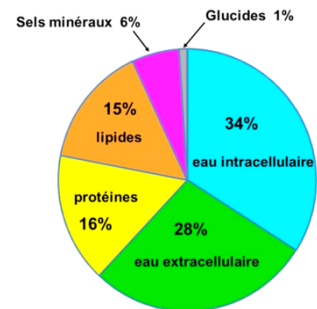


Les Lipides

Le professeur Van Obberghen nous a fait savoir que le cours sur les lipides sera très légèrement modifié au niveau d'une ou deux diapositives mais il s'agira principalement de reformulations et non de rajouts de parties de cours ou autres donc pas de panique cette fiche reste un bon support mais elle sera modifiée quand la vidéo du prof sortira
Bon courage pour la fiche, n'hésitez pas à la couper en deux

I. Introduction

Les Lipides forment **15% du poids corporel+++**, forment un groupe très hétérogène de molécules organiques ayant un caractère hydrophobe (ou amphipatique = amphiphile) **principalement constitués de C, H et O+++**.



II. Fonctions des Lipides

Il existe une large diversité au niveau de leurs **structures** et de leurs **fonctions**.

1- Réserves d'énergie

La première fonction des lipides correspond à la **réserve énergétique**, formée en particulier dans le tissu adipeux puisque c'est là que les lipides vont être stockés. C'est une réserve qui est beaucoup moins limitée que les carbohydrates (=glucides), car ce tissu est capable d'augmenter son volume de façon considérable ce qui peut mener, en cas d'excès, à l'obésité.

Rmq : **1g de lipides apporte 9kcal**, alors **qu'1g de glucose ou de protéines n'apporte que 4kcal**.
(sera revu dans d'autres cours notamment en physio)

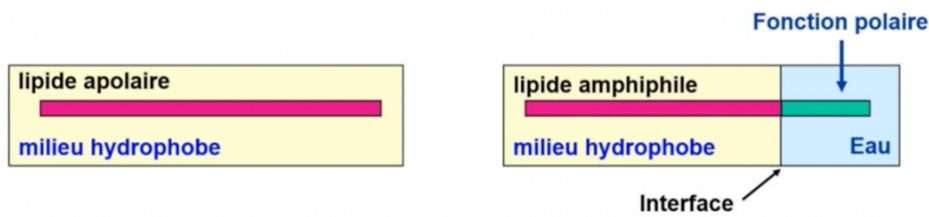
2- Structures des membranes biologiques

Un deuxième rôle très important des lipides concerne **la structure des membranes cellulaires et des substances circulant dans le sang**, comme les lipoprotéines (formés par les lipides).

3- Rôles biologiques spécifiques

Enfin, les lipides pourront agir comme des messagers secondaires, des coenzymes ou encore des transporteurs d'électrons. Également, ils seront précurseurs pour la synthèse de diverses vitamines liposolubles (A, D, E et K) ainsi que des stéroïdes.

III. Généralités



Les lipides sont :

- **Soit apolaires**, c'est d'ailleurs le cas des lipides dits « **neutres** » et qui possèdent un squelette entièrement **hydrophobe** (apolaire = hydrophobe = ça n'aime pas l'eau) ;
- **Soit Bipolaires** (= amphipatiques= amphiphiles), il s'agit alors de molécules qui possèdent généralement une tête polaire, liée à une chaîne fortement apolaire.

Concernant leurs propriétés physico-chimiques, **les lipides sont des molécules insolubles dans l'eau, mais solubles dans des solvants organiques tels que l'acétone, l'éther ou le chloroforme** (ceux-là vous allez les revoir en chimie).

IV. Les lipides simples

On retrouve différents types de lipides simples **composés uniquement de C, H et O** (on répète pour que ça rentre) :

Les Acides Gras (AG)	Molécules composées de chaînes aliphatiques saturées, ou non saturées (on revoit ça vite)
Les Glycérides	Correspondent à des esters d'AG (saturés ou non), greffés sur un alcool qui est le glycérol
Les Cérides	Correspondent à des esters d'AG, lesquels sont aussi liés à un alcool gras, c'est-à-dire des alcools avec une longue chaîne hydrocarbonée
Les Stéroïdes	Molécules qui sont non-glycérides avec une structure polycyclique

1- Les Acides Gras (AG)(avec le texte en gras hehe)

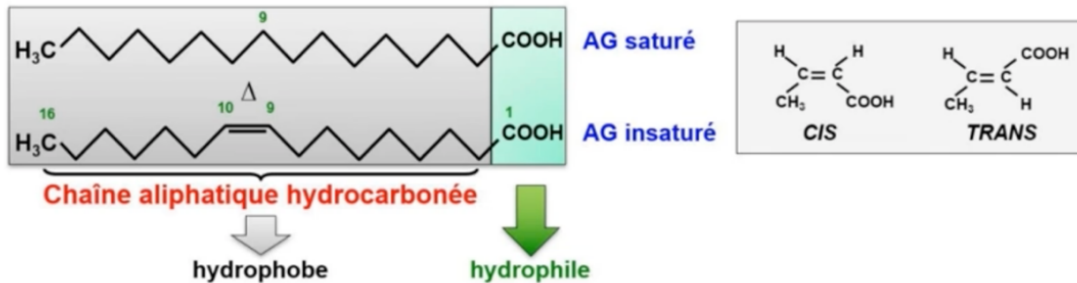
Les acides gras sont des acides **monocarboxyliques** (ils ne possèdent qu'un seul acide carboxylique) **R-COOH** ou R est une chaîne aliphatique (une chaîne de carbones liés entre eux) :

- De longueur variable, **minimum 4 carbones**
- Plus fréquemment composés de **14 à 22 carbones**
- C'est elle qui est responsable du **caractère hydrophobe de la molécule**

La plupart des Acides Gras naturels possèdent ces caractéristiques générales :

- Ils sont **monocarboxyliques+++**, c'est-à-dire qu'ils ne contiennent qu'un seul groupement carboxyle (lequel correspond à la partie hydrophile de la molécule) ;
- Ils possèdent une chaîne aliphatique hydrophobe, avec en général un nombre pair de carbones ;

- Ils peuvent être **soit amphiphiles** (si la chaîne aliphatique est courte) **soit hydrophobes** (si la chaîne aliphatique est longue) ;
- Ils ont une chaîne aliphatique qui est **soit saturée** (qui ne possède pas de doubles liaisons), **soit insaturée** (qui possède donc au moins une double liaison) avec **au maximum 6 doubles liaisons, le plus souvent de configuration CIS** (avec les groupements les plus lourds du même côté, par rapport à la double liaison).



