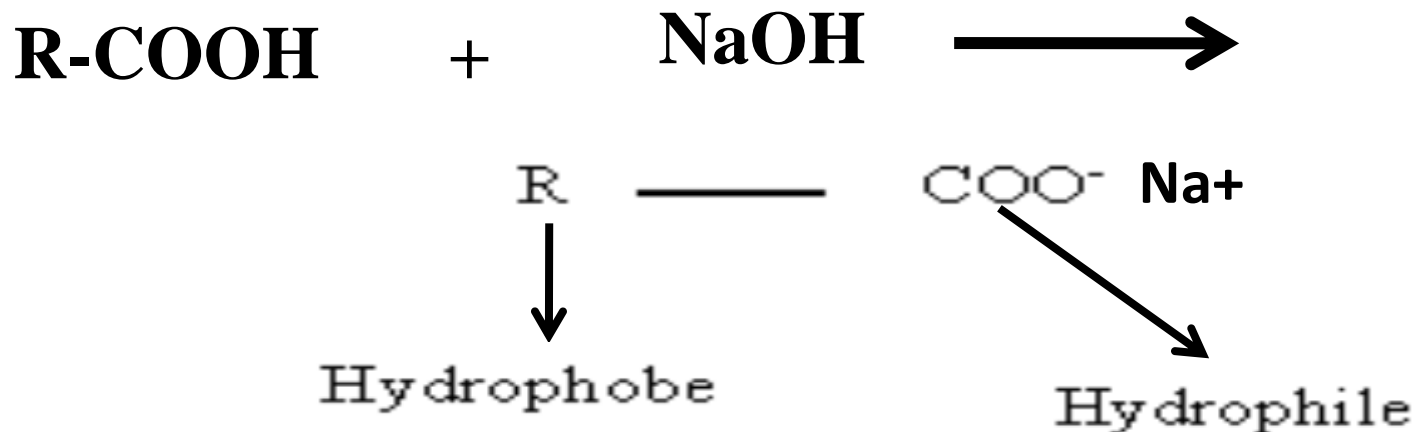
Nombre de carbones	Nombre de liaisons doubles	Nom commun	Nom IUPAC	Point de fusion, °C	Formule moléculaire
12	0	Laurate	π -Dodécanoate	44,2	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COO}^-$
14	0	Myristate	π -Tétradécanoate	53,9	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COO}^-$
16	0	Palmitate	π -Hexadécanoate	63,1	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO}^-$
18	0	Stéarate	π -Octadécanoate	69,6	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COO}^-$
20	0	Arachidate	π -Eicosanoate	76,5	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COO}^-$
22	0	Béhénate	π -Docosanoate	80,0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COO}^-$
24	0	Lignocérate	π -Tétracosanoate	86,0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COO}^-$
16	1	Palmitoléate	<i>cis</i> - Δ^5 -Hexadécénoate	-0,5	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-$
18	1	Oléate	<i>cis</i> - Δ^9 -Octadécénoate	13,4	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COO}^-$
18	2	Linoléate	<i>cis</i> - $\Delta^{9,12}$ -Octadécadiénoate	-5,0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COO}^-$
18	3	Linoléate	tout <i>cis</i> - $\Delta^{5,8,11,14}$ -Octadécatriénoate	-11,0	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COO}^-$
20	4	Arachidonate	tout <i>cis</i> - $\Delta^{5,8,11,14}$ -Eicosatétraénoate	-49,5	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COO}^-$

B. Propriétés chimiques

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 Na^+ et R-COO^- . L'anion a 2 pôles.

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

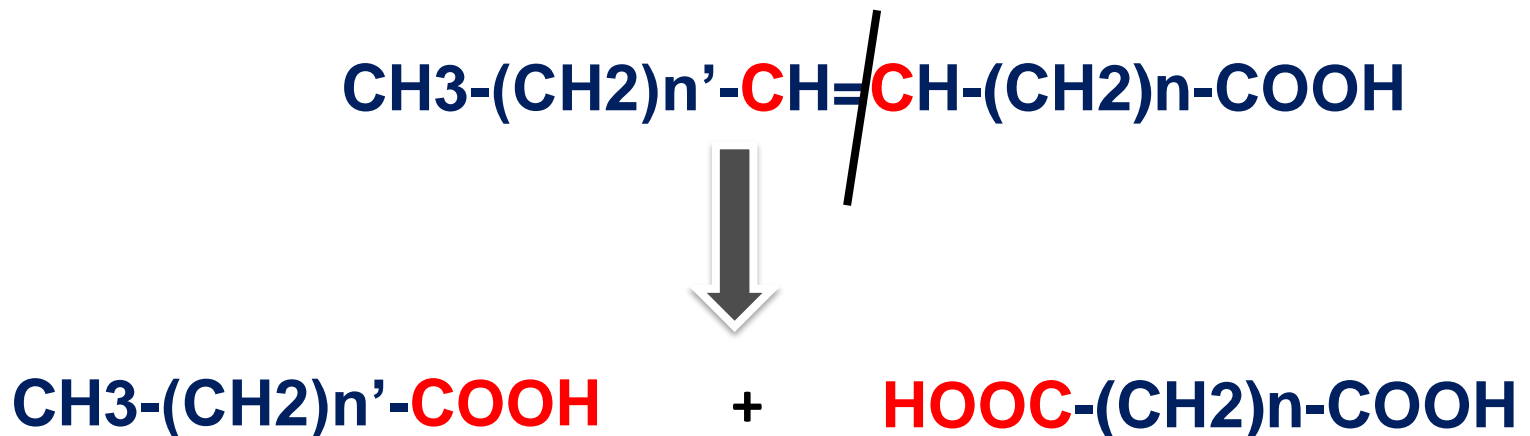


Oxydation des doubles liaisons

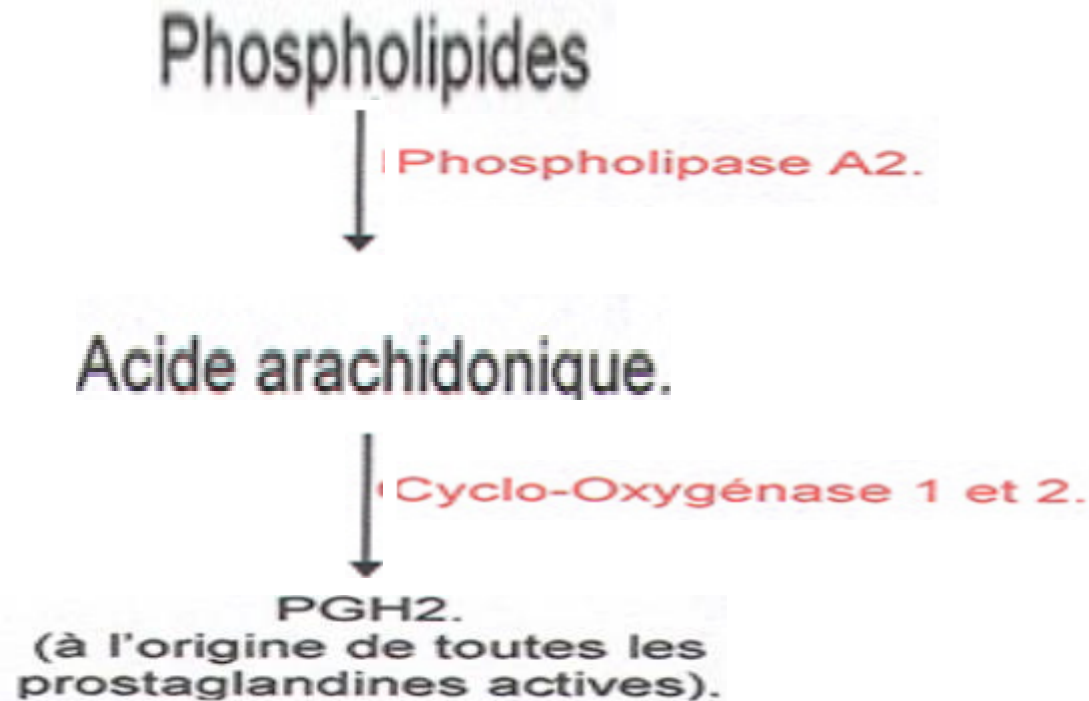
* L'oxydation par l'oxygène de l'air conduit au **rancissement** des graisses.

* L'oxydation en présence du **KMnO4** oxydant puissant, donne un monoacide et un ou plusieurs diacides

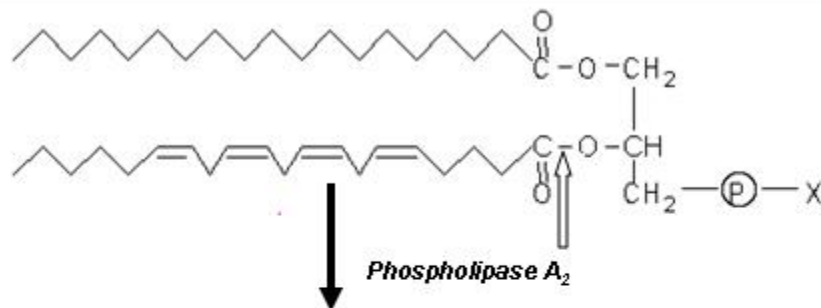
Le nombre de diacide est équivalent au nombre de double liaison.



*** 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.**



Phospholipid

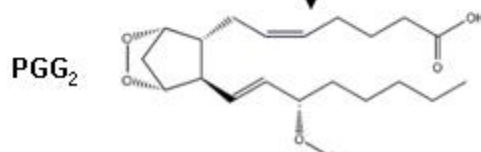


Arachidonic Acid



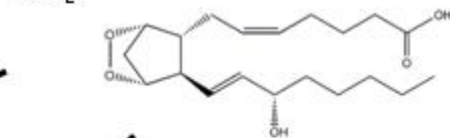
Cyclooxygenase-1 and -2 (PGH₂ synthases)

PGG₂



Cyclooxygenase-1 and -2 (PGH₂ synthases)

PGH₂



Cyclooxygenase reaction

Peroxidase reaction

PGF Synthase

PGD Synthase

PGE Synthase

Prostacyclin Synthase

Tromboxane Synthase

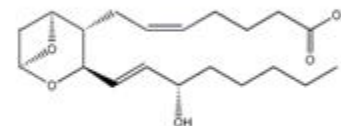
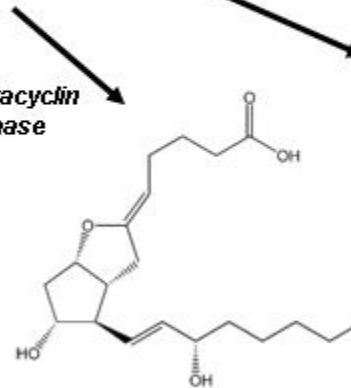
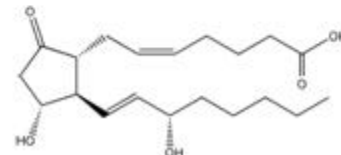
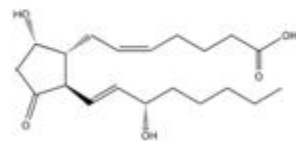
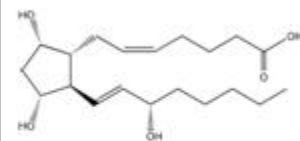
PGF_{2α}

PGD₂

PGE₂

PGI₂

TXA₂



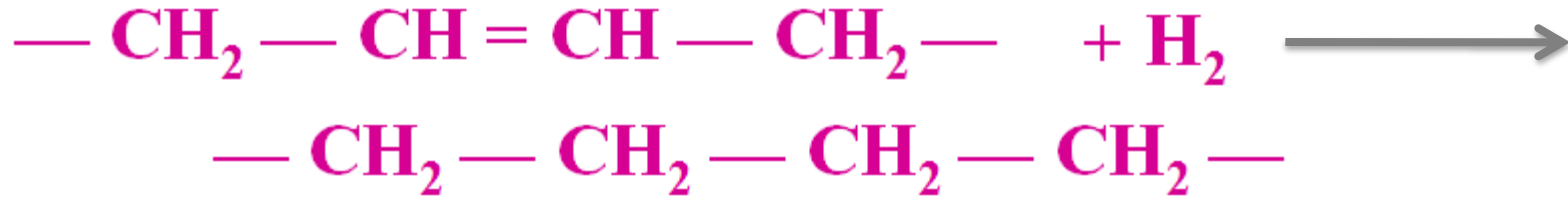
- **Action biologique des prostaglandines**

Elles interviennent :

- dans la contraction des muscles lisses (intestin, utérus, vaisseaux)
- dans la régulation des métabolismes ;
- dans l'agrégation plaquettaire. L'inhibition de la cyclooxygénase des plaquettes par l'aspirine est utile en thérapeutique (antiagrégant plaquettaire).

Réaction d'addition

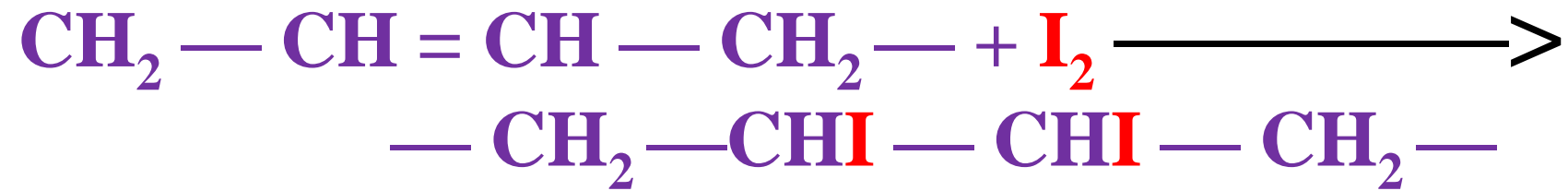
L'hydrogénation en présence de nickel Raney, sur noir de platine ou hydrogénation catalytique, aboutit à la saturation des acides gras.



L'une de ces applications est la transformation des huiles de poissons à odeur désagréables en huiles comestibles.

* La fabrication de la margarine à partir des huiles végétales riches en acides gras insaturés.

Halogénéation : fixation des halogènes Cl₂, Br₂ et I₂ sur la double liaison, le nombre de molécules d'halogène fixées est égale au nombre de double liaison.



Cette réaction est surtout exploitée avec l'iode, le chlore et le brome pour évaluer le degré d'insaturation des acides gras. Il s'agit en fait d'une évaluation de l'aptitude des acides gras à rancir : plus il y'a des insaturations sur l'acide gras, plus il serait sensible à l'O₂.

**L'indice d'iode est la quantité
en gramme d'iode fixé par
100g de lipide**

Lipides simples

Glycérides, stérides et cérides

- * Ce sont des lipides simples, composés ternaires constitués de C, H, O
- * Ce sont des esters d'acides gras + Alcool
- * 3 types d'alcool sont estérifiés par des acides gras :

➤ Glycérol → Glycérides

➤ Stérol (Cholestérol) → Stérides

➤ Alcool à longue chaîne aliphatique → Cérides

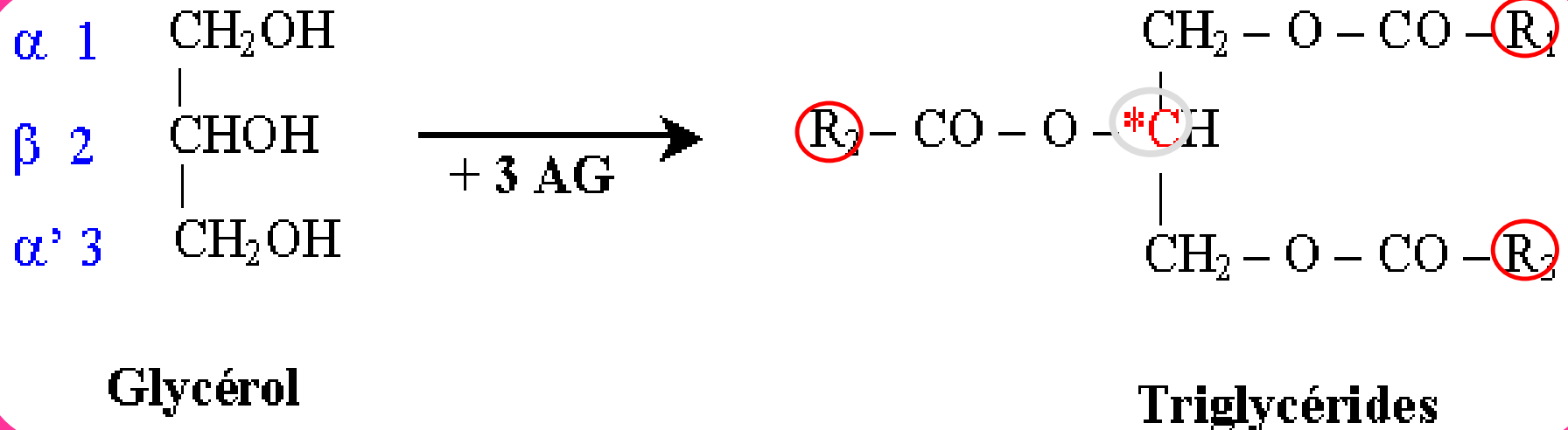
Les glycérides

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

L'alimentation contemporaine apporte 100 à 150 g de TG par jour

❖ Si les AG estérifiant le carbone en position 1 et le carbone en position 3 sont différents, il se crée un centre d'asymétrie au niveau du carbone n°2.

