



# Les lipides

Re-coucou, tout le monde! On se retrouve pour votre dernière fiche de structu, yahoooo!! Bon elle n'est pas très facile mais pas d'inquiétude, c'est faisable. Vous retrouverez les lipides avec votre super tut Chloesterase. Comme toujours, si vous avez des questions, problèmes ou autres → forum Je viens de découvrir un truc !! Le prof ne réécoute pas ses vidéos, il pose des questions que sur les infos écrites sur ses diapos, donc je vais essayer de bien vous les faire ressortir.

Plan :



## I) Introduction

1. Les fonctions des lipides
2. Généralités
3. Classification

## II) Les lipides simples

1. Les acides gras
2. Les Stérols / les Stéroïdes
3. Les dérivés des stérols
4. Les triglycérides ou triacylglycérols

## III) Les lipides complexes

1. Les phospholipides
2. Les glycosphingolipides



On se met bien à l'aise et...



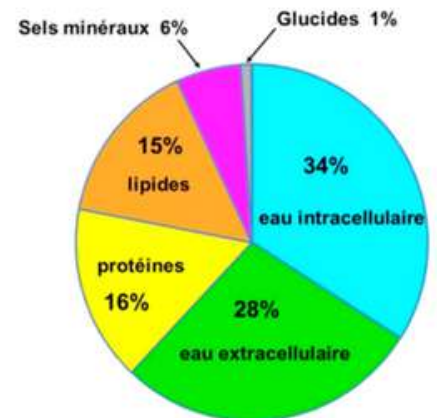
C'est partiii



# I) Introduction

Les lipides c'est :

- > **15 %** du poids corporel total
- > un groupe très **hétérogène** de molécules organiques ayant un caractère **hydrophobe** ou **amphiphatique**
- > principalement constitués de **C, H, O**



## 1. Les fonctions des lipides

La famille des lipides présente une grande diversité au niveau de leurs **structures** et de leurs **fonctions** :

- **Réserve d'énergie** → La première fonction des lipides correspond à la **réserve énergétique**, formée en particulier dans le **tissu adipeux (TA)** car c'est là que les lipides vont en fait 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.

Remarque ++:

**1g** de **lipide** apporte **9kcal**, alors qu'**1g** de **glucose** ou de protéine n'apporte que **4kcal**.

- **Structures des membranes biologiques** → La 2ème fonction très importante des lipides concerne la **structure des membranes cellulaires** et des **substances circulant** dans le sang, comme les lipoprotéines.
- **Rôles biologiques spécifiques** → Enfin, les lipides peuvent agir comme des **messagers secondaires**, des **coenzymes** ou encore des **transporteurs d'électrons**. Ils serviront aussi de précurseurs pour la synthèse de diverses vitamines liposolubles (A, D, E et K) et de stéroïdes.

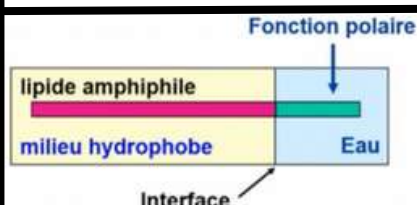
## 2. Généralités

Les lipides sont :

Soit **apolaires**, c'est d'ailleurs le cas des lipides dits « neutres » et qui possèdent un squelette entièrement hydrophobe (= *apolaire => n'aime pas l'eau*)



Soit **bipolaires** (= amphiphatiques= amphiphiles), il s'agit alors de molécules qui possèdent généralement une tête polaire, liée à une chaîne fortement apolaire.