Ci-dessus, l'AG saturé sans double liaison et juste en dessous l'AG insaturé avec 1 double liaison, vous pouvez voir que **la double liaison est en CIS** (miam la chimie) car les groupements les plus lourds sont situés du même côté.

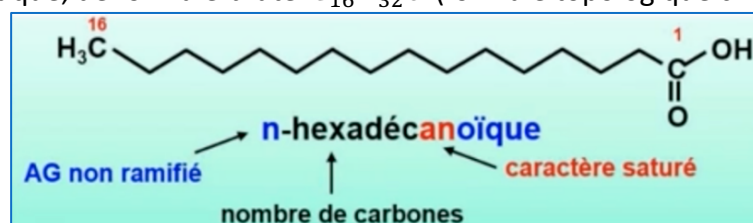
Mais alors comment ça se nomme tout ça ?

2- Nomenclature

Les AG possèdent généralement deux dénominations :

- **La dénomination usuelle** est, comme son nom l'indique, la plus utilisée et est basée sur l'historique autour de l'AG, la façon dont il a été découvert et ses caractéristiques.
Exemple : l'acide hexadécanoïque est dénommé et est plus connu sous le nom d'« acide palmitique » dans la nomenclature usuelle.
- **La dénomination officielle** fonctionne de la façon suivante : les AG linéaires saturés sont nommés à partir de l'alcane correspondant (celui qui a le même nombre de carbones que l'AG en question), avec le suffixe « oïque ». Exemple : si votre AG possède 5 carbones on l'appellera... Acide pentanoïque. Pour les AG insaturés, ils sont nommés à partir de l'alcène correspondant, à cause de la ou les double(s) liaison(s). De plus, il faut indiquer dans la nomenclature :
 - Le nombre de carbones de l'AG, numérotés à partir du carbone du groupement carboxylaté noté en C1 ;
 - L'absence (alcane) ou la présence (alcène) de double(s) liaison(s) avec le symbole Δ et, s'il y'en a, leur nombre ;
 - Enfin, s'il y a des double(s) liaison(s), leur(s) position(s) et leur(s) configuration(s) cis ou trans.

Exemple : l'acide palmitique, de formule brute $C_{16}H_{32}O$ (formule topologique ci-dessous).



C'est un AG qui est non-ramifié, donc sa dénomination commence par « n- ». Notons que chez les mammifères, les AG ramifiés sont peu abondants. Il comporte 16 carbones (donc hexadéc), et est saturé, d'où le « an ». Et on n'oublie pas d'ajouter à la fin le suffixe « oïque », car les AG sont des acides carboxyliques.

Au final, la dénomination officielle de l'acide palmitique est « acide n-hexadécanoïque ».

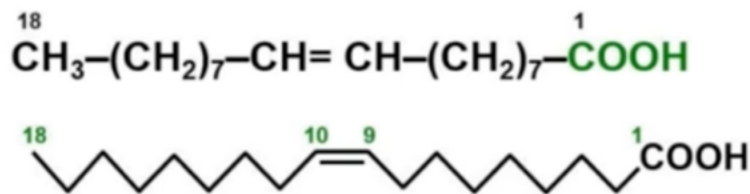
Concernant la longueur des AG, il faut savoir que :

- Si la chaîne possède moins de 8 carbones, on a un AG à chaîne courte ;
- Si la chaîne possède entre 8 et 12 carbones, on a un AG à chaîne moyenne ;
- Si la chaîne possède entre 14 et 20 carbones, on a un AG à chaîne longue ;
- Si la chaîne possède plus de 20 carbones, on a un AG à chaîne très longue.

3- Les acides gras insaturés

Il existe deux types d'AG insaturés : **les AG monoinsaturés** (une seule double liaison), et **les AG polyinsaturés** (plusieurs doubles liaisons).

Exemple d'acide monoinsaturé : l'acide oléique, de formule brute C₁₈H₃₄O₂.



L'acide oléique possède 18 carbones, d'où le radical « octadéc » et, il est insaturé : on met un « én » après le radical. Comme il s'agit d'un AG insaturé, on précise la stéréochimie (CIS ou TRANS) et la position de la double liaison : ici, la double liaison est au niveau de C₉ (en comptant depuis le carbonyle) et est en CIS. On le nommera ainsi avec sa dénomination officielle : « acide cis-9-octadécénoïque ».

Il existe aussi une nomenclature abrégée **C₁₈:1(Δ⁹)**

- C₁₈ pour le nombre de carbones
- 1 pour le nombre de doubles liaisons
- Δ⁹ pour la position de la double liaison

4- Les acides gras polyinsaturés

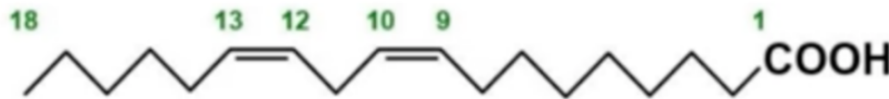
Chez les mammifères, **les doubles liaisons sont TOUJOURS en position MALONIQUE+++**, c'est-à-dire qu'il y a **toujours 3 carbones entre 2 doubles liaisons, celles-ci sont toujours de stéréoisomérisation CIS+++**.



5- Les acides gras indispensables +++++

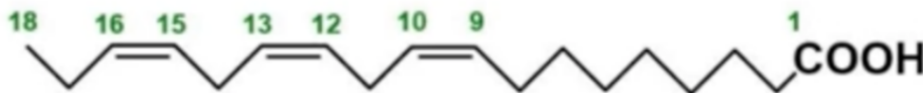
- 1- **L'acide linoléique** : C'est un **AG INDISPENSABLE +++**, c'est-à-dire qu'il n'est pas synthétisé par l'organisme et que **son apport se fait uniquement via l'alimentation+++**.

Formule ci-dessous, l'AG se nomme en nomenclature abrégée : **C18:2($\Delta^{9,12}$)**



- 2- **L'acide Alpha-linoléique** : C'est aussi un **AG indispensable +++**, apporté **uniquement via l'alimentation**.