❖ Ils sont solubles dans l'**acétone** ce qui les différencie des phospholipides sont estérifiées par 3 acides gras Semblables ou différents.



Rôles biologiques

Réserve énergétique

La plupart des eucaryotes stockent ces lipides neutres dans des inclusions huileuses du cytosol : graines de plantes oléagineuses, tissu adipeux des mammifères. Cette réserve énergétique offre des avantages par rapport aux glucides :

- leur catabolisme par oxydation s'accompagne d'une production d'énergie **2 fois plus grande**
- neutres et très hydrophobes, leur stockage se fait sous une forme physique compacte et sans eau.
- alors que le glycogène est une source rapide de glucose épuisable en une journée, les acylglycérols sont une réserve à long terme de **quelques mois**.

Citons le rôle de réserve pour les oiseaux migrateurs, pour les animaux hibernants ou polaires.

Citons aussi le rôle de réserve d'eau chez le chameau (bosse de graisse), produite lors du catabolisme.

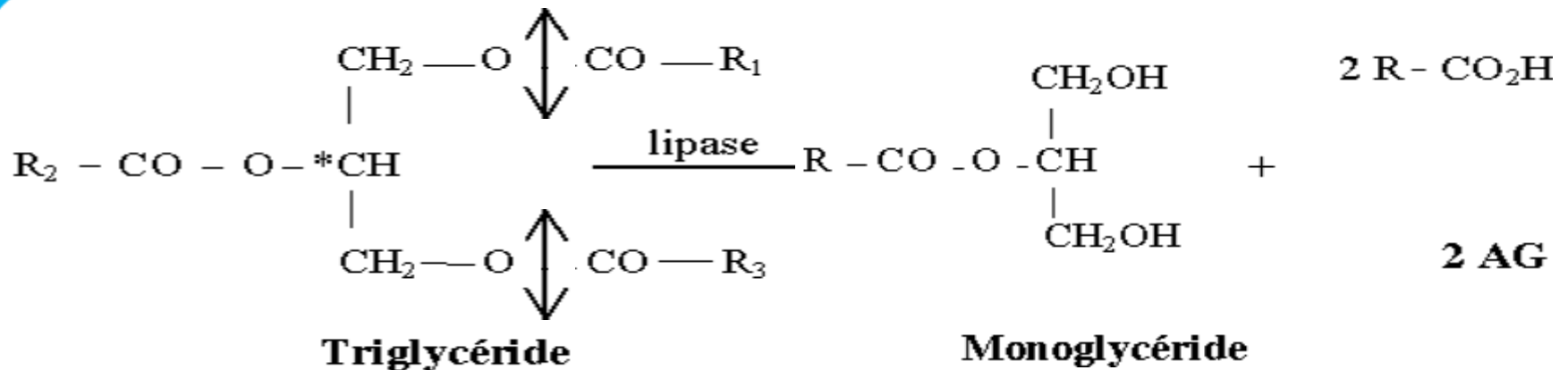
Isolant thermique

Le tissu adipeux sous-cutané est un isolant thermique très efficace chez les animaux à sang chaud des régions polaires, chez les animaux hibernants. Chez ces derniers, le tissu adipeux est de couleur brune à cause de sa richesse en mitochondries : il fait fonction de "calorifère » par dégradation sur place par les mitochondries.

Hydrolyse des triglycérides

Hydrolyse enzymatique

- La lipase, enzyme du suc pancréatique, hydrolyse les triglycérides alimentaires en mono glycéride + 2 acides gras :



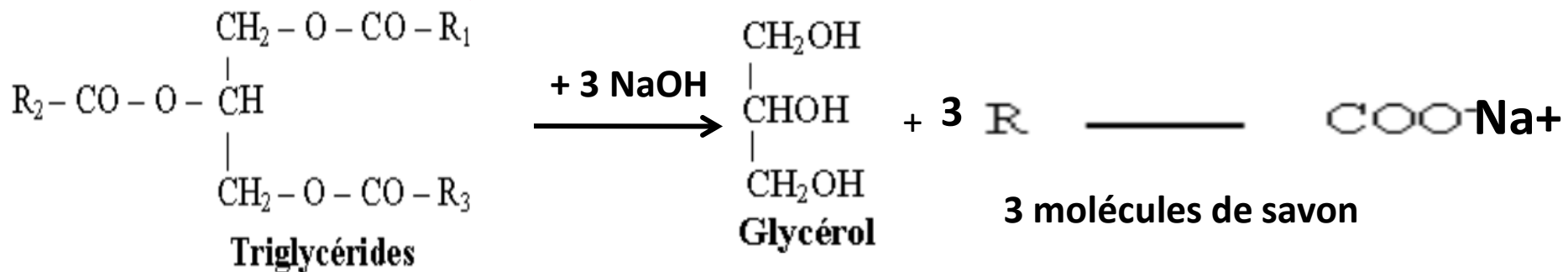
Dans le tissu adipeux, l'hydrolyse est complète car elle fait intervenir **la lipase hormonosensible**. puis une mono glycéride lipase pour donner: Glycérol + 3AG

Hydrolyse chimique

Indice de saponification

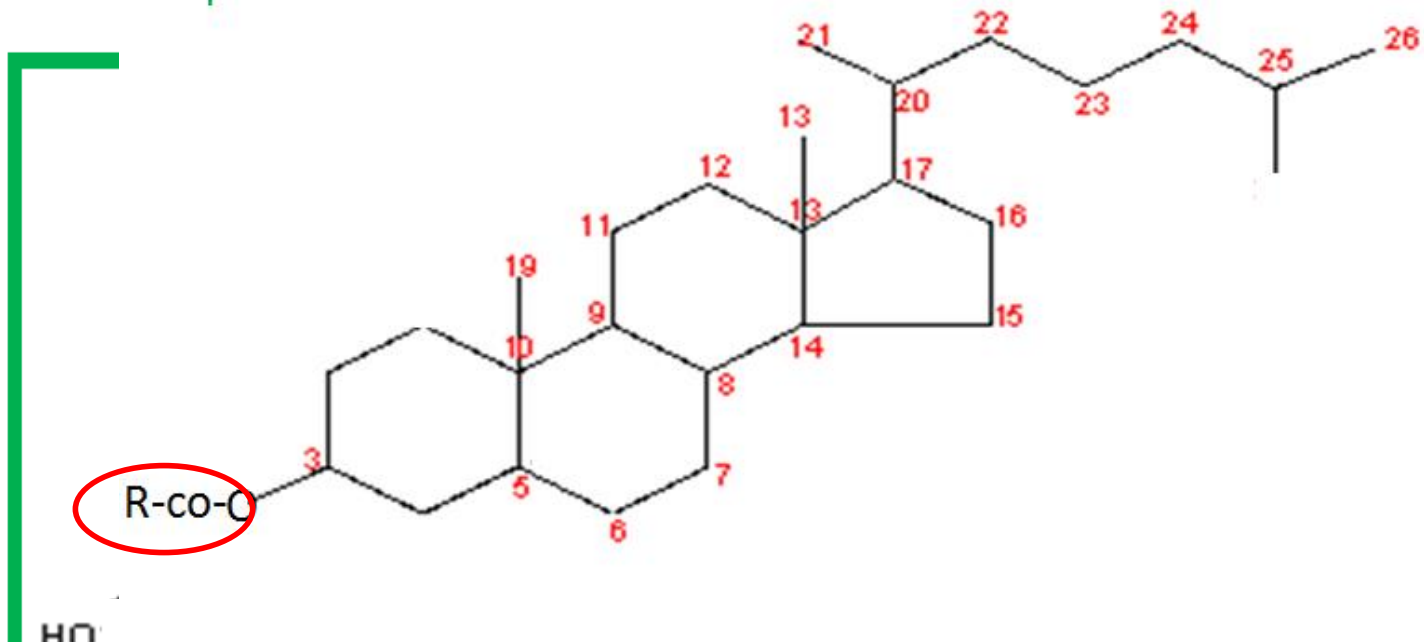
- 1) **c'est la quantité en mg de KOH nécessaire pour saponifier 1g de lipide** hydrolysé en AG + glycérol
- 2) En présence d'une base le KOH ou le NaOH le triglycéride est hydrolysé en glycérol + sel alcalin ou savon c'est la **saponification**

L'indice de saponification renseigne sur la longueur moyenne des chaînes d'acides gras constituant le lipide en question. Plus l'I.S est élevé, plus la chaîne est courte.



Les stérides

- Ce sont des esters du stérol (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 Δ^5



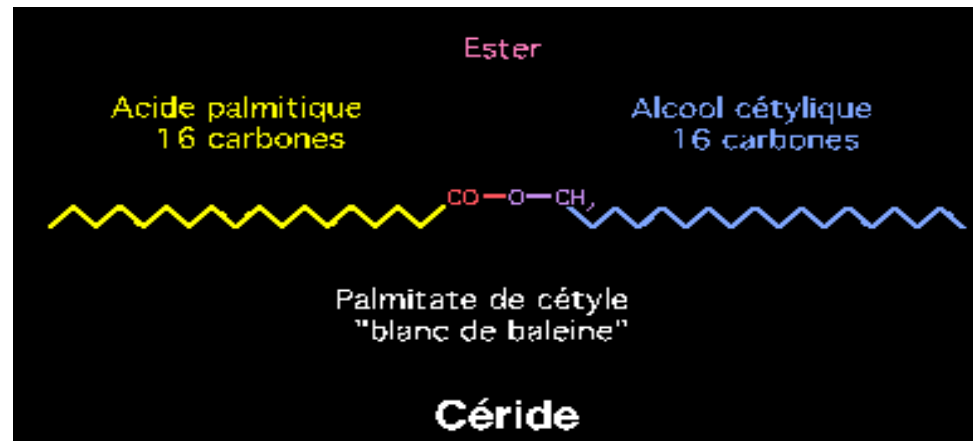
* Le stéride est formé par estérification d'un AG sur la fonction alcool en 3 du cholestérol.

Les cérides

Un céride ou une cire est un mono ester d'acide gras saturé ou insaturé et d'alcool gras. Les chaînes carbonées sont en général longues. A titre d'exemple, le constituant principal de la cire d'abeille qui s'appelle le triacontanylpalmitate est un ester de l'acide palmitique en C16 et d'un alcool en C30.

Les cérides ne sont pas métabolisés par L'homme.

Le point de fusion des cérides est en général élevé, compris entre 60°C et 100°C.

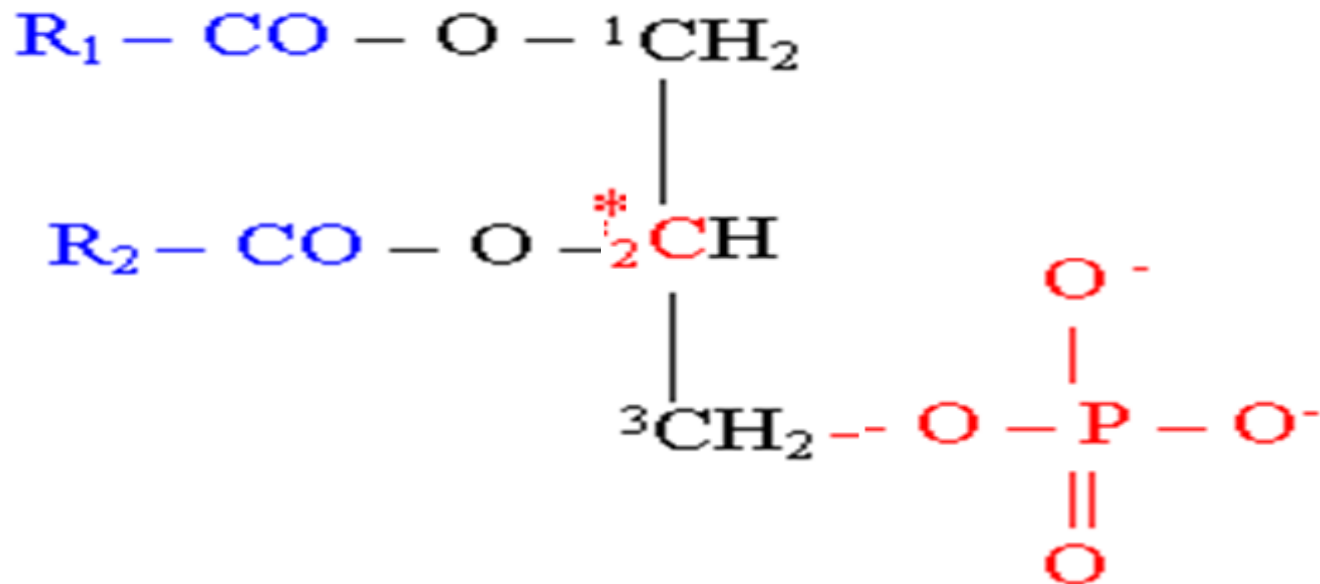


Lipides complexes :

Glycérophospholipides et
sphingolipides

Glycérophospholipides

L'acide phosphatidique

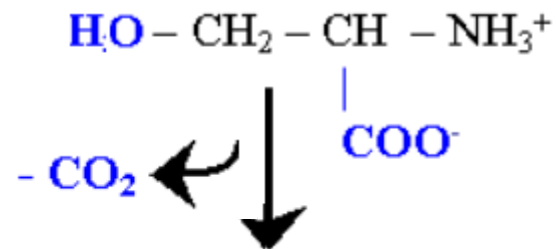


- ❖ Les deux acides gras ont une chaîne longue, l'acide gras en position 2 est souvent **insaturé**.
- ❖ L'acidité de la molécule provient des 2 H mobiles libres de l'acide phosphorique.
- ❖ Au pH sanguin (7,35 - 7,45) les 2 fonctions acides sont ionisées.
- ❖ L'acide phosphatidique est **un second messager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

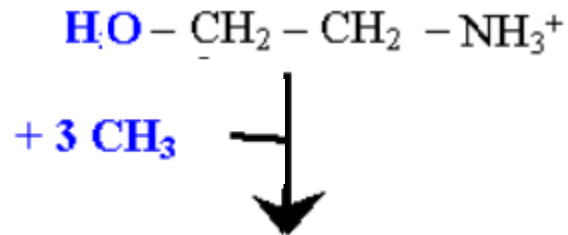
Les glycérophospholipides sont constitués d'acide phosphatidique + alcool.