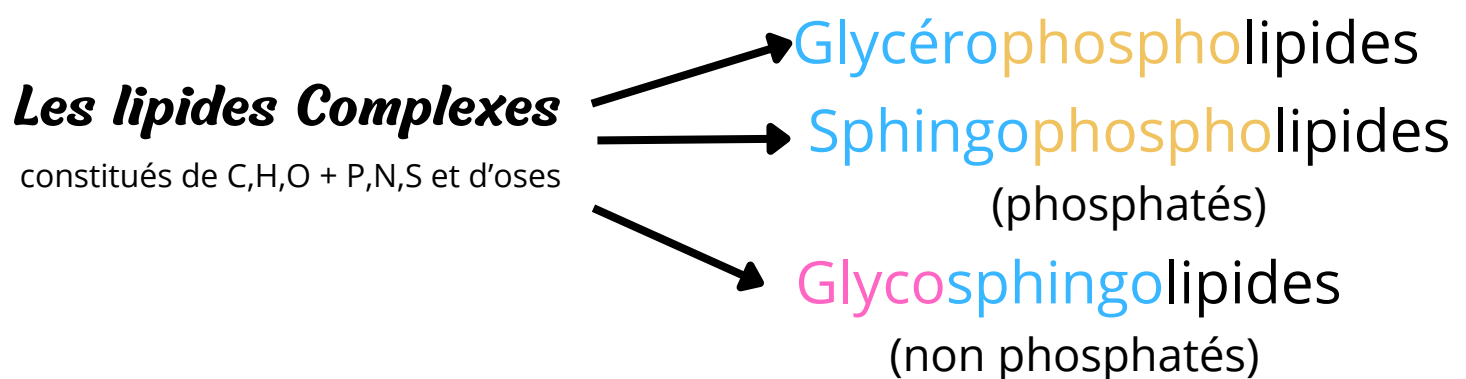
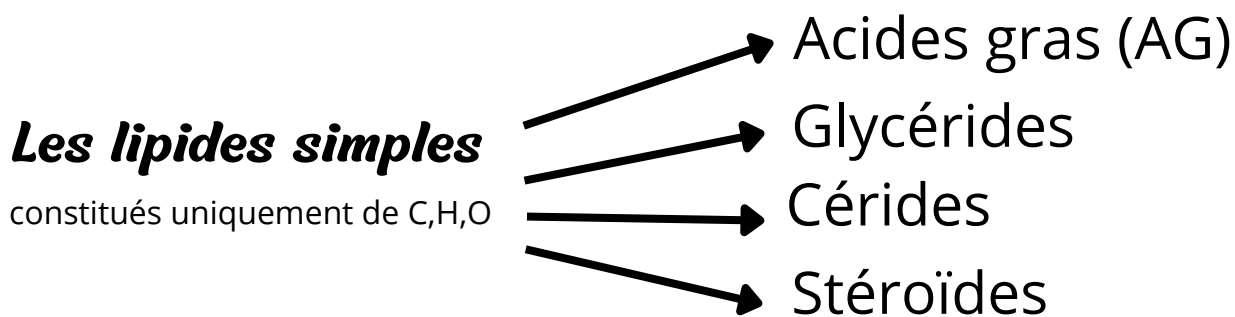
Concernant les propriétés physico-chimiques des lipides :

++ Les lipides sont des **molécules insolubles dans l'eau**, mais **solubles dans les solvants organiques** tels que l'acétone, l'éther ou le chloroforme. ++

### 3. Classification

La classification des lipides est basée sur leur structure :

*Mnémono de votre tut de bioch chloestérase :*  
Les lipides simples sont Agés → AG, et les autres ont le mot "Rides" dans leur nom  
Merci à elle!!



*Alors ici je vous ai fait un code couleur pour bien repérer :*  
Bleu = l'alcool (glycérol ou sphingosine)  
Jaune = groupement phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)  
rose = glucide (sucre)





# II) Les lipides simples



*Vous êtes comme ça ...*

## 1. Les acides gras (AG)

Les AG sont des molécules composées de **chaînes aliphatiques saturées**, ou **non saturées**. Ce sont des **acides monocarboxyliques** (*ils ne possèdent qu'un seul acide carboxylique*) R-COOH où le R est une chaîne aliphatique :

- 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** (*répétition +++*) , 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 apport à la double liaison*).



*Du coup, explication du schéma: La première molécule est un AG saturé car il n'a pas de double liaison. La molécule du dessous est un AG insaturé car elle a 1 double liaison. Et on voit bien que la double liaison est en CIS car les 2 groupements de chaque côtés de la double liaison sont du même côté*





## La Nomenclature

Les AG possèdent généralement deux dénominations :

- La **dénomination usuelle** est, comme son nom l'indique, la plus utilisée, elle est basée sur l'historique de l'AG, la façon dont il a été découvert et ses caractéristiques.

Exemple : l'acide hexadécanoïque est dénommé « acide palmitique » dans la nomenclature usuelle ( plus connu sous cette appellation )

- La **dénomination officielle** fonctionne de la façon suivante : les AG linéaires saturés sont nommés à partir de l'alcane correspondant, avec le suffixe « oïque ».

Exemple : si votre AG possède 5 carbones on l'appelle "Acide pentanoïque".