Formule ci-dessous, l'AG se nomme en nomenclature abrégée : **C18:2($\Delta^{9,12,15}$)**



La nomenclature ω (Omega)

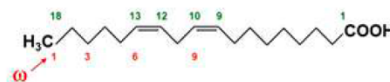
Cette nomenclature est réalisée à l'inverse de la nomenclature officielle : elle numérote les carbones à partir du méthyl (-CH₃) terminal avec une lecture vers le carboxylate (le COOH)

On exprime ωx où x est le numéro du carbone qui positionne la 1^{ère} insaturation en partant du groupement méthyl (CH₃) terminal

Chez l'homme, il y a 2 principales familles d'AGPI : les omega 3 et les omega 6, voici deux exemples :

Acide linoléique : 18 C avec 1^{ère} double liaison sur C6 (C₁₃-C₁₂) et la 2^{ème} 3 C plus loin sur C9 (C₁₀-C₉) → C18:2 ω_6

Acide linoléique: C18:2($\Delta^{9,12}$) ; C18:2 (9c,12c)



C18:2 ω_6

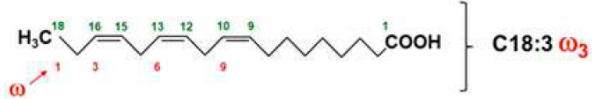


Les Oméga 6 :

Acide linoléique C18:2 (Delta 9,12)	Apporté <u>uniquement</u> par <u>l'alimentation</u> : AG indispensable Omega 6 car <u>sa première double liaison est sur le C6</u>
Acide Arachidonique C20:4 (delta 5,8,11,14)	Il peut être synthétisé <u>à partir de l'acide a-linoléique</u> par <u>élongation de 2C</u> : AG NON indispensable

Acide α -linoléique : 18 C avec 1^{ère} double liaison sur C3 (C₁₆-C₁₅), la 2^{ème} 3 C plus loin sur C6 (C₁₃-C₁₂), et la 3^{ème} 3 C plus loin sur C9 (C₁₀-C₉) → C18:3 ω_3

Acide α -linoléique: C18:3($\Delta^{9,12,15}$) ; C18:3 (9c,12c,15c)

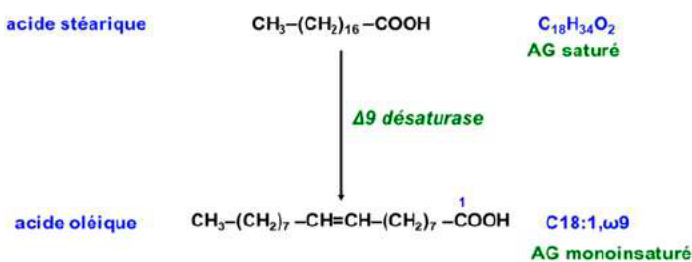


Les Oméga 3 :

<p>Acide alpha-linolénique C18:3 (Delta 9,12,15)</p>	<p>Apporté uniquement par l'alimentation : AG indispensable Omega 3 car <u>sa première double liaison est sur le C3</u></p>
<p>Acide Eicosapentaénoïque (EPA) C20:5 (delta 5,8,11,14,17)</p>	<p>Il peut être synthétisé <u>à partir de l'acide linoléique</u> par <u>élongation de 2C</u> : AG NON indispensable</p>

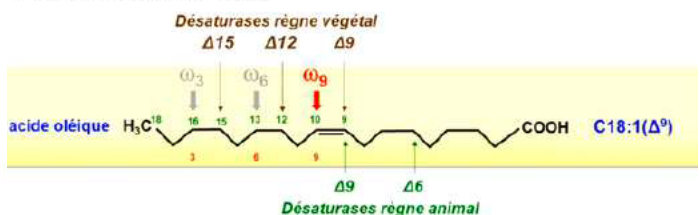
Pourquoi certains AG sont-ils indispensables ?

- Il faut regarder comment les doubles liaisons sont introduites : on part de l'acide stéarique avec 18 C mais pas de double liaison (Schéma en bas de page)
- L'enzyme $\Delta 9$ désaturase agit, elle va ajouter une double liaison au niveau de la liaison C9-C10 permettant la production de l'acide oléique (AG omega 9, monoinsaturé) ou C18 :1 $\omega 9$
- Cette désaturase se trouve dans le monde végétal et animal : l'acide oléique n'est donc pas indispensable
- Il existe plusieurs types de désaturases (=créent les doubles liaisons) qui vont varier en fonction de l'endroit qu'elles vont catalyser
- Pour former des omega 3, il faut des **désaturases $\Delta 15$ +++** et pour former des omega 6 il faut des **désaturases $\Delta 12$ +++**. Il faut désaturer vers le CH3 terminal
- A partir de cet acide oléique il faudra tout simplement désaturer C6 et C3 à l'aide d'une $\Delta 12$ désaturase et d'une $\Delta 15$ désaturase pour obtenir un acide linoléique puis un acide alpha-linolénique



AGPI indispensables / non indispensables

A partir de l'acide oléique (C18:1, $\omega 9$), pour obtenir les séries $\omega 3$ et $\omega 6$, il faut, désaturer vers le CH3 terminal



IV. Les stérols et stéroïdes

1- Différentes classifications

- 1^{ère} classification **CLASSIQUE** (qu'on utilisera dans ce cours, favorisée en médecine) ou les stérols comprennent (liste +++)
 - Stérols
 - Stérides (ester d'AG et stérol)
 - Hormones stéroïdiennes : œstrogène (femme), androgènes (homme), minéralocorticoïdes (régulent le métabolisme des minéraux et des sels), glucocorticoïdes (régulent le métabolisme).
 - Stéroïdes conjugués (à la glycine ou à la taurine)
 - Acides biliaires
 - Sécostéroïdes (Vitamine D)
- 2^{-ème} classification **d'Union internationale de Chimie** : TOUS les lipides ayant un noyau stérane ou dérivant de celui-ci sont des stéroïdes

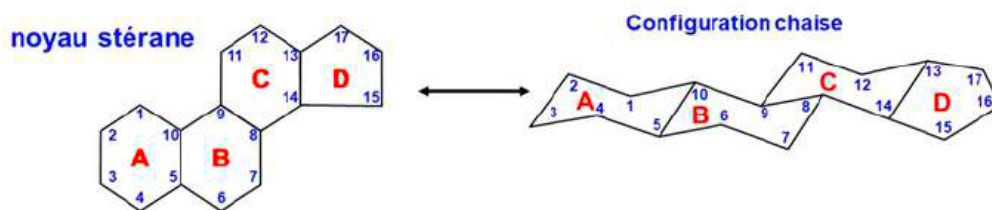
2- Les stérols et stérides

Stérols = composés **amphiphiles polycycliques**, ils sont en général hydrophobes mais certains sont amphiphiles. Leur structure de base est le **noyau Stérane** (hydrophobe) qui résulte de la condensation de '4 CYCLES : **3 cyclohexanes (A, B et C sur le schéma ci-dessous) + 1 cyclopentane (D)**

Cela forme ainsi une structure RIGIDE de 17C au total.