Nature de l'alcool

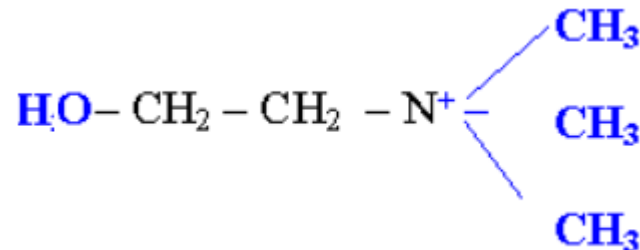
- **Sérine**



- **Ethanolamine**



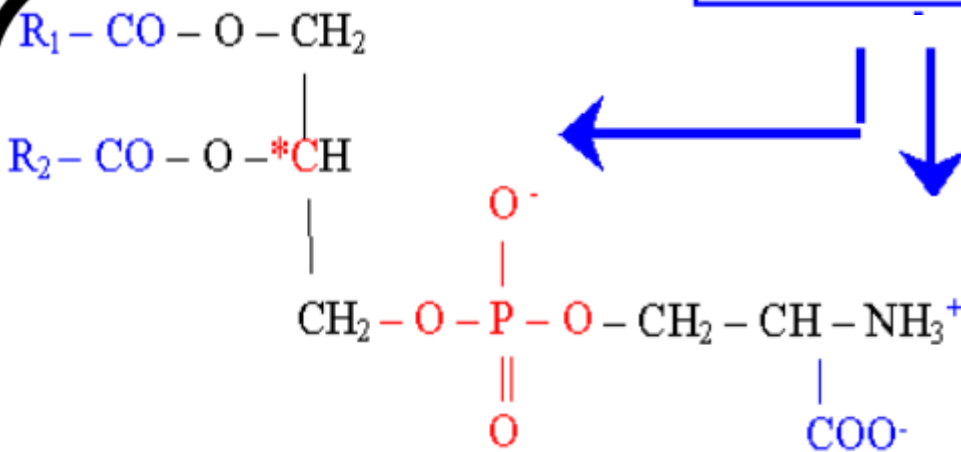
- **Choline**



Ammonium
quaternaire

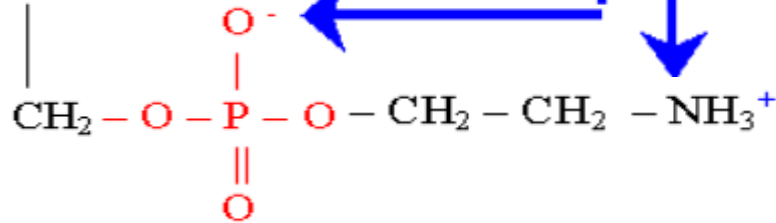
phosphatidyl sérine

Molécule ionisée au pH physiologique



Phosphatidyl-Sérine

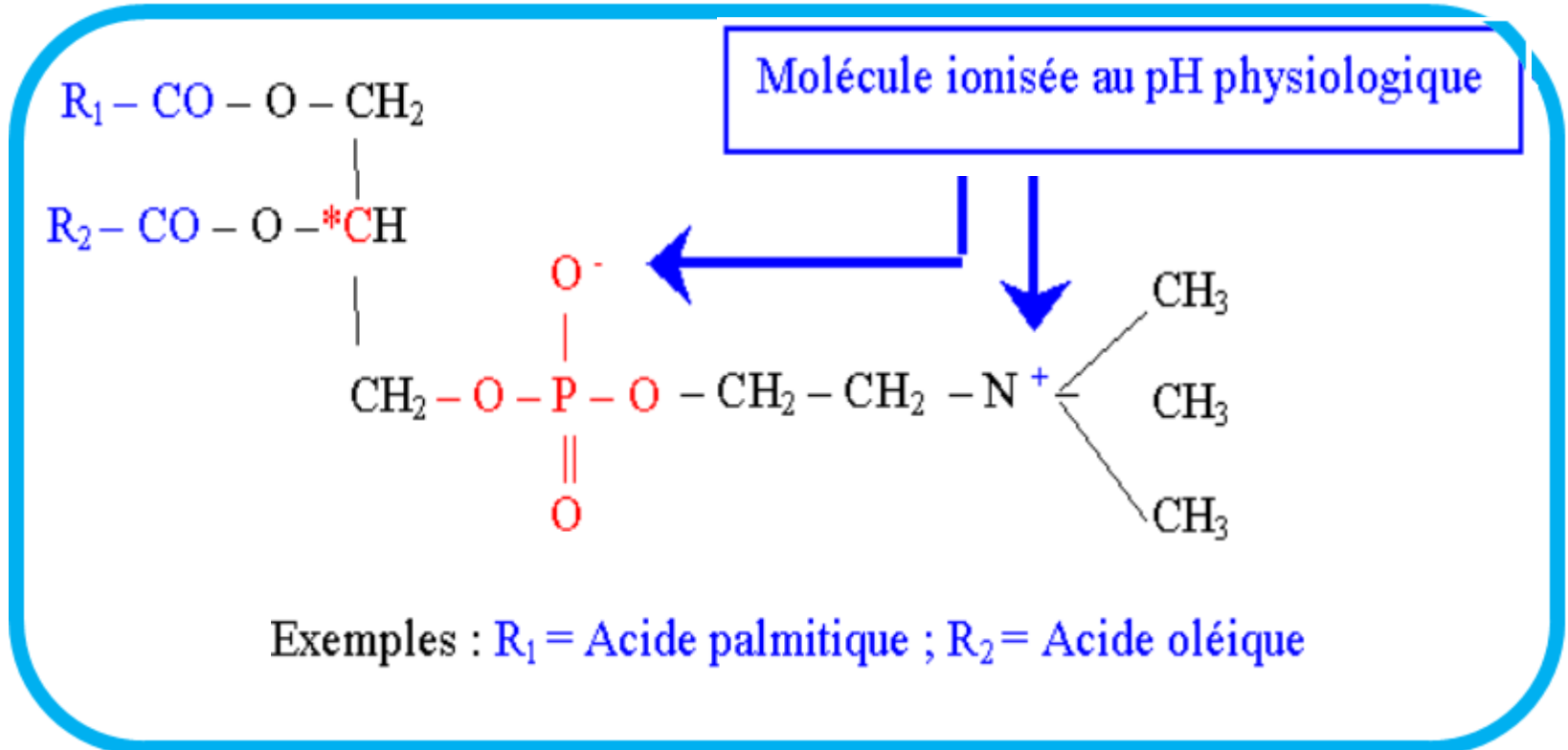
Phosphatidyléthanolamine (céphalines)



Molécule ionisée au pH physiologique

Phosphatidyl-Ethanolamine

Les Phosphatidyl cholines ou Lécithines



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

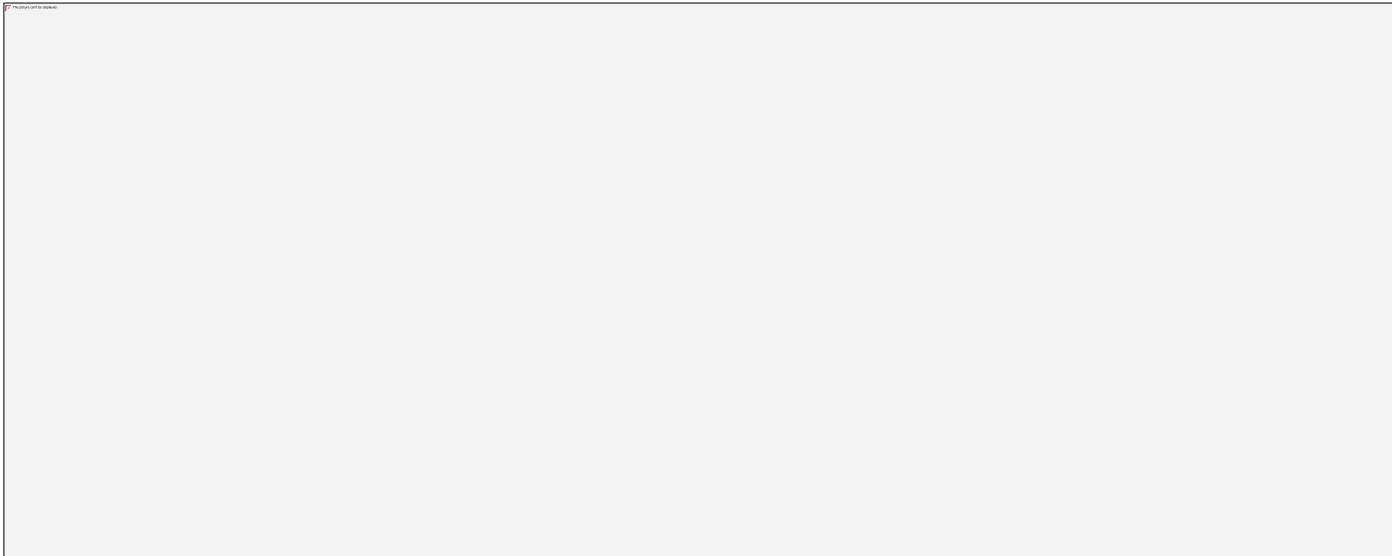
Les Phosphatidylinositols

Structure de l'inositol

❖ L'inositol est un hexa alcool cyclique qui a 9 isomères possibles.

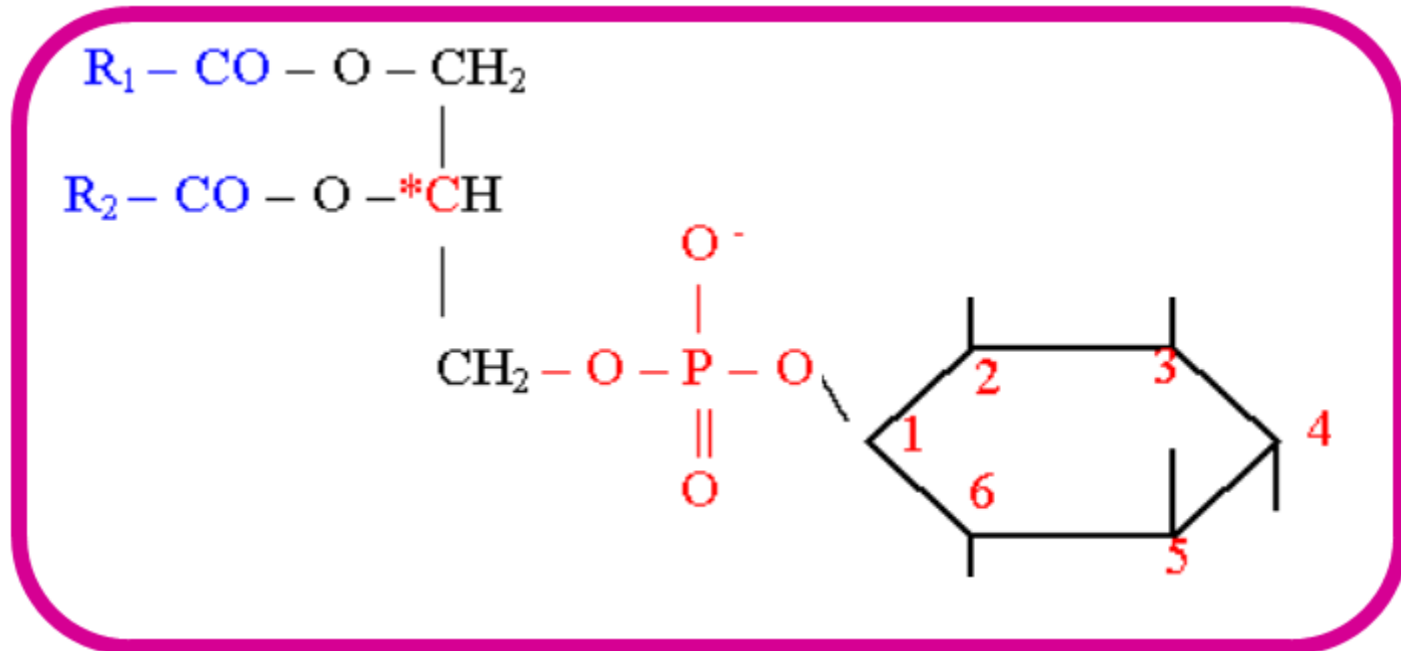
Le myoinositol est le plus fréquent dans les lipides.

❖ C'est un méso inositol inactif sur la lumière polarisée.



L'inositol 1, 4, 5 triphosphate ou IP₃ est **un second messenger**

Structure du phosphatidyl inositol

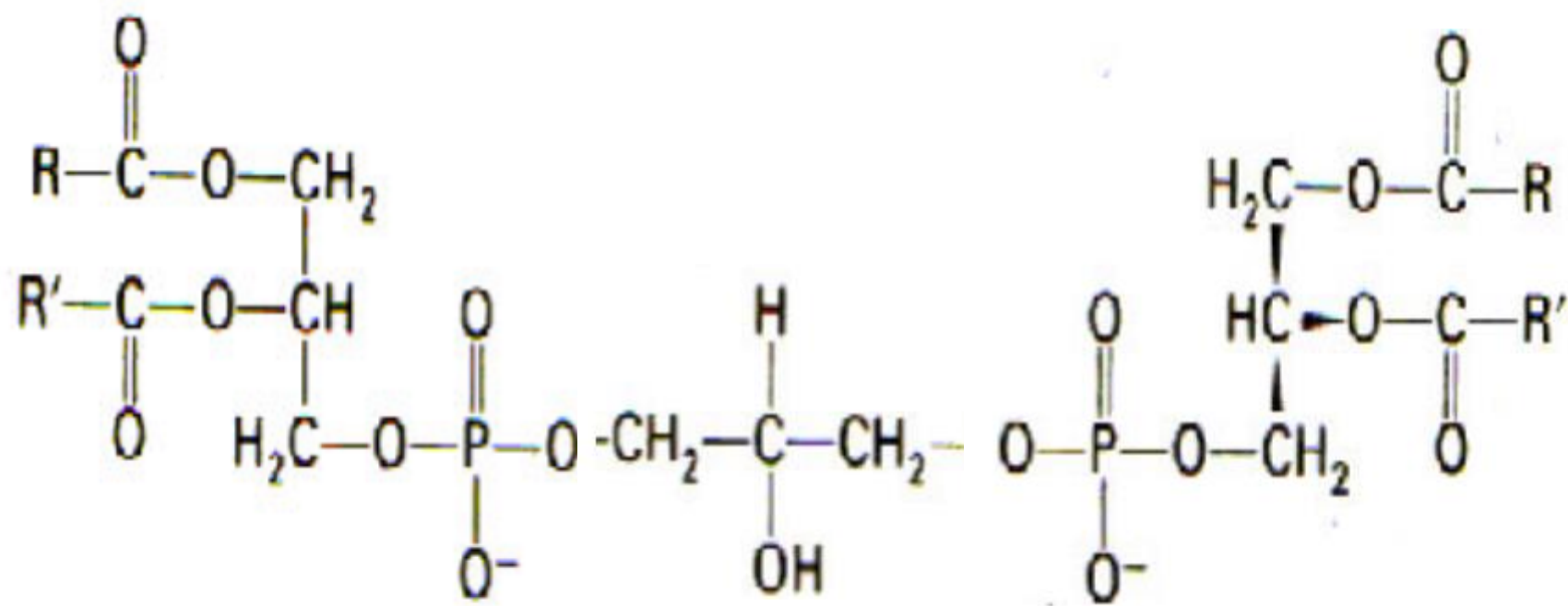


Les cardiolipines

C'est un phosphatidyl glycérol contenant un deuxième acide phosphatique.

- Un des constituants de la membrane des mitochondries

La cardiolipine a un grand intérêt en médecine dans la *syphilis*.
Isolé des bactéries et du cœur de bœuf .

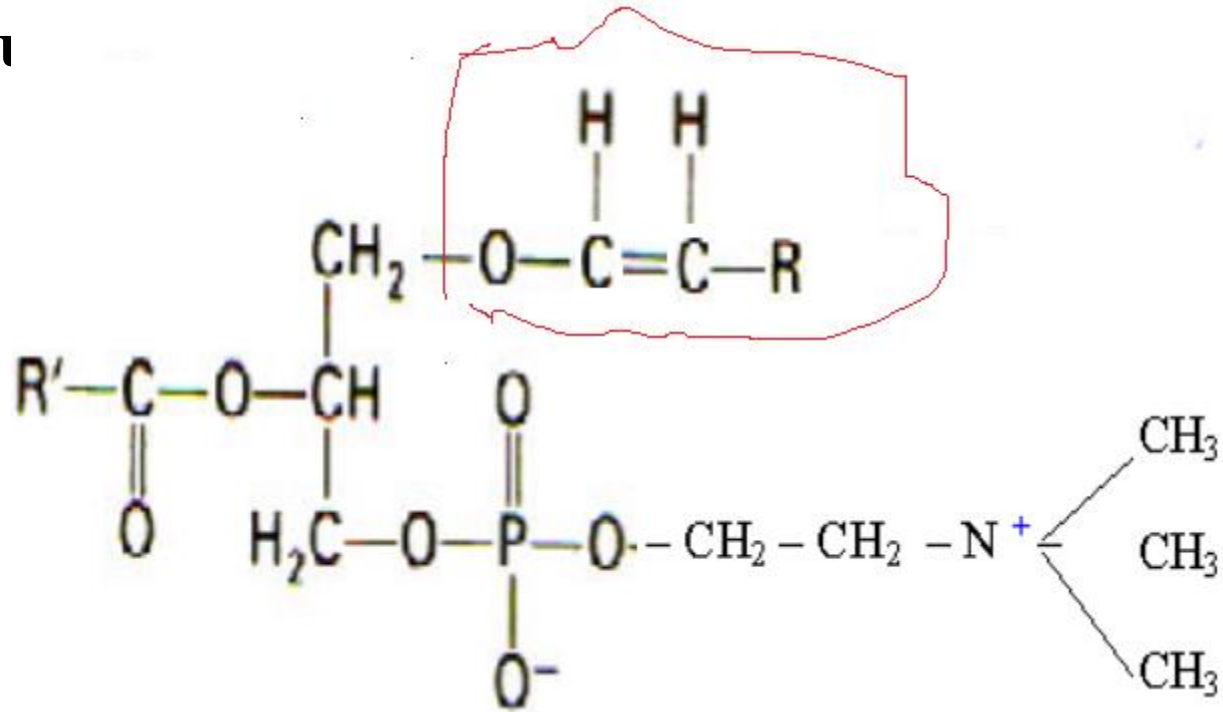


Diphosphatidyl glycérol
(cardiolipine)

Les plasmogènes

Certains tissus animaux (tissu cardiaque des vertébrés) et certains micro-organismes contiennent des lipides-**éther** dans lesquels c'est une liaison **éther** et non ester qui lie la chaîne carbonée au glycérol. Lorsque la fonction éther est portée par le carbone 1, le composé s'appelle un **plasmalogène**. La moitié des lipides du tissu cardiaque des vertébrés est consti

En C1 du glycérol est combiné un aldéhyde gras
(**CH₃-(CH₂)_n-CHO**)
au lieu d'un acide gras



Propriétés des glycérophospholipides

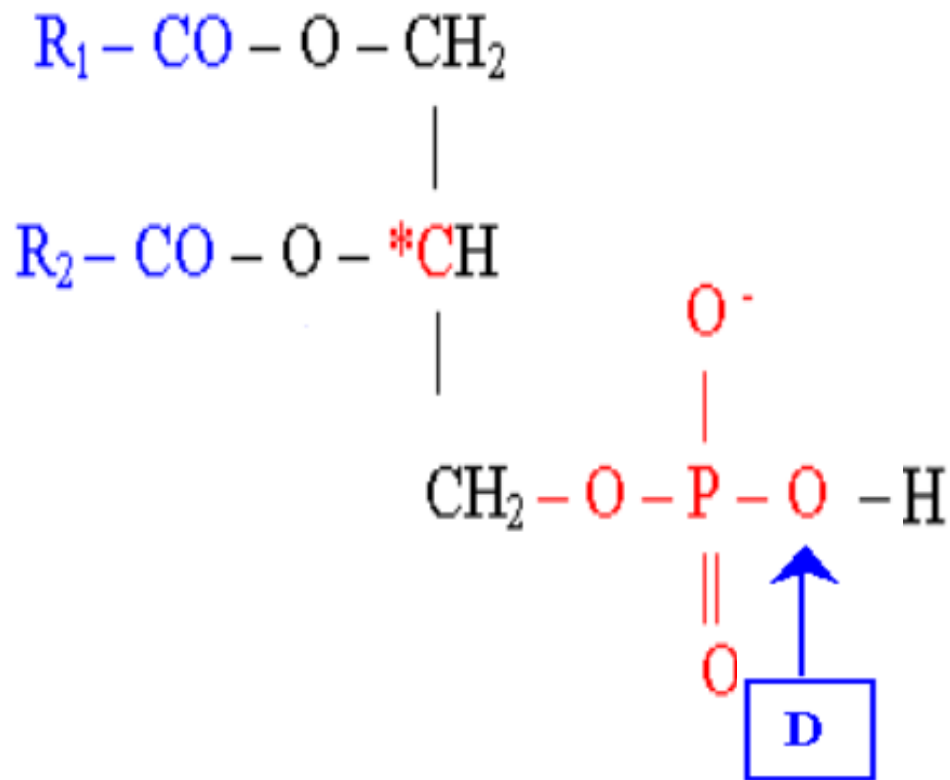
- Ce sont des molécules **amphipathiques** (ou amphiphiles) car elles présentent 2 pôles :
 - l'un hydrophobe dû aux AG ;
 - l'autre hydrophile dû à l'ester phosphorique.
- Elles ont donc des propriétés identiques à celles des **savons** (émulsifiants, ...).
- Ce sont des molécules **amphotères** car elles possèdent à la fois :
 - une fonction acide apportée par H_3PO_4
 - une fonction basique apportée par l'AA alcool (sérine, thréonine) ou par la choline et l'éthanolamine.