Pour les AG **insaturés** (le vert c'est pour le code couleur de la page d'avant), ils sont nommés à partir de l'**alcène** correspondant (c'est la double liaison) , 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 carboxylate noté en C1 ;

-L'absence (alcane) ou la présence (alcène) de **double(s) liaison(s)** avec le symbole  $\Delta$  , et leur nombre s'il y'en a ;

-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  $C_{16}H_{32}O_2$



-> Ici l'AG est non-ramifié donc la dénomination commence par « n- ». Notons que chez les mammifères, les AG ramifiés sont peu abondants.

-> Il comporte 16 carbones -> **hexadéc**

-> Il est saturé -> « **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 = « **acide n-hexadécanoïque** »

Concernant la longueur des AG, il faut savoir que :

- **Moins de 6 C** : AG à chaîne **courte**
- **Entre 8 et 12 C** : AG à chaîne **moyenne**
- **Entre 14 à 20 C** : AG à chaîne **longue**
- **+ de 20 C** : AG à chaîne **très longue**



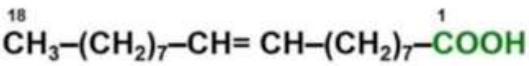


## Les AG insaturés = présence d'une double liaison

Il existe deux types d'AG insaturés :

- Les AG **monoinsaturés** (une seule double liaison)
- Les AG **polyinsaturés** (plusieurs doubles liaisons)

Exemple d'acide monoinsaturé : l'acide oléique, de formule brute C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub>



1. L'acide oléique possède **18 carbones**, d'où le radical « **octadéc** »
2. il est **insaturé** : on met un « **-én** » après le radical.
3. Comme il s'agit d'un AG insaturé, on précise la **stéréochimie** (CIS ou TRANS) + la **position de la double liaison** : ici, elle est niveau de **C9** (en comptant depuis le carboxyle) et est en **CIS**.  
Dénomination officielle : « **acide cis-9-octadécénoïque** »

Il existe aussi une nomenclature abrégée : **C18:1(Δ<sup>9</sup>)**

- C18 pour le nombre de carbones
- 1 pour le nombre de doubles liaisons
- (9c) ou Δ<sup>9</sup> pour la position de la double liaison

## Les AG polyinsaturés (AGPI)

*C'est super important ça!! Si vous ne le comprenez pas → go forum*

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



## Les AG indispensables

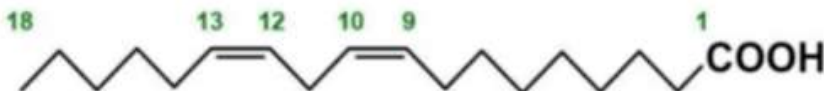
- **L'acide linoléique** :

→ acide linoléique

→ acide alpha-linoléique

-> AG **INDISPENSABLE** +++, cad qu'il n'est **PAS** synthétisé par l'organisme et que son apport se fait **uniquement via l'alimentation+++**. *C'est la même chose que pour les AA essentiels*

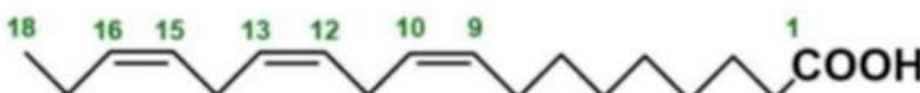
-> l'AG se nomme en nomenclature abrégée : **C18:2(Δ<sup>9,12</sup>)** ou **C18:2 (9c, 12c)**



- **L'acide Alpha-linolénique** :

-> AG **INDISPENSABLE** +++, apporté uniquement via l'alimentation.

-> l'AG se nomme en nomenclature abrégée : **C18:3(Δ<sup>9,12,15</sup>)** ou **C18:3(9c, 12c, 15c)**





## La nomenclature $\omega$ (Omega)

Cette nomenclature est réalisée à l'inverse de la nomenclature officielle :

On numérote les carbones à partir du **méthyl (-CH<sub>3</sub>) terminal** avec une lecture vers le **carboxylate (le COOH)**. *Dans la nomenclature officielle, le C1 est celui qui porte la fonction principale soit le COOH*

On exprime  $\omega_x$  où x est le numéro du carbone qui positionne la 1<sup>ère</sup> double liaison.