Deux représentations différentes, celle de droite est dite « en chaise »

La numérotation des carbones est particulière : on commence par le cycle A et B, les considérant comme un tout, puis C et D.



- A partir de ce noyau et en fonction de la classe, on aura :

- La présence d'un ou **plusieurs hydroxyles** (un sur **C3** pour le **cholestérol**)
- La présence ou non de **double(s) liaison(s)** au niveau des **cycles A et / ou B**
- La ramification aliphatique (≠ CH₃) positionnée sur **C17** (cycle D)
- La présence ou non de double(s) liaison(s) niveau de la ramification aliphatique

Stérols/stérides

Acides et sels biliaires

Stéroïdes hormonaux

A partir de ce noyau stérane, différentes molécules en sont dérivées (stérols/Acide biliaires/stéroïdes hormonaux...), par des modifications telles que :

- L'ajout d'un ou plusieurs hydroxyles (-OH)
- L'ajout ou non d'une double(s) liaison(s) au niveau des cycles A et/ou B
- L'ajout ou non d'une ramification aliphatique positionnée en C17 du cycle D
- La présence ou non d'une double liaison au niveau de la ramification aliphatique

3- Les dérivés des stérols : Le cholestérol +++

Parmi les dérivés des stérols, **le cholestérol** est une molécule très centrale au niveau de la physiologie et de la médecine.

C'est le principal stérol d'origine animale, il est :

- Présent dans les **structures membranaires** en association avec des lipides
- Le **précurseur** de nombreux dérivés stéroïdes, d'hormones sexuelles, d'hormones corticosurréaliennes et de la vitamine D

Structure :

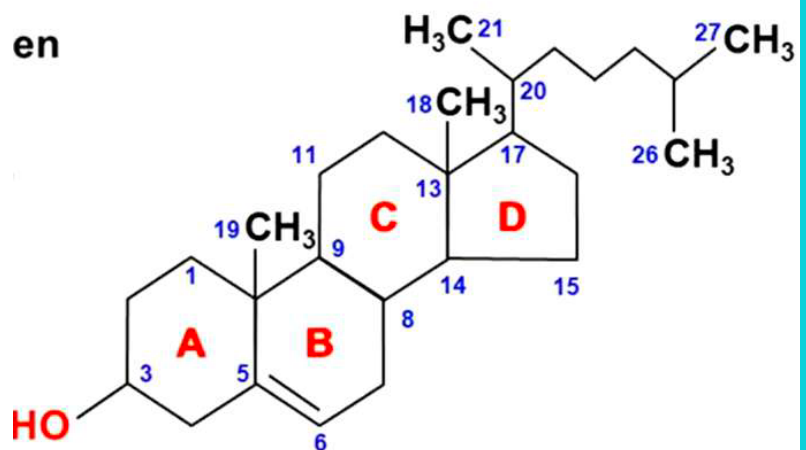
- 27 carbones en tout

A partir du noyau stérane, on a la présence de :

- Méthyl (CH₃) en C19 et en C18 (stérane diméthylé)
- L'ajout d'un hydroxyle en C3 du cycle A (rend la molécule amphiphile)
- Ajout d'une double liaison entre C5 et C6 du cycle B
- Ramification aliphatique de 8C sur le C17 du cycle D

Il faut apprendre ces étapes et la position sur

les carbones je sais que c'est dur au début mais à force de réciter de quoi est composé quelle molécule on y arrive ! il



4- Les molécules dérivées du cholestérol : Les acides et sels biliaires

Les acides biliaires sont synthétisés par le foie puis stockés au niveau de la vésicule biliaire. +++

Lors du processus de digestion, cette bile va être relarguée par les voies biliaires dans le duodénum (première partie de l'intestin grêle)

Ces acides biliaires possèdent **deux fonctions importantes +++** :

- Permettent **l'émulsification des lipides**, cela permet de favoriser l'action de la lipase pancréatique au niveau de nos lipides afin de favoriser la digestion des lipides. Ils **agissent comme des détergents**
- Participent à **l'élimination du cholestérol**

Exemple : l'acide Cholique (AC) (à droite) et l'acide Chénodésoxycholique (ACDC)

(Pour les différencier retenez que ACDC c'est plus long au niveau du long complet, j'adore AC/DC donc si quelqu'un a un mnémo avec une de leur chansons je suis preneur mais j'ai pas réussi snif)

Ils dérivent du cholestérol par :

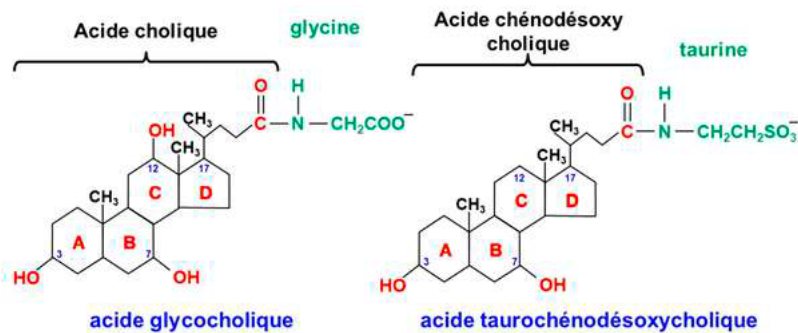
- Raccourcissement de la chaîne latérale de 3C
- Réduction de la double liaison du cycle B
- Apparition du groupement carboxylique (-COOH) par oxydation de la chaîne latérale (sur le C24)
 - pKa d'environ 6 donnant lieu à une ionisation partielle dans le duodénum (pH=6)
- Ajout de 2 ou 3 hydroxyles (-OH) en C3, C7, C12
 - Si ajout de **3 OH** (C3/C7/C12) cela va donner **l'Acide Cholique**
 - Si ajout de **2 OH** (C3/C7), cela va donner **l'ACDC**

Ils peuvent être **libres ou conjugués** :

Avant de quitter le foie, une grande partie des acides biliaires sont conjugués (=attachés) à 2 acides aminés : **la GLYCINE ou la TAURINE** (AA qui dérive du métabolisme de la Cystéine).