Hydrolyse des phospholipides par les phospholipases

il existe 4 phospholipases spécifiques

$R_1 = \text{AG saturé}$

$R_2 = \text{AG insaturé}$



Acide phosphatidique + alcool(choline par exemple).

A₁, A₂, C et D :

➤ Si hydrolyse par la phospholipase A₁ :

AG saturé + Lyso1 phospholipide

➤ Si hydrolyse par la phospholipase A₂ :

AG insaturé + Lyso 2 phospholipide

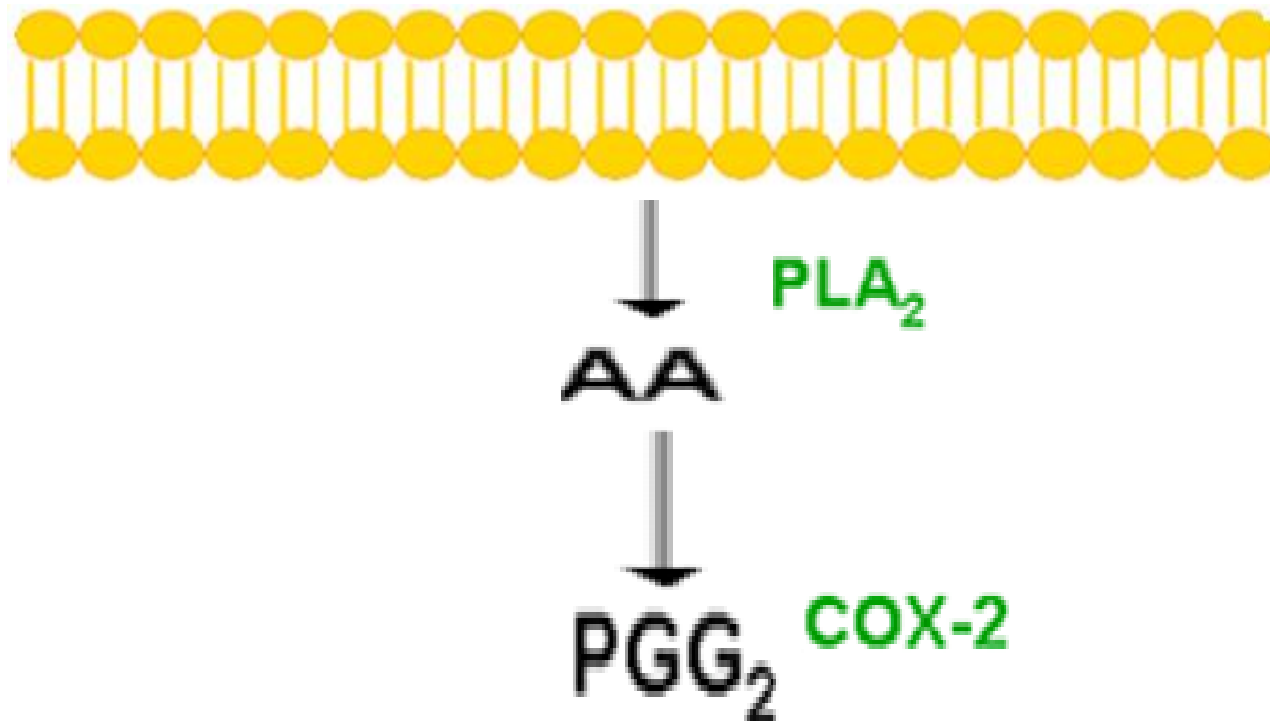
➤ Si hydrolyse par la phospholipase D :

Acide phosphatidique + alcool(choline par exemple).

Rôle des phospholipases

- L'hydrolyse des phospholipides alimentaires lors de la digestion est réalisée par la phospholipase A_2 pancréatique.
- L'hydrolyse des phospholipides membranaires permet la synthèse de médiateurs lipidiques :

→ une phospholipase A_2 conduit aux prostaglandines, leucotriènes, lysophospholipides



Les lécithines peuvent être hydrolysés ou dégradés par les lécithinases

La lécithinase A1: est présente dans le venin (des serpents, des abeilles, des scorpions) ce qui explique l'hémolyse des globules rouges sanguins après morsures de serpent

La lécithinase A2: présente dans le pancréas ou chez les moisissures

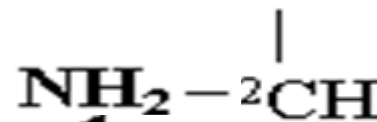
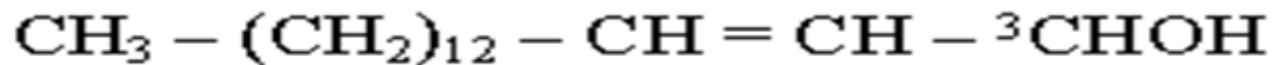
La lécithinase C: extraite des bactéries

La lécithinase D: extraite des légumes (chou, carotte)

Les sphingolipides

Ce sont des amides de la sphingosine qui se forment par liaison du carboxyle de l'AG sur le -NH_2 de la sphingosine :

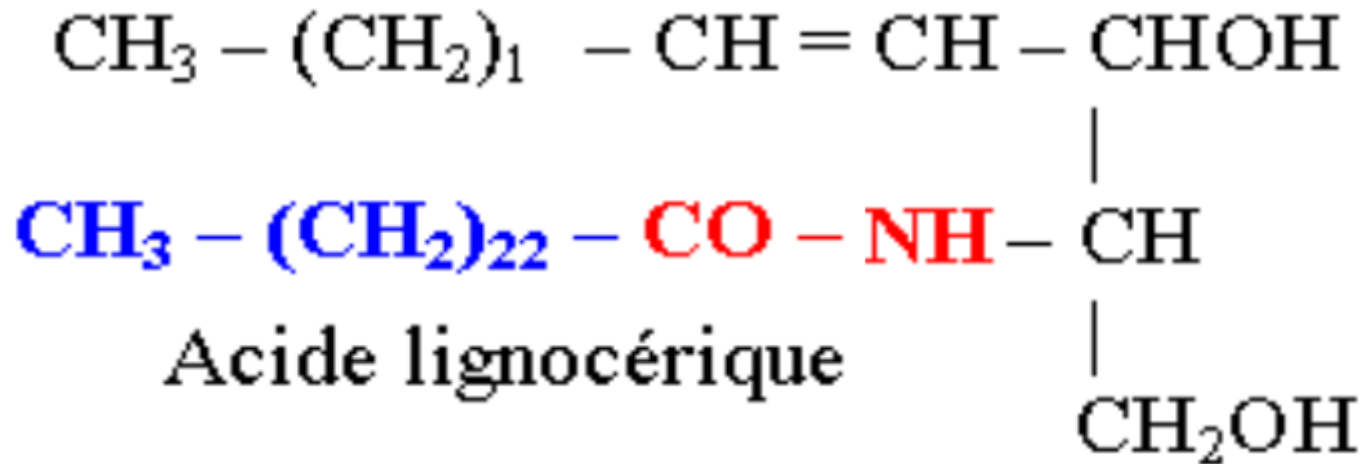
AG + NH_2 de la sphingosine



Sphingosine ou sphinguénine

Acylsphingosine ou Céramide

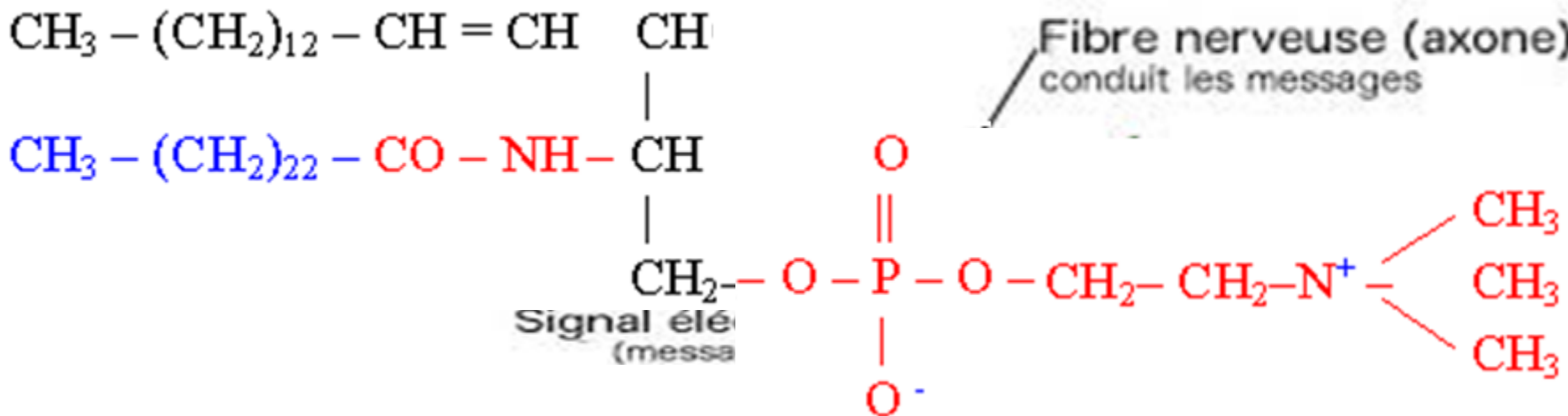
Le plus simple des sphingolipides est le céramide ou acylsphingosine.



Le Céramide est un **second messenger**
intracellulaire.

Les sphingomyélines

- Elles sont constituées de l'association:
Sphingosine + AG + Phosphorylcholine
- L'acide gras le plus fréquent est l'acide lignocérique (C24:O).
- Au pH du sang, la molécule est ionisée.
- On les trouve dans le tissu nerveux (gaines de myéline) et dans les membranes.
- La déficience en **sphingomyélinase** entraîne leur accumulation dans le cerveau (**démence**) la rate et le foie.

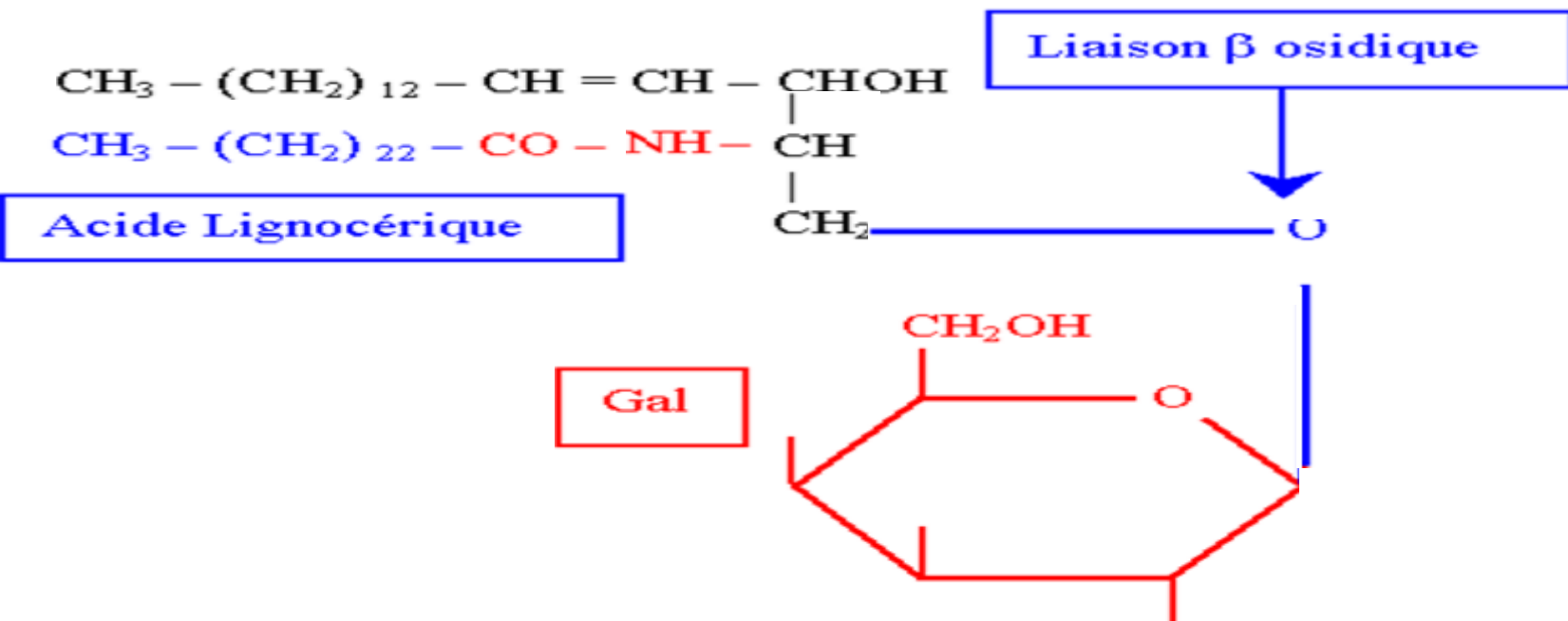


Les Glycolipides

Cérébrogalactosides ou Galactosylcéramides : cérébrosides

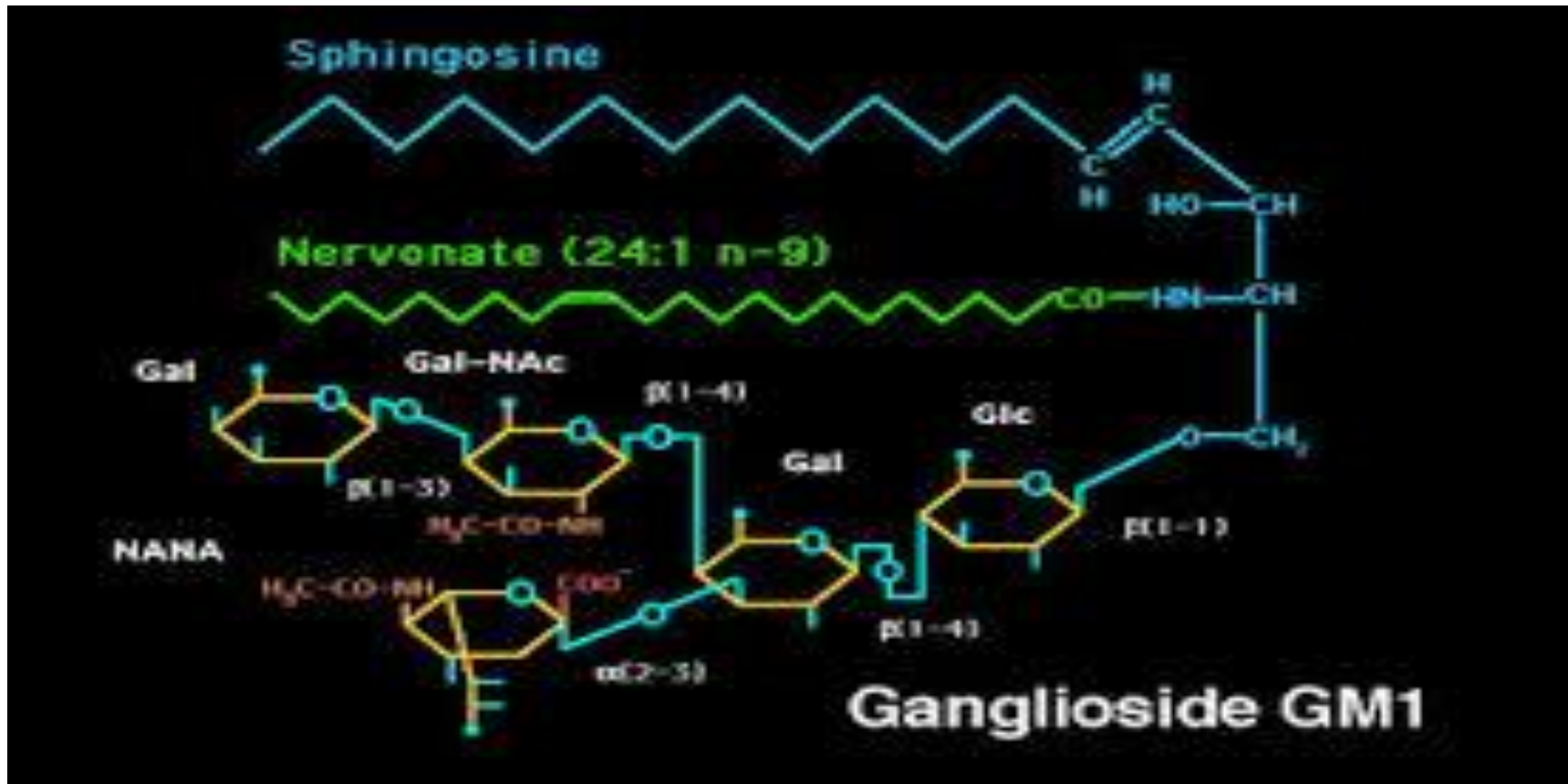
Ils sont constitués de : **Sphingosine + β D Galactose + AG**