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

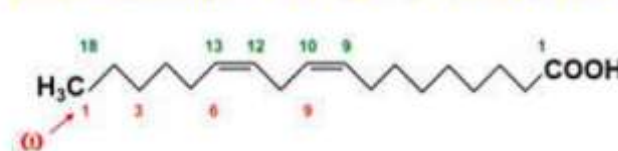
*Ici je vous ai mis des couleurs pour ceux qui retiennent juste en lisant comme ça c'est plus voyant.*

*Mais attention mon code couleur ne fonctionne qu'avec le texte et non les diapos du prof*

### • Les $\omega_6$ :

**Acide linoléique** : 18 C avec 1<sup>ère</sup> double liaison sur **C6** (C<sub>13</sub>-C<sub>12</sub>) et la 2<sup>ème</sup> 3 C plus loin sur **C9** (C<sub>10</sub>-C<sub>9</sub>) → C18:2  $\omega_6$

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

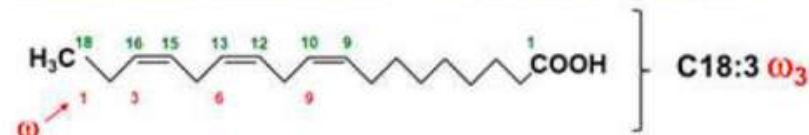


|   |  |
|---|--|
| <p><b>Acide linoléique</b><br/>C18:2 (Delta 9,12)</p>         | <p>-&gt; Apporté <b>uniquement</b> par l'alimentation<br/>=&gt; AG <b>indispensable</b> ++<br/>-&gt; première double liaison sur le C6 =&gt; <math>\omega_6</math></p> |
| <p><b>Acide Arachidonique</b><br/>C20:4 (delta 5,8,11,14)</p> | <p>-&gt; peut être synthétisé à partir de l'acide linoléique par élongation de 2C<br/>=&gt; AG <b>NON indispensable</b></p>  |

### • Les $\omega_3$ :

**Acide  $\alpha$ -linoléique** : 18 C avec 1<sup>ère</sup> double liaison sur **C3** (C<sub>16</sub>-C<sub>15</sub>), la 2<sup>ème</sup> 3 C plus loin sur **C6** (C<sub>13</sub>-C<sub>12</sub>), et la 3<sup>ème</sup> 3 C plus loin sur **C9** (C<sub>10</sub>-C<sub>9</sub>) → C18:3  $\omega_3$

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



|   |  |
|---|--|
| <p><b>Acide alpha-linoléique</b><br/>C18:3 (Delta 9,12,15)</p>              | <p>-&gt; Apporté <b>uniquement</b> par l'alimentation :<br/>=&gt; AG <b>indispensable</b> ++<br/>première double liaison est sur le C3 =&gt; <math>\omega_3</math></p> |
| <p><b>Acide Eicosapentaénoïque (EPA)</b><br/>C20:5 (delta 5,8,11,14,17)</p> | <p>-&gt; peut être synthétisé à partir de l'acide alpha-linoléique par élongation de 2C<br/>=&gt; AG <b>NON indispensable</b></p>                                      |



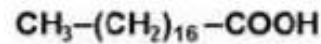


### Pourquoi certains AG sont-ils indispensables ?

Pour répondre à cette question, il faut étudier la façon dont va être introduite une double liaison au sein de la molécule : ce mécanisme biochimique s'appelle la **désaturation** :

1) Partons de l'acide stéarique : AG à 18 C mais pas de double liaison

acide stéarique

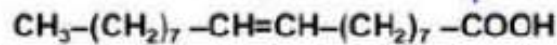


$\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$   
AG saturé

2) L'enzyme  **$\Delta 9$  désaturase** introduit une double liaison par désaturation entre les C9-C10 permettant la production de l'acide oléique.

=> Cette **désaturase** est **synthétisée aussi bien dans le monde végétal qu'animal** : l'acide oléique n'est donc **PAS indispensable**

acide oléique



$\text{C}_{18:1,\omega 9}$

AG monoinsaturé

Il existe plusieurs types de désaturases (=créent les doubles liaisons). Celles-ci varient, en fonction de l'endroit qu'elles vont catalyser :

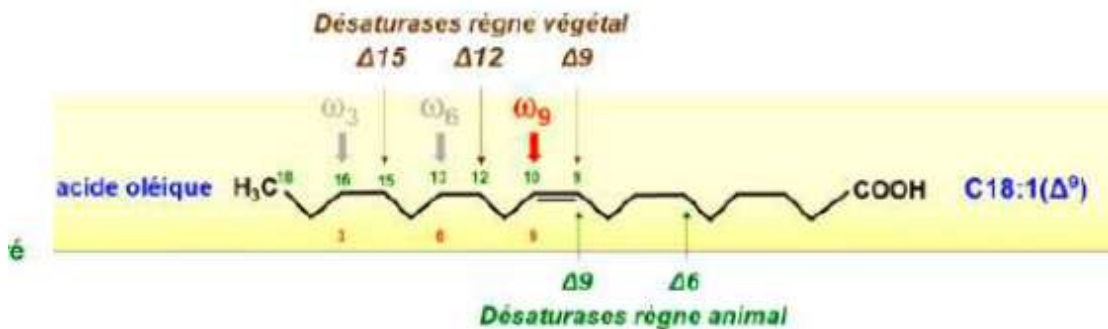
- Pour former des **omega 3**, il faut des **désaturases  $\Delta 15$  +++**
- Pour former des **omega 6** il faut des **désaturases  $\Delta 12$  +++**
- De plus pour obtenir des AG  $\omega 3$  et  $\omega 6$  il faut désaturer **vers le CH3 terminal**