De plus, la taurine est moins utilisée et on dit que pour 3 glycines utilisées, on a qu'une seule molécule de taurine.

A partir de ce moment, on appelle ces molécules des **sels biliaires**.



+++ Sels biliaires = acides biliaires conjugués +++

Ici, on voit (schéma de gauche) une glycine qui est conjuguée avec l'acide cholique qui peut former l'acide glycocholique et à droite, la taurine qui est conjuguée à l'ACDC. La réciproque est possible (une glycine peut se conjuguer avec un ACDC et une taurine peut se conjuguer avec un acide cholique)

Les conséquences de cette conjugaison sont importantes :

L'ajout d'un des groupements sulfate (taurine) ou carboxyl (glycine) fait que le pKa de la molécule diminue et va devenir inférieur au pH du duodénum (= première partie de l'intestin grêle)

Par conséquent, **la totalité des sels biliaires sera ionisée**, ce qui augmente la nature amphipatique à la suite de l'ionisation complète et permet un **meilleur effet détergent** car l'accès au gras est plus facile

5- Les hormones stéroïdiennes

On regroupe les hormones :

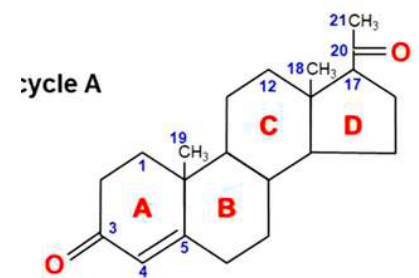
- Celles sécrétées par les **glandes sexuelles + placenta** :
 - Androgènes (masculine)
 - Œstrogène et progestagène (féminine)
- Celles sécrétées par les glandes **corticosurrénales** (action anti-inflammatoire)
 - Minéralocorticoïdes qui sont très importants dans l'équilibre minéral.
 - Glucocorticoïdes jouant un rôle dans le métabolisme des lipides, protéines et glucides + actions anti-inflammatoires

Elles dérivent **TOUTES du cholestérol** par des réactions de coupure sur la chaîne latérale, et/ou hydroxylation et oxydation

Exemple : La progestérone

A partir du cholestérol, on a :

- La présence d'un carbonyle en C3 sur le cycle A
- La présence d'une double liaison entre le C4 et C5 du cycle A conjuguée avec le carbonyle (mésomérie)
- Réduction de la double liaison au niveau de C5-C6 cycle A/B
- Raccourcissement de la ramification à C21
- Présence d'un carbonyle au niveau de la ramification aliphatique



V. Les triglycérides ou triacylglycérol

Ces substances sont constituées de **glycérol et de 3 acides gras**.

Ils exercent de multiples fonctions : **stockage** de réserve énergétique, **le transport** de lipides dans le sang, et **l'isolation thermique**

Leur formation se fait de façon séquentielle (important de retenir la logique ici) :

- 1- Le 1^{er} AG peut se mettre en position 1,2 ou 3 -> donne un 1 ou 2 ou 3-monoacylglycérol
- 2- Le 2^{ème} AG se met -> donne du 1,2 ou 1,3 ou 2,3 diacylglycérol
- 3- Le 3^{ème} AG se met -> donne un **Triacylglycérol (=TG)**

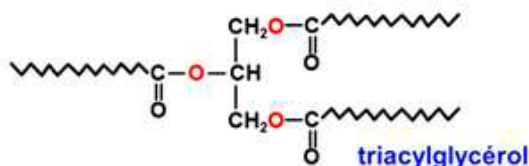
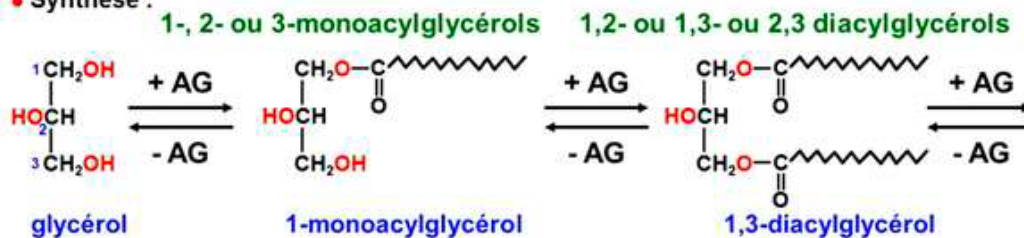
Les TG peuvent être :

- Simples (les 3 AG sont identiques)
- Mixtes (2 ou 3 AG différents)
- Saturés ou insaturés

Remarque +++ : pour des raisons enzymatiques s'il y a un AG insaturé en général il est en C2

Les triglycérides/triacylglycérols (TG)

- Contiennent du glycérol et 3 acides gras
- Ont de multiples fonctions : stockage et réserve énergétique, transport de lipides dans le sang, isolation thermique
- Synthèse :



1. TG simples : 3 AG identiques
2. TG mixtes : AG différents
3. AG saturés ou insaturés
4. Si insaturés : en général en C2

Les Lipides Complexes

I- Classification

Définition : Ce sont des hétérolipides, composés d'un alcool, le glycérol ou sphingosine, estérifiés par des acides gras, et contenant des groupements phosphate, sulfate ou glucidique

Il y a 3 grands groupes :

- Les **Glycérophospholipides** : glycérol (alcool) + phosphate
- Les **Sphingolipides phosphatés** : sphingosine (alcool) + phosphate
- Les **Sphingolipides non phosphatés** : sphingosine + **PAS de phosphate**

On classe ces groupes en 2 grandes familles selon la présence du groupement phosphate :

Les **PHOSPHOLIPIDES** (avec du phosphate) :

- Les glycérophospholipides : alcool glycérol
- Les sphingolipides phosphorylés / sphingophospholipides : alcool sphingosine

Les **GLYCOLIPIDES** (pas de Phosphate) :