Le galactose est uni à l'alcool primaire de la sphingosine par une liaison β osidique



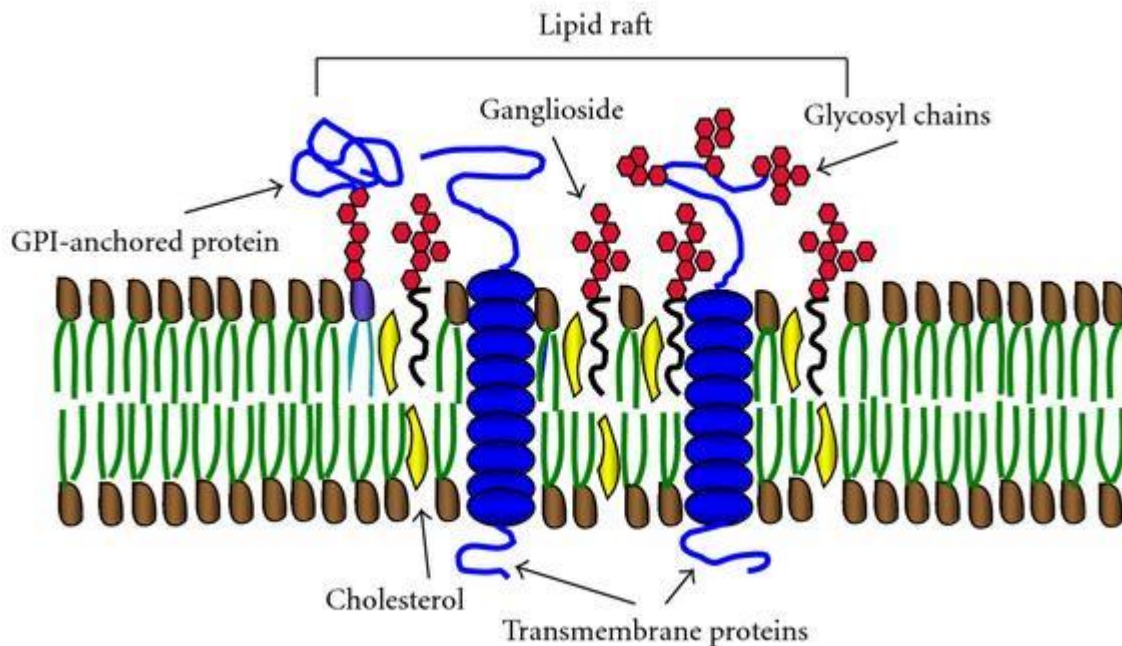
Les Gangliosides ou Oligosylcéramides

Ils sont constitués de : Sphingosine + AG + chaîne de plusieurs oses et dérivés d'oses (NANA) (= oligosides). Ils sont abondants dans les ganglions d'où leur nom.



Ces oligosides sont présents sur la face externe de la membrane plasmique. Ils sont spécifiques, donc reconnus par des protéines (toxines bactériennes, lectines).

Exemple : antigènes des groupes sanguins.



Les lipides insaponifiables

Les lipides insaponifiables comprennent notamment les lipides isopréniques qui dérivent tous d'un précurseur commun: **l'isoprène**



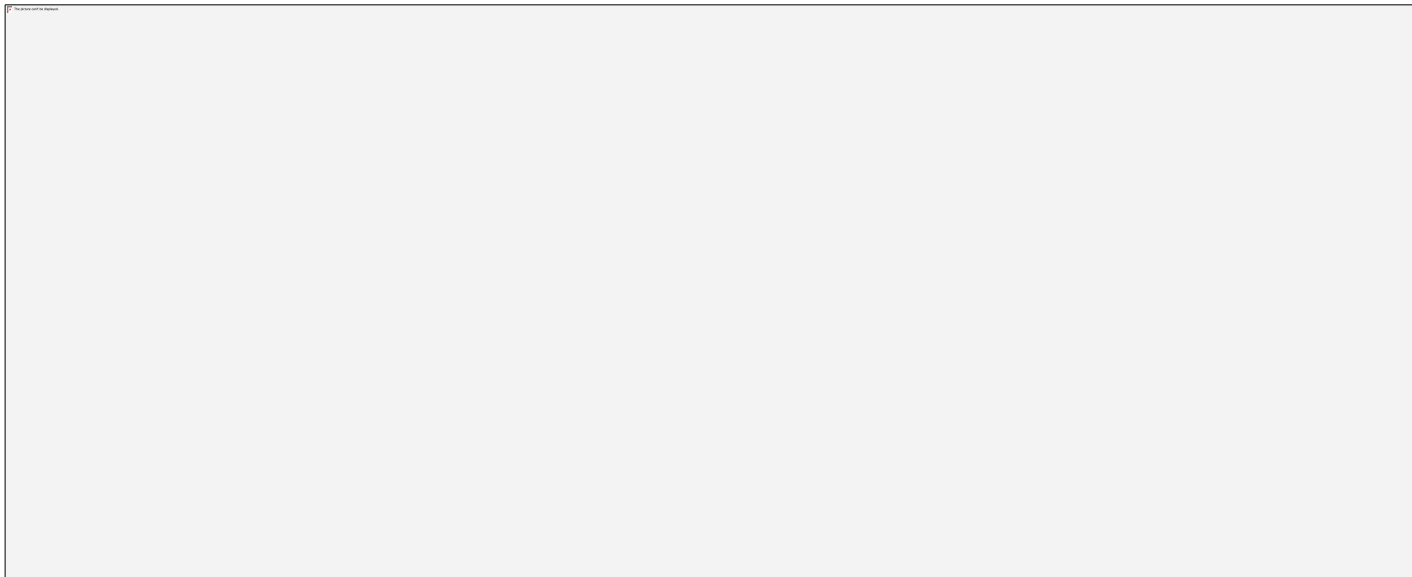
les terpènes des plantes

On distingue deux sous-groupes

les stéroïdes des cellules animales

Les stéroïdes

Ils dérivent d'un noyau polycyclique, **le stérane**.



Le cyclo pentanophénantrène

- Les stérols.

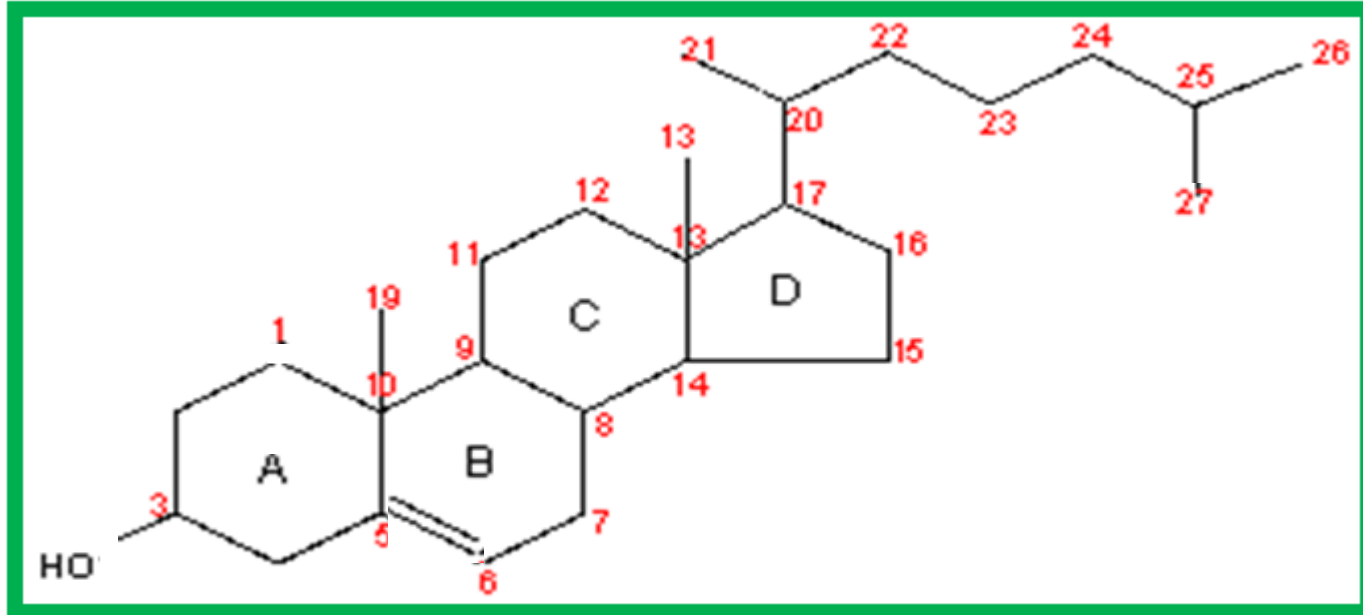
On les divise en 4 sous-classes :

- Les hormones stéroïdes.

- Les acides biliaires.

- Les vitamines D ou calciférols.

Le **cholestérol** C₂₇H₄₅OH (Cholest-5-ene-3-β-ol) est le **précurseur** de tous les stéroïdes.



Il est synthétisé à partir du squalène. Il est synthétisé dans le foie et les glandes endocrines (corticosurrénales, ovaires, testicules) et est également apporté par l'alimentation.

Il rentre dans la composition des membranes cellulaires et est véhiculé dans le sang sous deux formes :

- Pour 1/3 sous forme libre
- Pour 2/3 sous forme estérifiée

2. Les hormones stéroïdiennes

Le cholestérol est le point de départ de la synthèse des diverses hormones stéroïdes. Les chimistes les classent selon leur nombre d'atomes de carbones et on distingue ainsi :

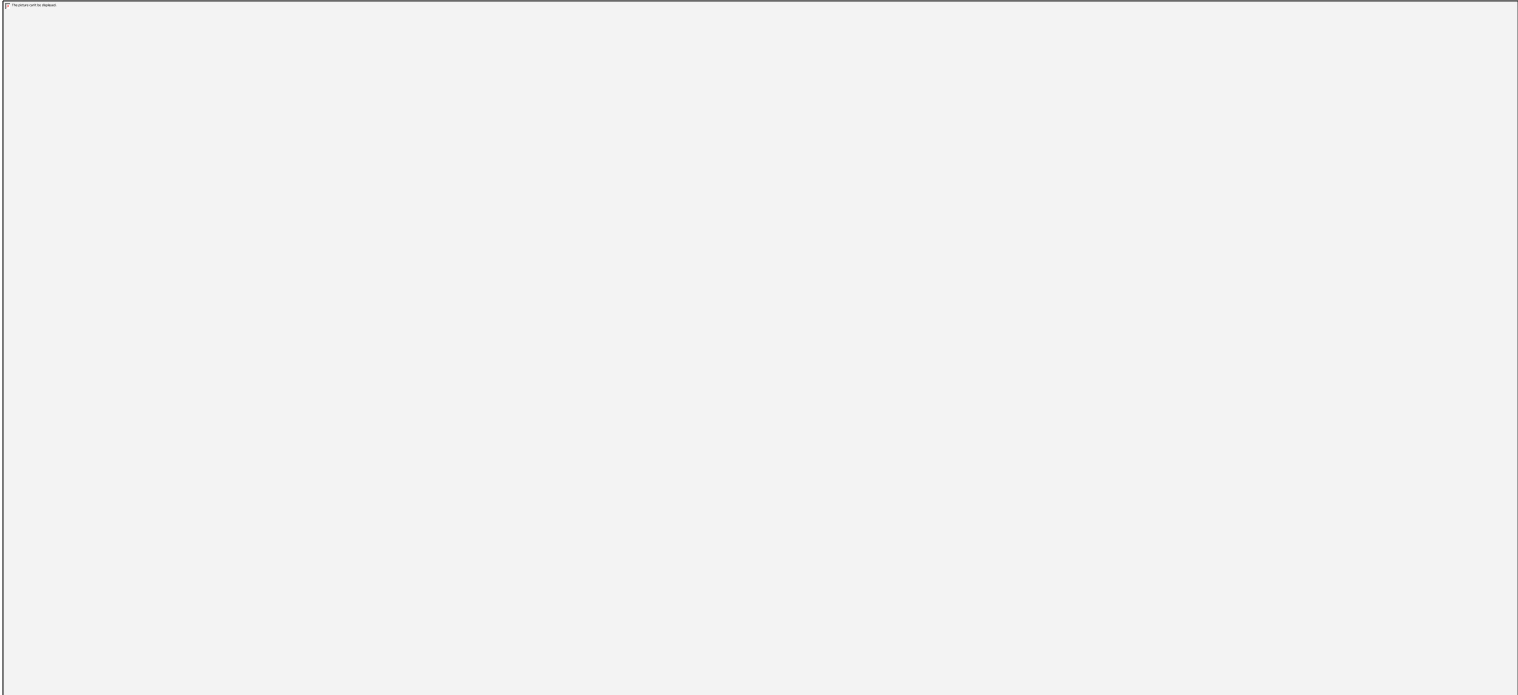
→ Les hormones en C18 : les œstrogènes responsables de divers caractères sexuels des femelles, synthétisées au niveau de l'ovaire et du placenta.

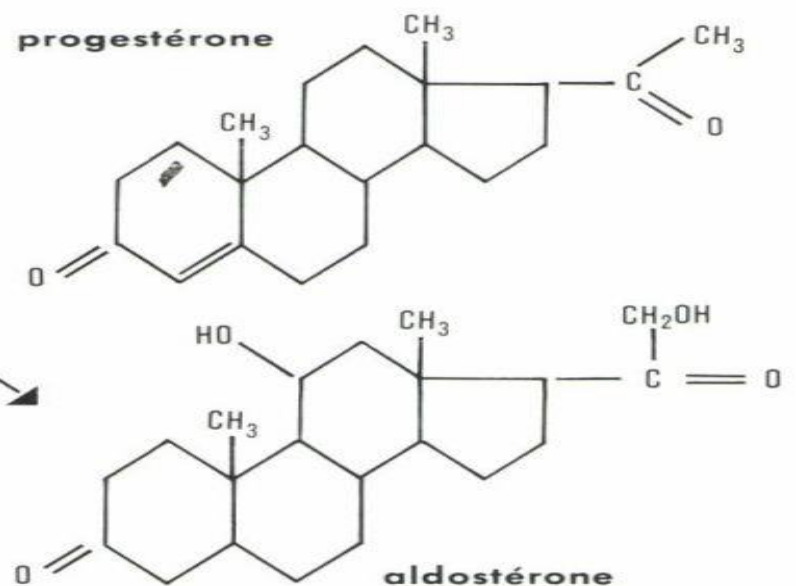
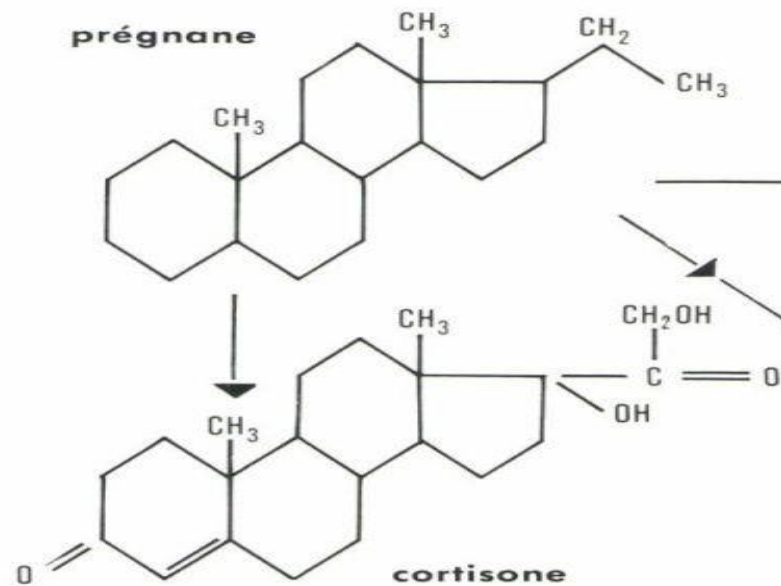
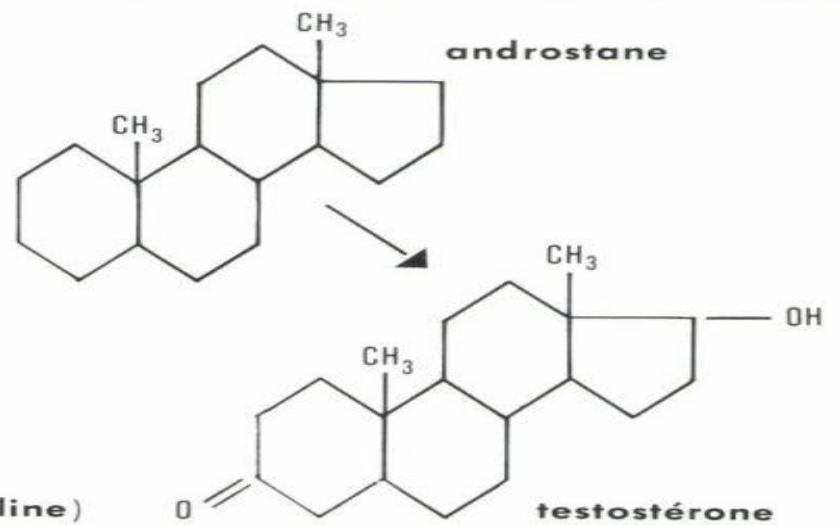
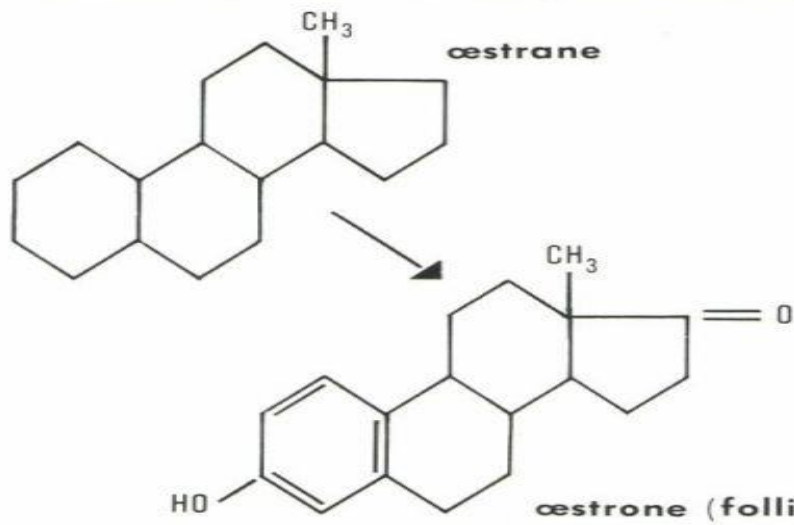
→ Les hormones en C19 : la testostérone responsable de caractères sexuels des mâles, sécrétée au niveau des testicules.

→ Les hormones en C21 : Progestérone : responsable de la nidation et de la gestation, sécrétée au niveau du corps jaune, du placenta et de la corticosurrénale.

❑ Minéralocorticoïdes (aldostérone) : permet la réabsorption du sodium, du chlore et de l'eau au niveau des reins.

❑ Glucocorticoïdes (cortisol, cortisone) : elles stimulent le catabolisme protéique et la néoglucogenèse au niveau du foie et s'opposent à la réaction inflammatoire



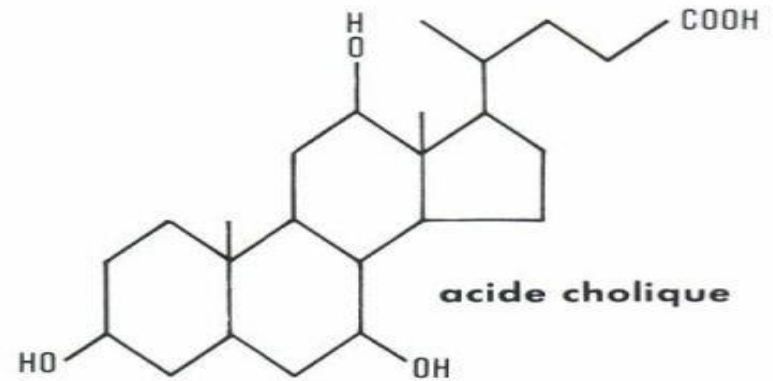
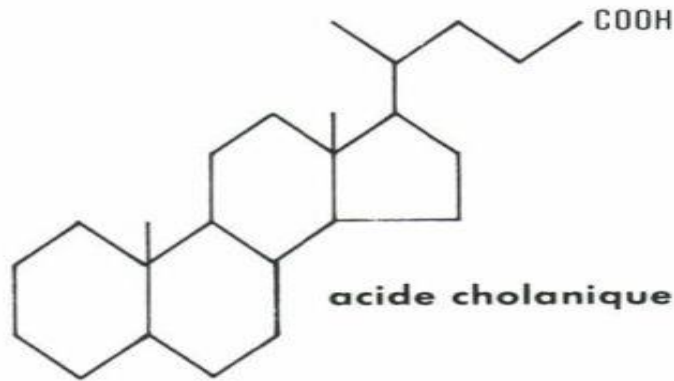


Les hormones stéroïdes.

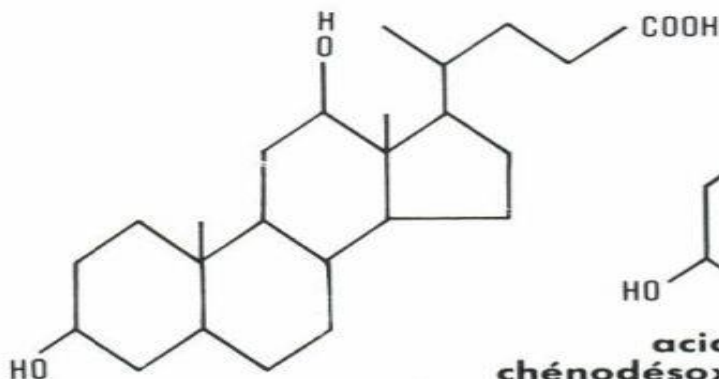
3. Les acides biliaires

Présents dans la bile, ils proviennent du catabolisme du cholestérol dans le foie. Ils sont conjugués à la glycine et à la taurine (provient de l'oxydation puis de la décarboxylation de la cystéine).

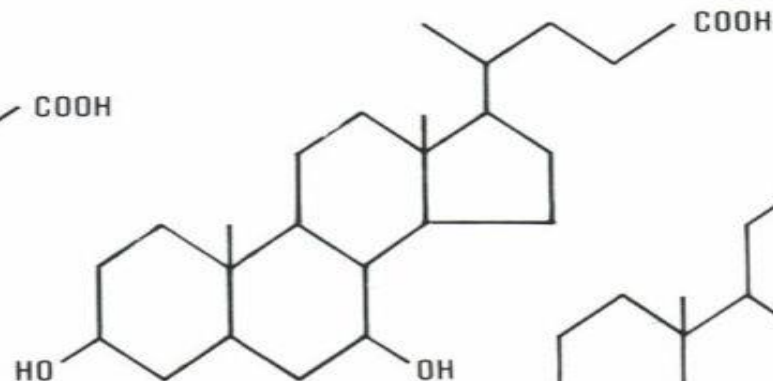
Les acides biliaires.



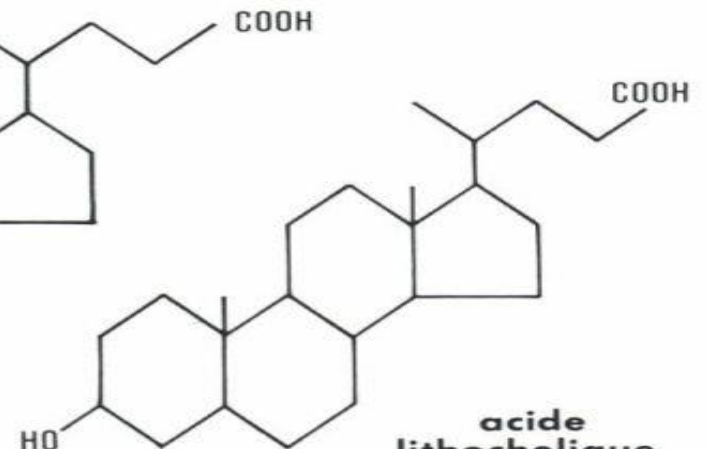
acide désoxycholique



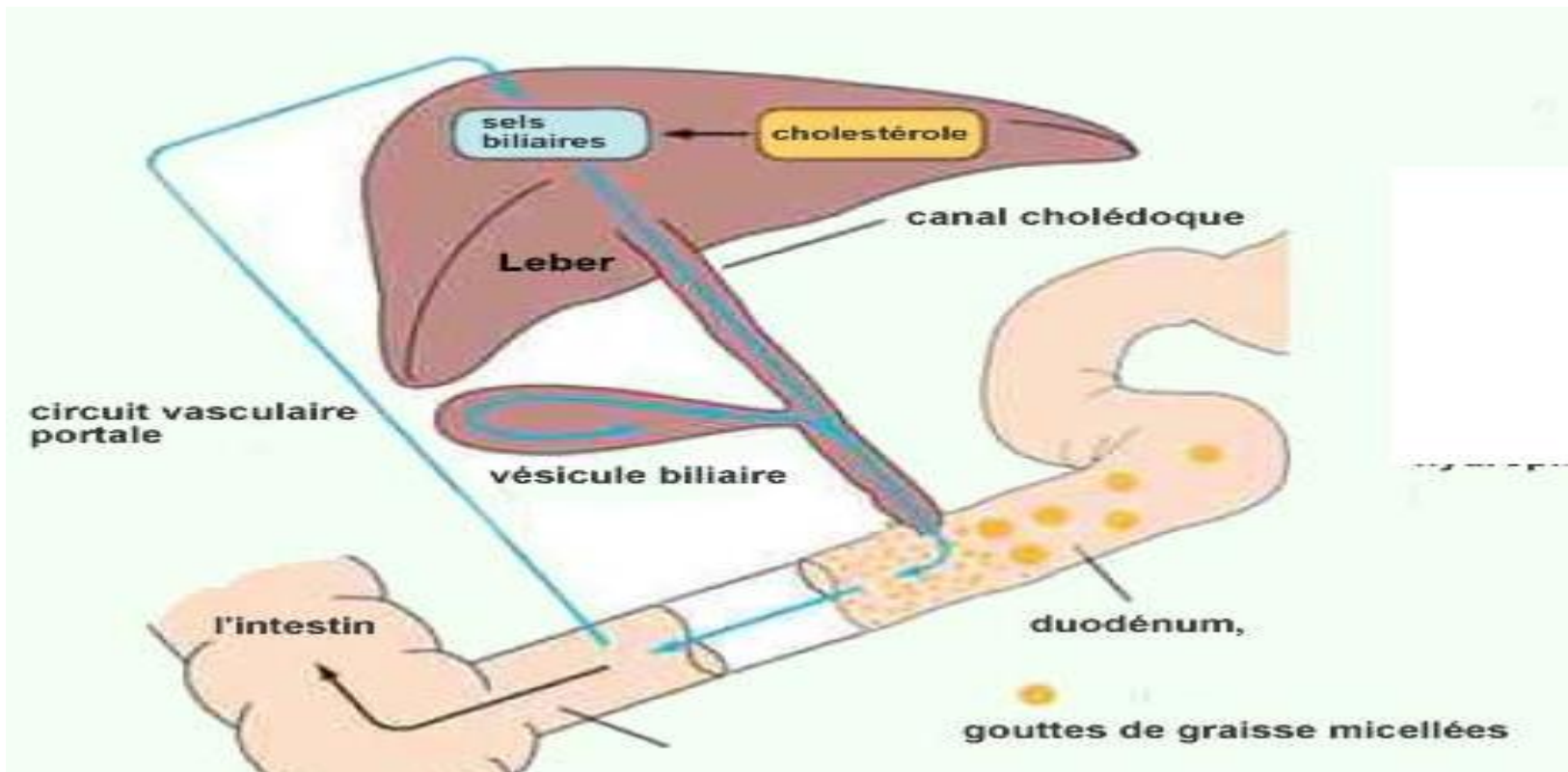
acide lithocholique



acide cholique



Libérés dans le tube digestif, ils facilitent la digestion des graisses, en favorisant les émulsions au cours de la digestion. De plus, ils activent les lipases.

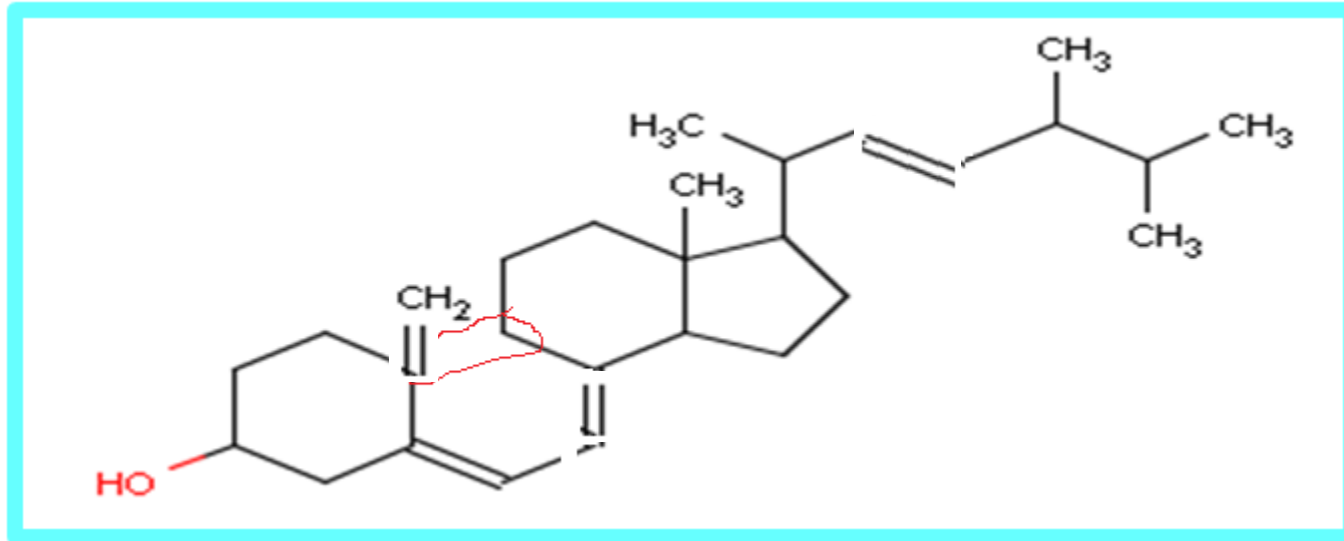


4. Les calciférols ou vitamines D

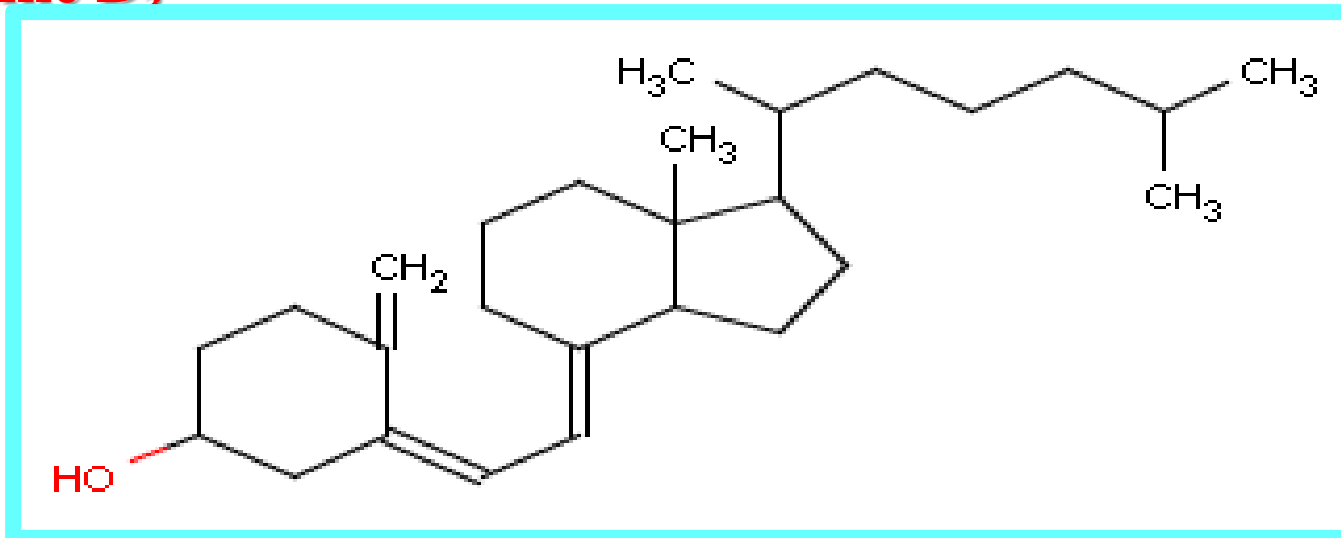
La vitamine D est une vitamine liposoluble (soluble dans les graisses) synthétisée dans l'organisme humain à partir d'un dérivé du cholestérol sous l'action des rayonnements UV de la lumière. Elle existe sous deux formes : D₂ (ergocalciférol) ou D₃ (cholécalfiérol).



Vitamine D₂



Vitamine D₃



La vitamine D est d'origine :

Exogène alimentaire

➤ la vitamine D₂ ou ergocalciférol est d'origine végétale.