- Les Glycosphingolipides / cérébrosides : ils ne sont **pas phosphorylés** mais possèdent en plus une partie cyclique glucidique

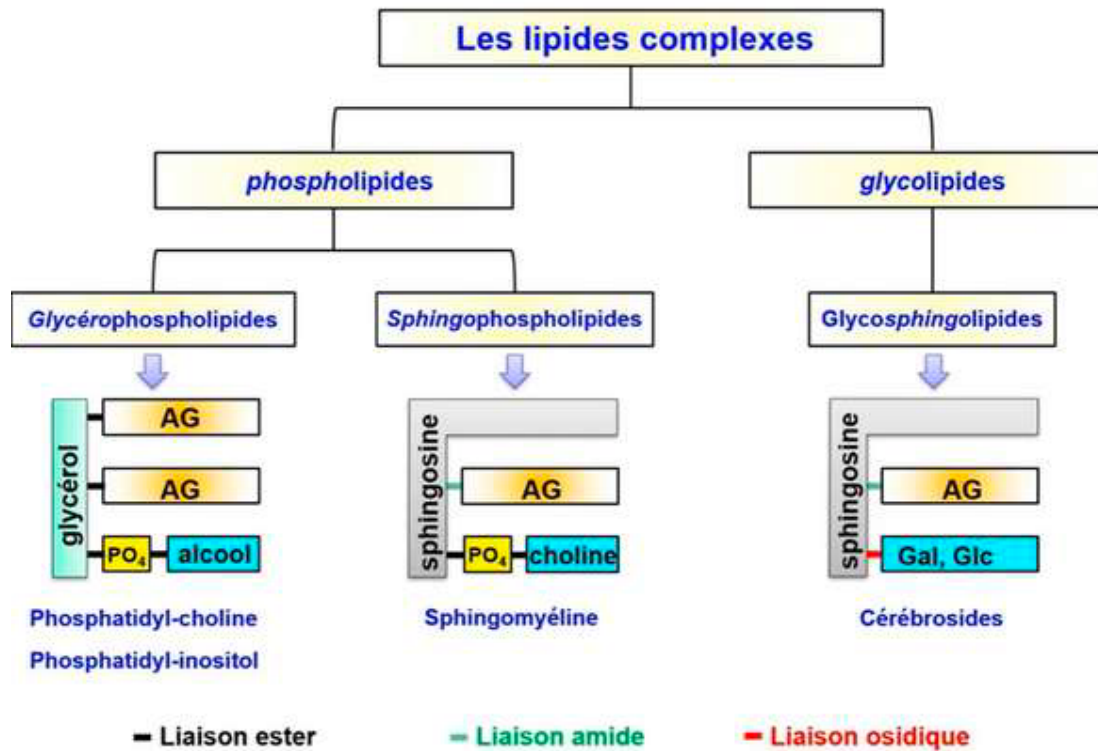


Schéma +++ pour bien comprendre de quoi est composé chaque lipide et à quelle famille il appartient

II- Les Phospholipides

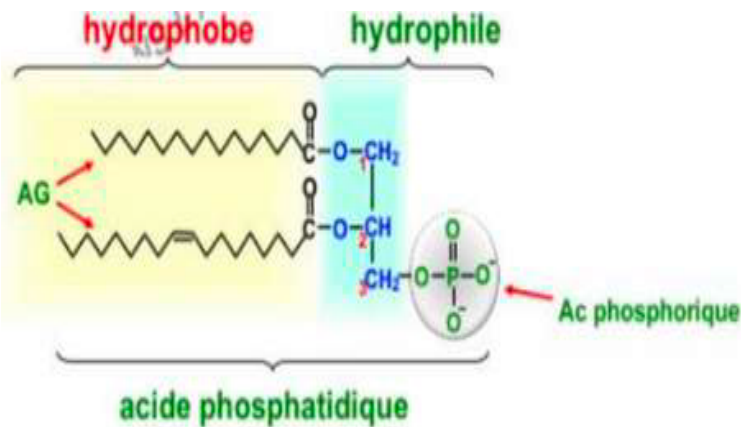
1- Les glycérophospholipides

Les glycérophospholipides contiennent une molécule de glycérol, deux acides gras, un phosphate qui lui-même lit un alcool

Exemples : phosphatidylcholine et phosphatidylinositol

Ils jouent un rôle très important biologiquement pour la structure et la fonction de la cellule puisqu'ils sont les constituants majeurs des membranes biologiques, et des médiateurs de la signalisation cellulaire

Ils dérivent tous d'un précurseur biosynthétique : **l'ACIDE PHOSPHATIDIQUE**



Cet acide est composé d'un Glycérol estérifié par :

- 2 AG relativement long (>14C) en position C1 (AG saturé) et C2 (AG souvent insaturé)
→ Ils forment la **queue HYDROPHOBE**
- Un acide phosphorique lié en C3
→ Il forme la **tête HYDROPHILE**
→ L'acidité de la molécule provient des 2H libres de l'acide phosphorique

Cette molécule est **amphipatique** avec la partie hydrophobe des deux acides gras, et la partie hydrophile du glycérol et l'acide phosphorique

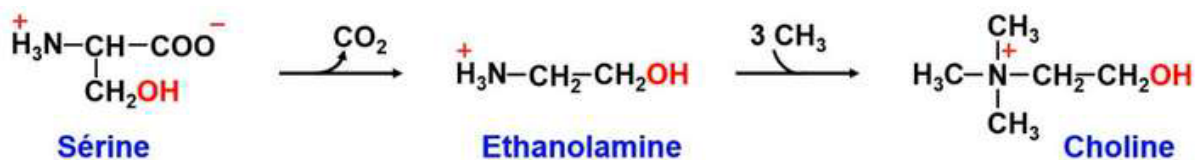
La structure des glycérophospholipides est plus complexe car une des fonction OH de l'acide phosphorique peut être estérifiée par différents types de molécules X qui peuvent être :

- Un **alcool aminé** : Sérine / Éthanolamine / Choline
- Un **polyol sans azote** : Glycérol / Myo-inositol

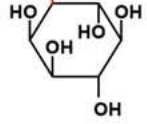


Concernant les alcools aminés, la sérine peut être décarboxylée (=perte de son COOH relargué sous forme de CO₂ dans le milieu) pour donner l'éthanolamine qui peut ensuite être tri-méthylée (=ajout de 3 groupements méthyl -CH₃) pour former de la choline