➤ la vitamine D₃ ou cholécalférol est d'origine animale : elle est concentrée dans les huiles de foie de poisson, poisson demi gras, lait, beurre, fromage.

**SOURCES NATURELLES
DE VITAMINE D**

huile de foie de morue
saumon frais sauvage
saumon rosé en conserve
maquereau, sardines, thon
lait entier, céréales
beurre, fromages
jaune d'oeuf, jus d'orange
exposition au soleil

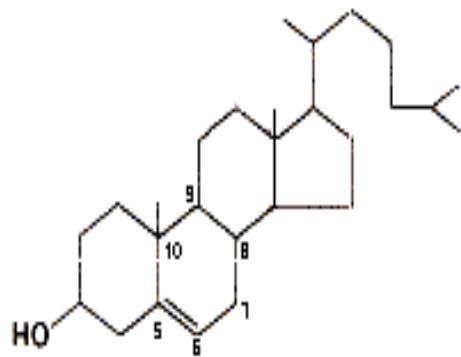
au-naturel.net



Endogène

➤ produite par la photosynthèse cutanée à partir du 7 déshydrocholestérol.

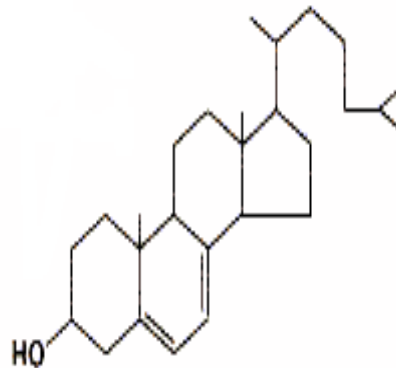
Cholesterol



7-DEHYDRO-
CHOLESTEROL
REDUCTASE



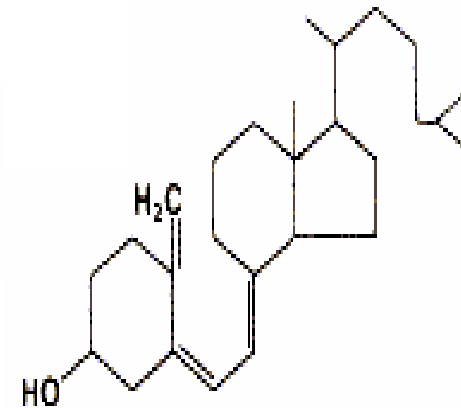
7-dehydrocholesterol



UV Light



Cholecalciferol
(Vitamin D₃)



La vitamine D intervient dans l'absorption du calcium et du phosphore par les intestins. Une quantité suffisante de vitamine D est particulièrement nécessaire durant la petite enfance afin d'éviter le rachitisme, le lait maternel en étant relativement pauvre. Cela dit, une quantité suffisante est nécessaire chez l'adulte afin d'éviter l'ostéomalacie.

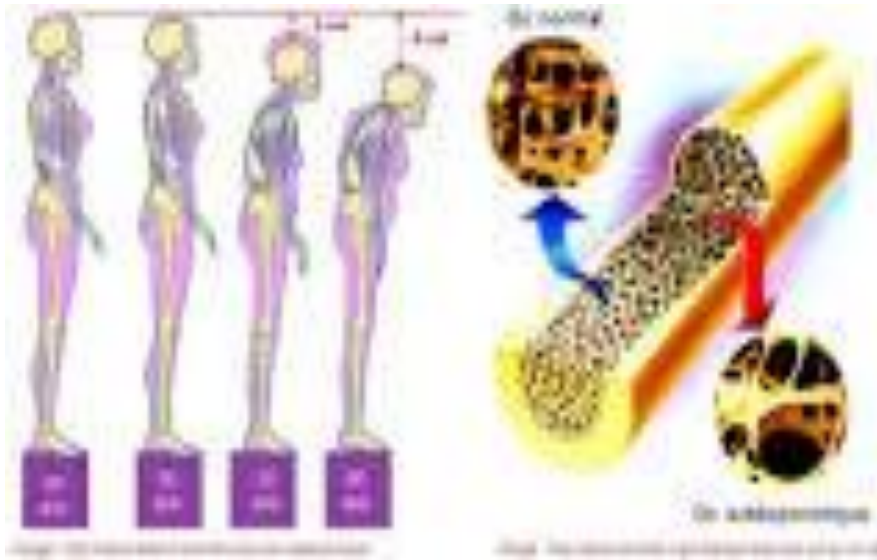


Les principaux groupes à risque sont les suivants :

- **Les personnes âgées séjournant en institution et les personnes très âgées en général.**
- **Les personnes à peau foncée ou noire.**
- **Les enfants nourris au sein. Le lait maternel contient en effet relativement peu de vitamine D. Les laits artificiels sont toujours enrichis en vitamine D.**
- **Les personnes peu exposées au soleil.**

Les mois d'hiver pour les altitudes élevées car les UVA responsables de la synthèse de la vitamine D y sont faibles.

La vitamine D obtenue par l'exposition au soleil est toutefois présente durant les 2 mois suivant l'exposition grâce à des réserves faites par l'organisme. Cette caractéristique fait que beaucoup de personnes ressentent une faiblesse musculaire entre janvier et avril car durant les mois d'octobre à avril, les UVA responsables de la synthèse de vitamine D sont faibles. Une carence en vitamine D provoque une faiblesse et des douleurs musculaires ou de la fatigue et, à un stade plus avancé, une ostéomalacie chez l'adulte et un rachitisme chez l'enfant.



LE GERANIOL



Ter

éniques
ntribue



le menthol

le camphre

(pigm Ils sont aussi représentés par les vitamines A, E, K, l'ubiquinone (CoE Q10), le caoutchouc naturel (poly-terpène), les pigments comme les xanthophylles (pigments jaunes des algues), les carotènes (pigments jaunes et rouge retrouvés dans les carottes), les lycopènes

Ils sont aussi représentés par les vitamines A, E, K, l'ubiquinone (CoE Q10), le caoutchouc naturel (poly-terpène), les pigments comme les xanthophylles (pigments jaunes des algues),

les carotènes (pigments jaunes et rouge retrouvés dans les carottes), les lycopènes (pigments rouges des tomates).

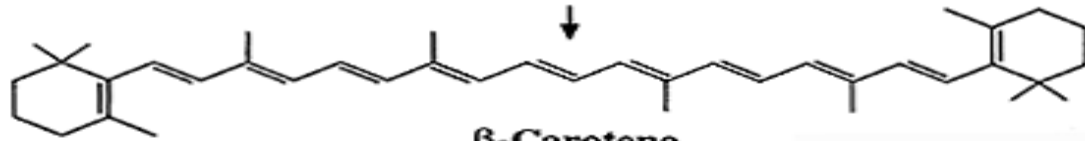
les lycopènes (pigments rouges des tomates).

Vitamine A



La vitamine A, est une vitamine liposoluble.

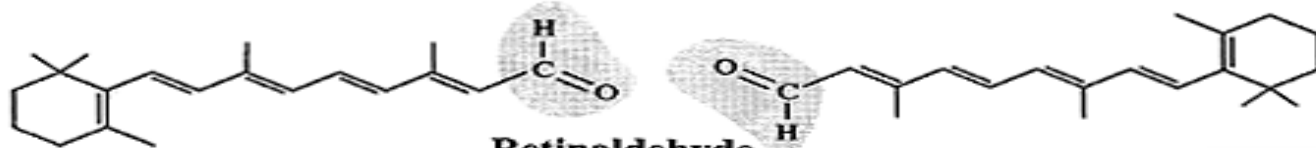
DIET



β-Carotene
(provitamin A)

β-Carotene
Dioxygenase

O₂
Intestine



Retinaldehyde
(Retinal; required for vision)

NADPH

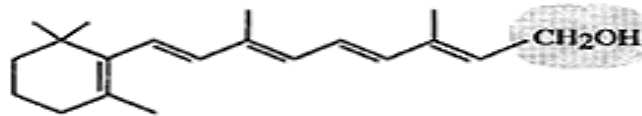
NADP⁺

Retinol
Dehydrogenase

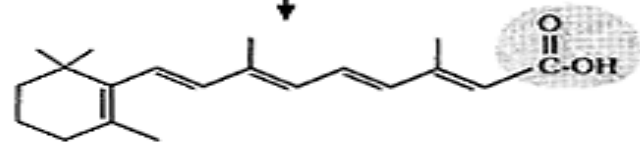
Irreversible
Oxidation

NAD⁺,
FAD

DIET →



Retinol (vitamin A)
*Required for reproduction-
testis and ovary*



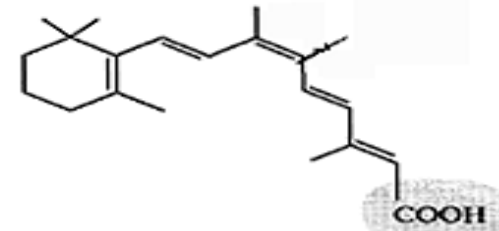
all-trans retinoic acid
*Required for growth, differentiation
and maintenance of epithelial tissues,
i.e., GI tract, lungs, cornea, etc.;
Binds to the nuclear RAR (retinoic
acid receptor)*

- i) Esterified with palmitate in intestine
- ii) Transported to liver in chylomicrons

- Esterase
- i) Hydrolyzed to retinol
- ii) Transported in blood by RBP

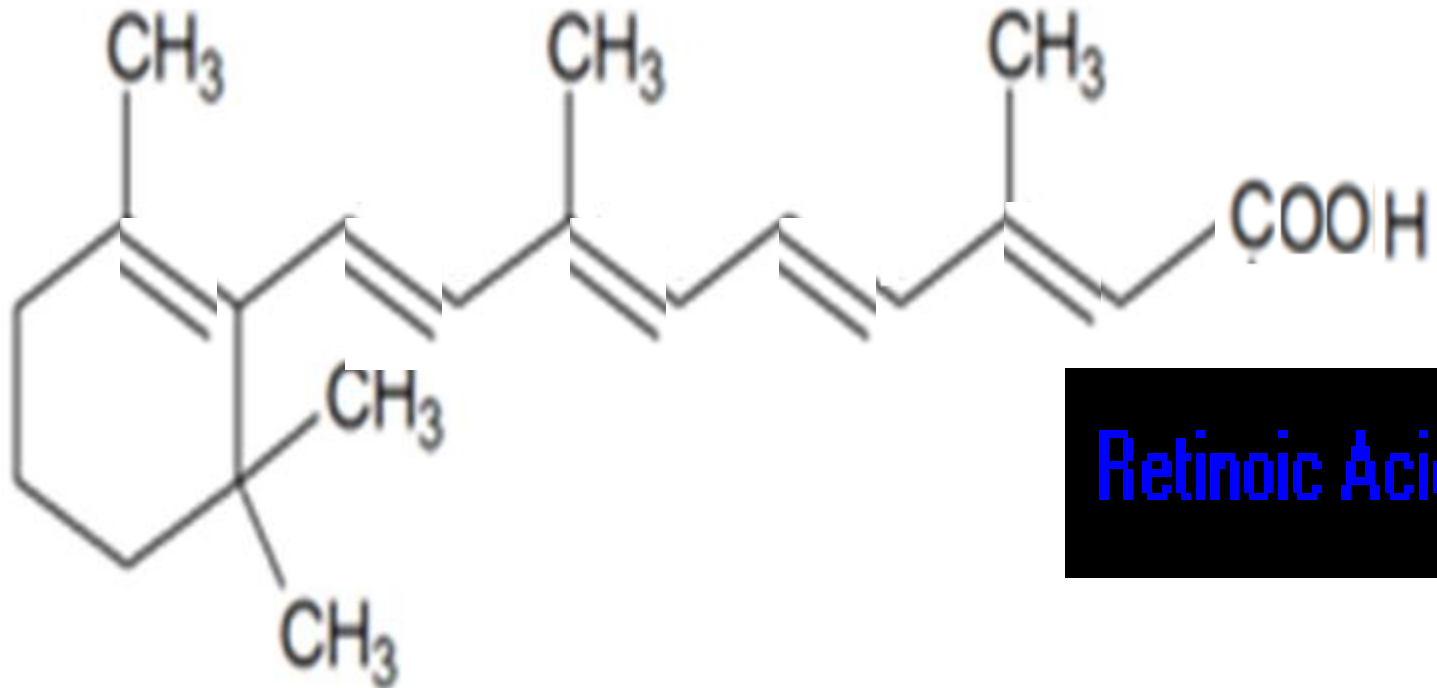
Retinol Palmitate
Stored in liver

Retinoic Acid Isomerase



9-cis retinoic acid

Morphogen that controls normal development; Binds to the nuclear RXR and interacts with signalling pathways for nuclear all-trans retinoic acid (RAR), eicosinoid (PPAR), thyroid hormone (TR) and vitamin D (VDR).



Dans l'organisme, elle existe sous forme de rétinol, de rétinal et d'acide rétinoïque.

Les aliments d'origine animale (viandes, produits laitiers et surtout foie) contiennent du rétinol et des esters de rétinol alors que les végétaux contiennent essentiellement des carotènes qui sont des précurseurs du rétinol.

On trouve de grandes quantités de vitamine A dans le lait, les œufs et le foie et de provitamine A dans les carottes, les abricots, ou les épinards.

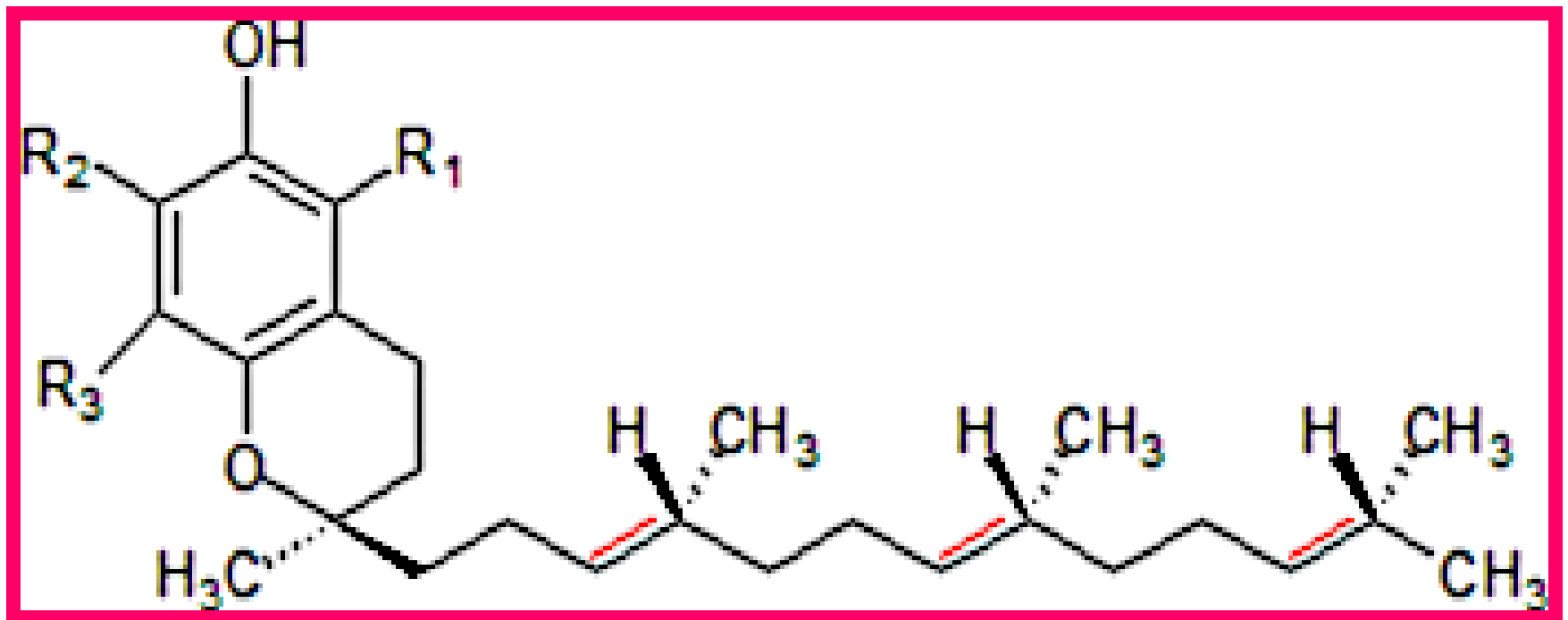


Le rétinol est une molécule hydrophobe synthétisée à partir de l'isoprène. La vitamine A est impliquée dans la croissance des os et la synthèse de pigments de l'œil.

Un déficit en vitamine A peut provoquer une **photophobie et la **cécité crépusculaire** ; il se manifeste par une peau pâle et sèche.**

Vitamine E

La vitamine E ou tocophérol est reconnue comme étant essentiellement un antioxydant, elle freine le vieillissement cutané.



Les meilleures sources de vitamine E

La vitamine E, également appelée tocophérol, est un antioxydant majeur. Elle permet de piéger les radicaux libres responsables de la dégradation des membranes cellulaires.