NB : Ces 3 molécules ont des rôles très différents

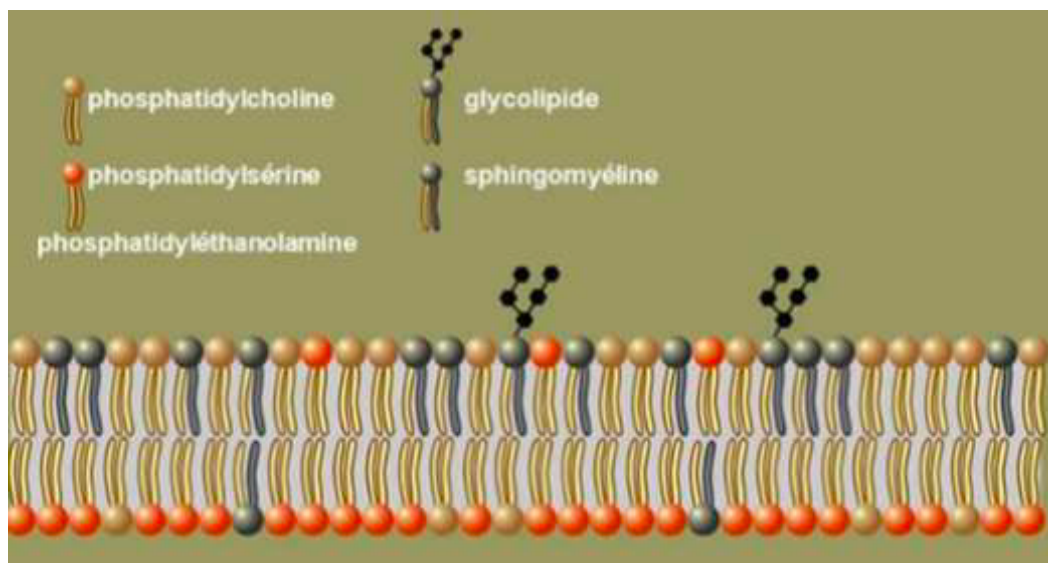


Ainsi, on peut définir **5 classes de glycérophospholipides** différentes en fonction du **groupement X** qui s'est estérifié. C'est la nature du substituant alcool X qui va définir la classe des phospholipides

X = alcools aminés (ionisés à pH=7,4)			X = polyols sans azote	
$\text{-CH}_2\text{-CH(COO}^-\text{)-NH}_3^+$	$\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_3^+$	$\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-N}^+(\text{CH}_3)_2$	$\text{-CH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$	
Sérine -> Phosphatidyl- sérine	Éthanolamine -> Phosphatidyl- Éthanolamine	Choline -> Phosphatidyl- choline	Glycérol -> Phosphatidyl-glycérol	Myo-inositol -> Phosphatidyl-inositol Molécules de signalisation : 2 nd messager

Pour les noms ça sera plutôt logique à chaque fois vu que le X se retrouve dans le nom final de la molécule

- Les glycérophospholipides sont des molécules **AMPHIPHILES**. C'est une composante majeure de la bicouche lipidique des membranes cellulaires
- Les glycérophospholipides avec alcool aminé sont aussi des molécules **AMPHOTÈRE** (=acide et basique en même temps)
 - Fonction Acide : par **l'acide phosphorique**
 - Fonction Basique : **L'alcool aminé** (sérine, éthanolamine ou choline)



Petit schéma ici pour vous montrer que ces molécules composent la bicouche lipidique (la sphingomyéline on va la voir bientôt...)

2- Les sphingophospholipides

- Ils contiennent une sphingosine comme alcool, un seul acide gras, et un phosphate lié à une choline.
- Ce sont des composants essentiels des membranes biologiques, notamment dans les cellules nerveuses dans le système nerveux central (SNC).

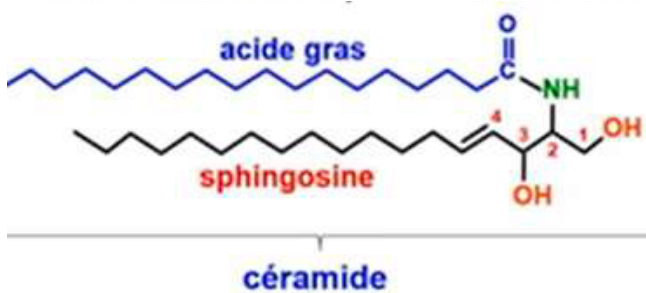
Attention : Le squelette de base de ces lipides n'est pas le glycérol mais **l'alcool sphingosine**

- Dérivé de la céramide qui contient l'alcool sphingosine

Structure de la sphingosine :

- Chaîne aliphatique de 16C à 18C insaturée (caractère **hydrophobe**)
- Une seule double liaison en TRANS entre C4 et C5
- Deux fonctions alcool (-OH) en C1 et C3 (caractère **hydrophile**)
- Une fonction amine en C2
- Molécule **amphiphile**

CERAMIDE = SPHINGOSINE + AG (en C2)



La céramide est le précurseur de **TOUS les sphingolipides**.

Elle correspond à la sphingosine liée par son groupe amine à un acide gras (en général saturé)

La diversité des céramides résulte du groupement X lié à l'OH du C1

En fonction du groupement qui va s'estérier au niveau de la fonction OH de C1, on va produire différents groupes de molécules

Si c'est une phosphocholine ou une phosphoéthanolamine qui est attachée en C1 :

- Forme des **sphingophospholipides**

Si c'est un glucose ou un galactose qui est attaché en C1 :

- Forme des **glycosphingolipides (cérébrosides)**

Exemple : la **Sphingomyéline**

Constituant majeur des membranes des cellules animales en particulier dans les gaines de myéline du cerveau

Cette myéline à une fonction isolante électrique et permet à la gaine de fonctionner. Elle est extrêmement importante

Certaines d'entre elles sont donc impliquées dans la transduction du message nerveux

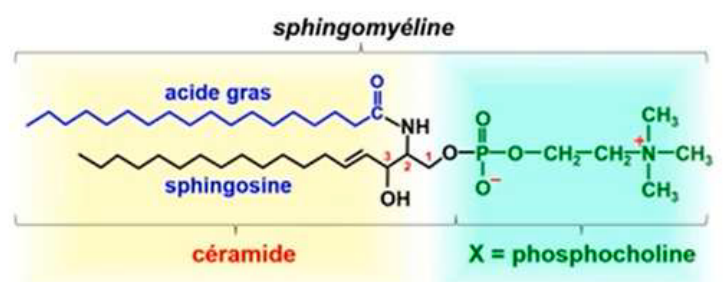
Ce qui caractérise la sphingomyéline est la liaison de la phosphocholine sur le C1 de la sphingosine.