Huile de germe de blé



Huile de maïs



Huile de pépins de raisin



Huile de tournesol



Pignons de pin



Graines de tournesol



Noisettes



Amandes



www.lasantedanslassiette.com



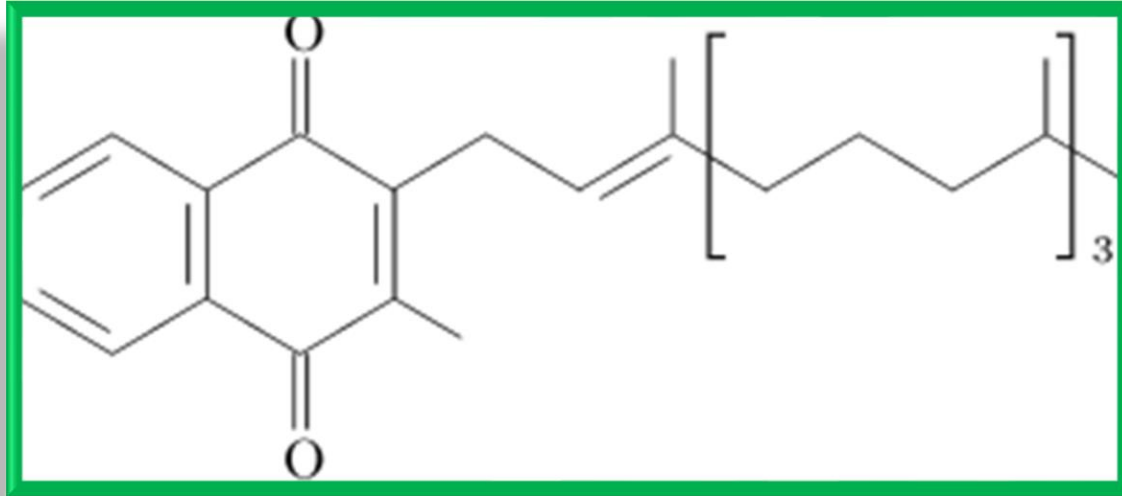
Elle est présente en grande quantité dans les huiles végétales

La vitamine E joue principalement son rôle d'antioxydant dans les membranes biologiques. Les mitochondries, qui sont génératrices de radicaux libres, contiennent de forts taux de vitamine E dans leur membrane lipidique.

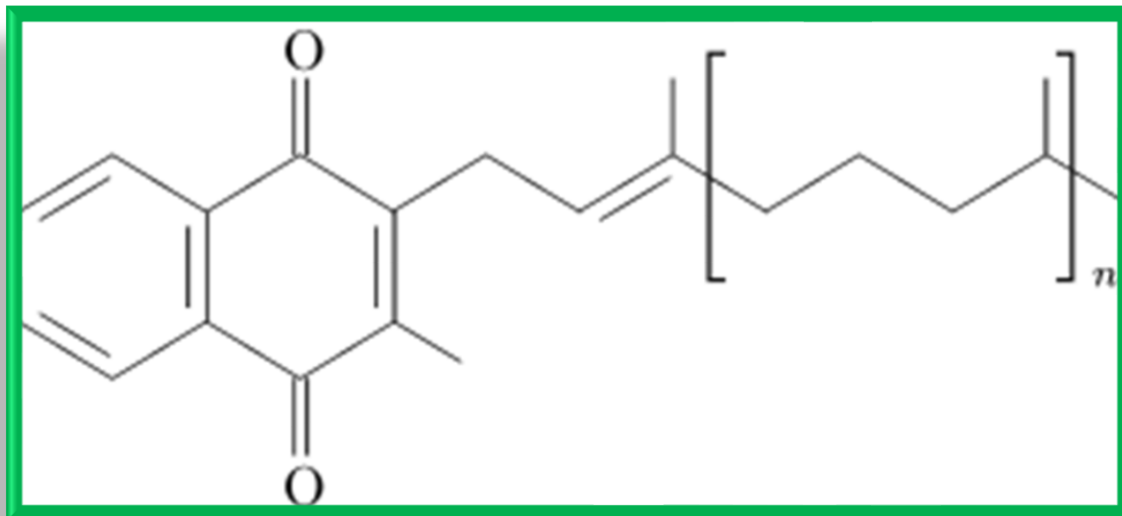
La vitamine E est souvent utilisée comme conservateur alimentaire (E306 à E309) pour éviter le rancissement des aliments par les radicaux libres.

Vitamine K

Vitamine K1



Vitamine K2



La vitamine K est une vitamine synthétisée par les bactéries de la flore intestinale, et intervenant dans la synthèse de facteurs de coagulation sanguine et la fixation du calcium par les os.

On distingue deux types de vitamine K : la vitamine K1 (phylloquinone-venant d'une synthèse végétale) et la vitamine K2 (ménaquinone-résultant d'une synthèse bactérienne) dont les structures et les actions sont différentes. Plusieurs bactéries dont Escherichia coli présentes dans le gros intestin peuvent synthétiser la vitamine K2 (menaquinone), mais pas la vitamine K1.

Lipides et lipoprotéines du sérum

Les lipoprotéines assurent le transport des lipides sous forme soluble dans le plasma. Ce sont des complexes macromoléculaires sphériques constitués:



I – Les lipides du sérum

- **Cholestérol (3,8-6,5 mmol/l) dont 30 % se trouve sous forme libre et 70% sous forme estérifiée (oléate et linoléate surtout).**
- **Phospholipides (2,3-3 mmol/l) constitués en majeure partie de lécithine, de lysolécithine et de phosphatidyl éthanolamine.**
- **Sphingolipides (2 mmol/l) constitués essentiellement de Sphingomyélines et de cérébrosides (céramides monohexosides).**
- **Glycérides (0,5-1,5 mmol/l) dont 85 % de triglycérides, les mono et les diglycérides n'étant que des intermédiaires du métabolisme des triglycérides**
- **Acides gras libres (0,35-0,85 mmol/l).**

II – les lipoproteines du serum

A - Présentation générale

Les lipoprotéines sont des agrégats sphériques formés

❖ de lipides

❖ d'apolipoprotéines

Noyau de lipides apolaires (triglycérides et esters de cholestérol) entouré d'une couronne d'environ 2nm constituée d'apolipoprotéines et de lipides amphiphiles (phospholipides et cholestérol).

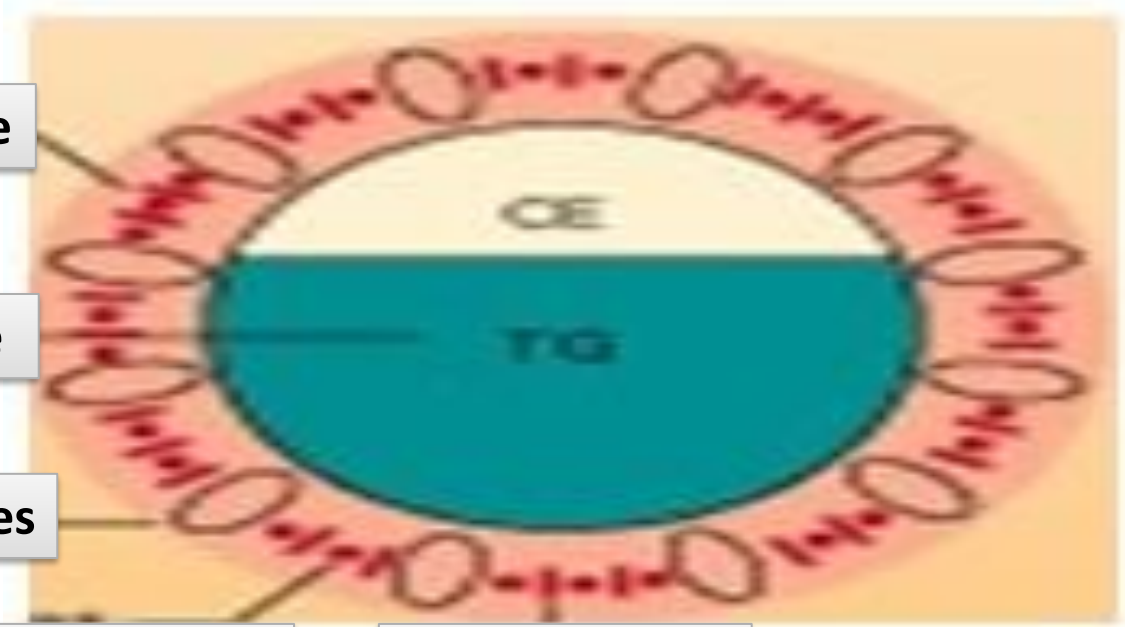
enveloppe hydrophile

Cœur hydrophobe

protéines

phospholipides

cholestérol libre



Elles diffèrent entre elles par :

→ l'importance et la nature de leur partie protéique

→ la composition de leur fraction lipidique : plus le noyau lipidique a un diamètre important, plus elles contiennent de lipides apolaires, et plus leur densité est faible.

PROPRIETES DES LIPOPROTEINES DU PLASMA HUMAIN

Lipo-protéine	Densité (nm)	% protéines	% lipides	Principaux lipides
Chylo-microns	<0,99	2	98	TG
VLDL	0,99-1,006	10	90	TG
LDL	1,019-1,063	25	75	Chol
HDL	1,063-1,125	50	50	PL

Principales classes de lipides portées par les lipoprotéines

- Chylomicrons

Triglycérides (en périodes post prandiales)

- VLDL

Triglycérides Endogènes

- LDL

Cholestérol

- HDL

Phospholipides

B – Différentes classes de lipoprotéines

Selon la migration électrophorétique et la densité par ultracentrifugation.

Electrophorèse

α LP

β LP

pré β PL

Ultracentrifugation

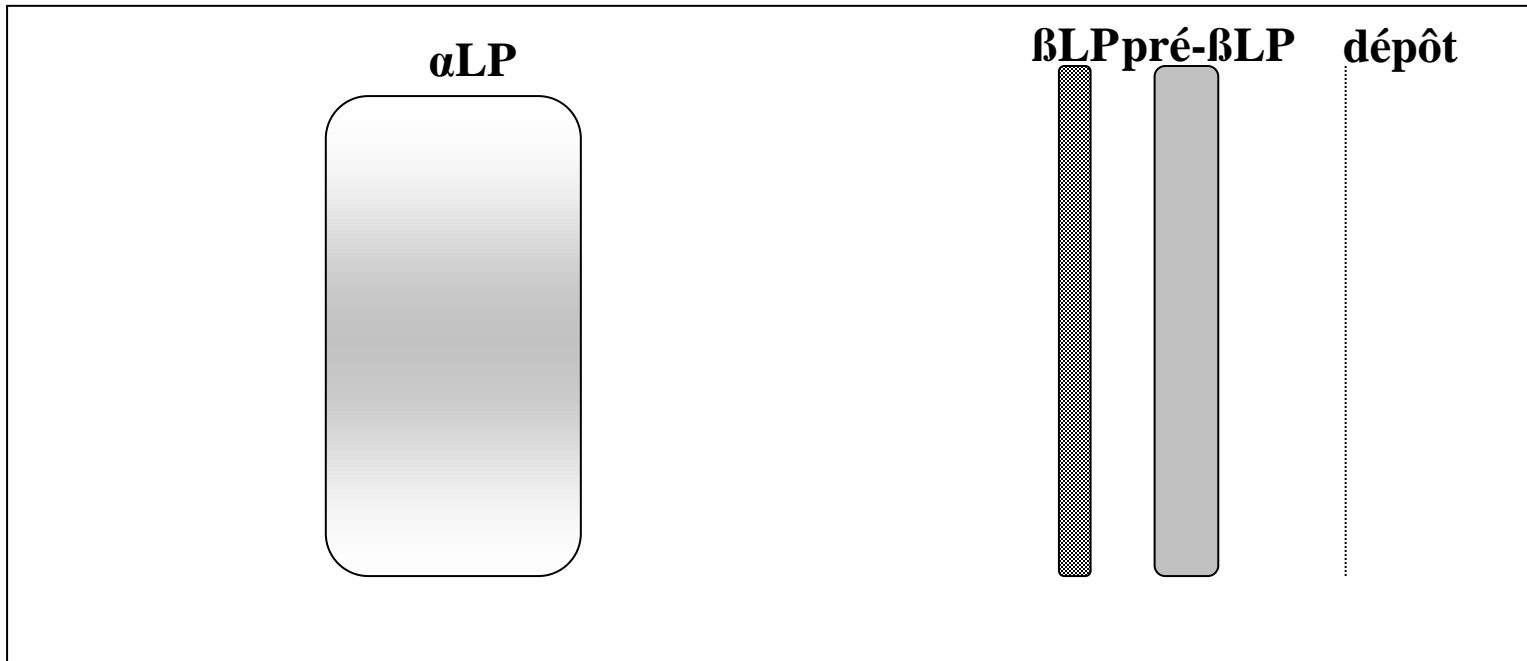
HDL

LDL

VLDL

Séparation électrophorétique des lipoprotéines plasmatiques

L'électrophorèse donne un aperçu visuel de la distribution des grandes familles de lipoprotéines, Il s'agit d'une méthode électrophorétique qui sépare les particules selon leur charge.



Electrophorèse des lipoprotéines ou lipidogramme.

l'ultracentrifugation n'étant pas une méthode utilisable en routine, la séparation des lipoprotéines se fait en fonction de leur migration électrophorétique en gel d'agarose ou de polyacrylamide.

TRANSPORT SANGUIN DES LIPIDES: LES LIPOPROTEINES

Transporter les lipides alimentaires: le rôle des chylomicrons

Les chylomicrons, formés dans les cellules de l'intestin à partir des lipides alimentaires sont des «gouttelettes» lipidiques de très grande taille, très riches en triglycérides (environ 90%), à leur sortie des cellules intestinales, les triglycérides seront source d'acides gras.

Fournir des lipides à l'organisme en dehors des périodes alimentaires: le rôle des lipoprotéines hépatiques VLDL, LDL

VLDL: fournir des triglycérides, (= des AG)

LDL: fournir du cholestérol aux tissus qui ne peuvent en synthétiser suffisamment pour leurs besoins.

Les LDL transportent le cholestérol, libre ou estérifié, dans le sang et à travers le corps pour les apporter aux cellules.

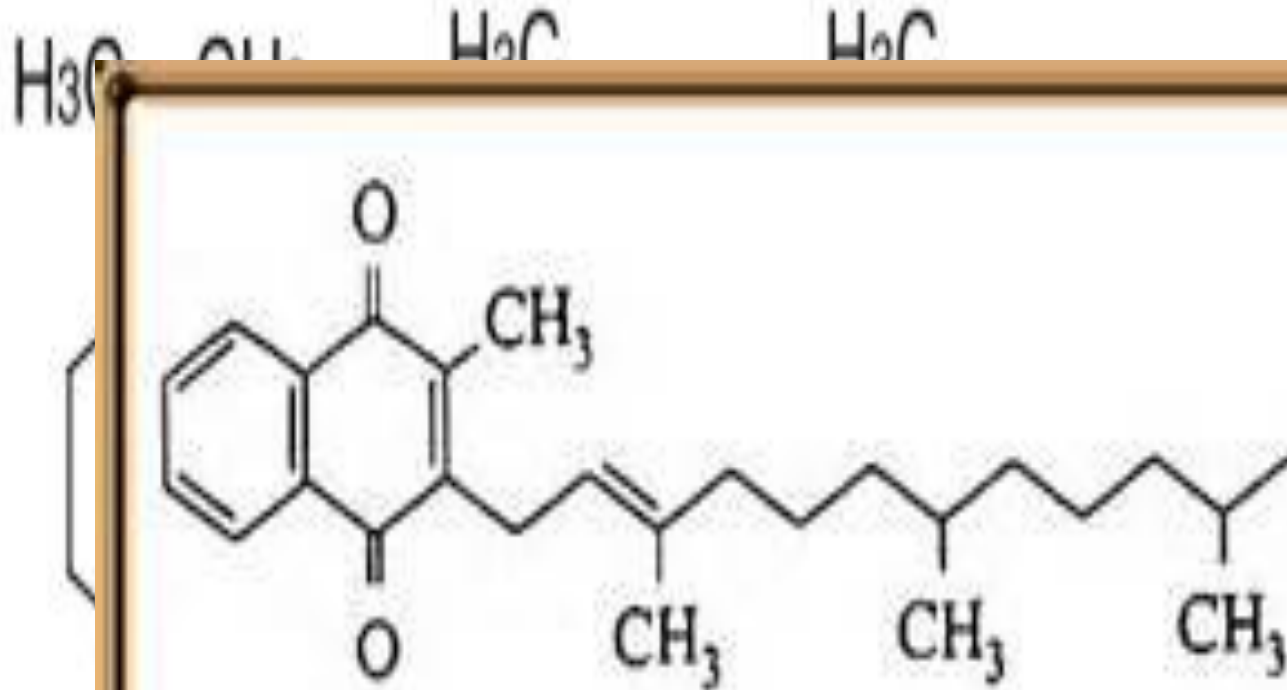
Les LDL sont produites par le foie à partir des lipoprotéines de très basse densité (ou VLDL).

Un défaut de captation des LDL par les cellules des tissus demandeurs augmente le taux de cholestérol dans les vaisseaux sanguins : elles s'y déposent ce qui entraîne **l'athérosclérose**. Pour cette raison, le **LDL** est souvent qualifié de **mauvais** cholestérol, par opposition au **HDL** qui lui, est appelé le **bon** cholestérol.

Fournir des apoprotéines aux autres lipoprotéines échanger des lipides avec les autres lipoprotéines ramener le cholestérol tissulaire au foie: le rôle complexe des HDL

REVISION

Lipides



Vitamin K1

Tocopherol