Comme les autres sphingophospholipides,

La sphingomyéline est amphiphile

Structure :

- Céramide (AG en C2 + une Shingosine)
- Une phosphocholine liée au -OH en C1
→ **Molécule amphiphile**



III- Les Glycosphingolipides

Ce groupe contient aussi une sphingosine, cependant **pas de phosphate**, mais un acide gras et des glucides, par exemple le galactose ou le glucose

Structure :

- **Partie lipidique :**

L'alcool primaire (en C1) du céramide est lié par une liaison O-glycosidique à un ou plusieurs sucres (glucose, galactose)

- **Partie glucidique :**

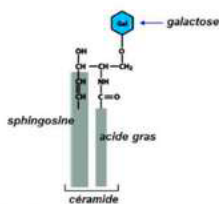
Les mêmes oses que ceux des glycoprotéines avec fréquemment du glucose, du galactose, N-acétylhexosamines, NANA ('acide N-acétylneuraminique)... Le nombre et le type de résidus osidiques déterminent la nature du glycosphingolipide

Les glycolipides étant **amphiphiles** ont leurs chaînes glycosidique orientée vers l'extérieur des cellules

Les principales fonctions :

- Ils sont fortement impliqués dans les phénomènes de reconnaissances et d'interactions cellulaires, la croissance et le développement
- Ce sont des composants majeurs du SNC/SNC (système nerveux central/périphérique)
- Ils sont très antigéniques (ex : dans les antigènes des groupes sanguins)
- Ils peuvent agir comme des récepteurs de surface pour des toxines et des virus

Galactocérébroside
(présent dans myéline)



Cérébroside:

Cérébroside :

- Structure la + simple :
- **Céramide + galactose** (en général)
- Molécule neutre (=pas chargée)
- Très présent dans la myéline du **SNC/SNP +++**

Ganglioside :

- Structure la + complexe : **Céramide + plusieurs sucres** (glucose, galactose, NANA, N-acétylgalactosamine)
 - Très présent dans les membranes du **SNC/SNP**
 - Cette molécule est chargée négativement à PH physiologique

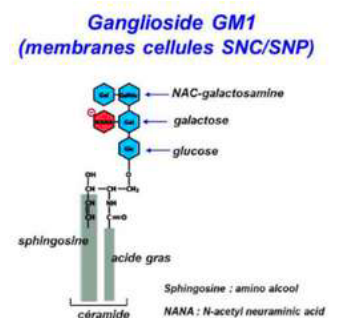
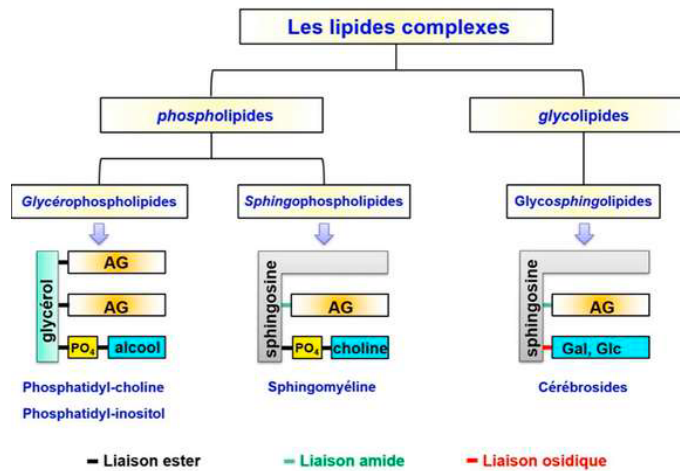


Schéma récap +++



QCM du prof :

QCM 1 : Concernant les acides gras et les lipides, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) L'acide α -linoléique et l'acide arachidonique sont tous les deux des acides gras indispensables.
- B) Dans les triglycérides (triacylglycérols) l'acide gras insaturé est en général en position C2
- C) La conjugaison des acides biliaires à la glycine ou à la taurine diminue leur action détergente sur les lipides.
- D) La céramide contient un acide gras et une molécule de sphingosine.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses

QCM 2 : Concernant les acides gras et les lipides, indiquez la ou les proposition(s) exacte(s) :

- A) Les acides gras polyinsaturés ont au maximum 6 doubles liaisons.
- B) La sphingosine correspond à une chaîne aliphatique de 16 à 18 carbones ayant une double liaison en trans entre les carbones C4 et C5.
- C) Dans les glycosphingolipides l'alcool primaire du céramide (C1) est lié par liaison N-glycosidique à un ou plusieurs sucres.
- D) Les glycérophospholipides avec alcool aminé sont des molécules amphiphiles mais elles ne sont pas amphotères.
- E) Les propositions A, B, C et D sont fausses.

Selon les profs Chinetti et Hinault, le cours du professeur Van Obberghen va être modifié mais seulement au niveau de la reformulation de quelques diapositives donc pas d'inquiétude, le cours restera le même

Le cours est assez difficile au début, je rappelle qu'il ne faut pas négliger les qcms, vous trouverez des qcms sur ce cours dans les annats et sur le CT de l'an dernier ainsi qu'un DM sur le cours des lipides qui sortira prochainement !

Ne négligez pas le schéma récap pour les lipides complexes il est +++, je vous conseille de le refaire et de bien le comprendre même si au début les termes sont incompréhensibles...

J'espère que cette fiche vous aura plu, pour toute remarque sur la fiche, n'hésitez pas à me contacter

Correction :

QCM 1 : BD

QCM 2 : AB

Dédicaces :

- La **BUV** qui m'a accompagné pendant mes 2 P1
- **Carla et Louanne** mes co-killotes <3
- **Mathys V-F** à qui je dois des excuses pour lui avoir péché dessus au co-learning tous les jours
- **Le tutorat**
- **A VOUS** pour avoir terminé cette fiche