*Mnémo maths time !*

$$3 \times 5 = 15$$

$$6 \times 2 = 12$$

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**



Ces 2 désaturases sont **présentes dans le règne végétal mais PAS dans le règne animal** : les mammifères ont perdu, au cours de l'évolution, les enzymes permettant les désaturations **au-delà du C9** de la chaîne aliphatique.

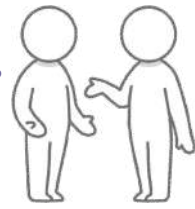
**++C'est pourquoi les 2 AGPI indispensables ( acides linoléiques et alpha-linolénique ) ne sont PAS synthétisés par notre organisme et doivent être fournis par l'alimentation. ++**





## 2. Stérols/Stéroïdes

Petite question :  
quelle est la meilleure  
matière ?



La Bioch  
bien sûr !!!!

### **Différentes classifications**

A) **Classification CLASSIQUE** (qu'on utilisera dans ce cours, favorisée en médecine, utilisée dans le monde médical) où les stérols incluent ++ :

- Stérols
- Stérides (ester d'AG et stérol)
- Hormones stéroïdiennes : oestrogènes (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)

B) **Classification de l'Union internationale de Chimie** : TOUS les lipides ayant **un noyau stérane** ou dérivant de celui-ci sont des stéroïdes.

### **Les Stérols et stéroïdes**

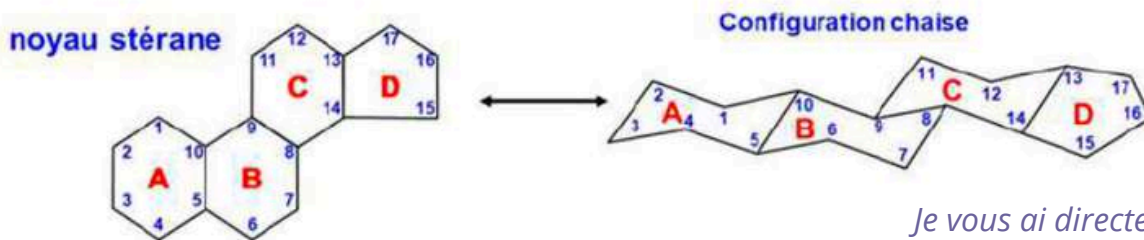
-> composés **amphiphiles polycycliques**, généralement hydrophobes (mais parfois amphiphiles)

-> structure de base : **noyau stérane** (hydrophobe) = condensation de **4 cycles** : **3 cyclohexanes** (hex- = 6 côtés donc c'est les cycles A, B et C) + **1 cyclopentane** (pent- = 5 côtés donc c'est le cycle D)

-> Cela forme une **structure rigide de 17 C** au total

-> 2 configurations : une basique (à gauche) et une en "chaise" (à droite)

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



*Je vous ai directement mis la diapo du prof, donc oui il faut l'apprendre.*

• 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 ( ≠ CH<sub>3</sub>) positionnée sur C17 (cycle D)
- La présence ou non de double(s) liaison(s) niveau de la ramification aliphatique





## Les dérivés des stérols

Nous allons étudier quelques exemples de dérivés obtenus par modification du noyau stérane

### 1) Le Cholestérol

Parmi les dérivés des stérols, le cholestérol est une molécule centrale en médecine et au niveau physiologique.

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

- Présent dans les structures membranaires en association avec des lipides *eh oui dans la membrane de nos cellules il y a des lipides mais aussi du cholestérol, vous allez le revoir dans un autre cours mais il permet à la membrane d'être + rigide*
- Le **précurseur** de nombreux dérivés stéroïdes, d'hormones sexuelles, d'hormones corticosurréaliennes et de la vitamine D

Structure du Cholestérol :

-> **27** carbones

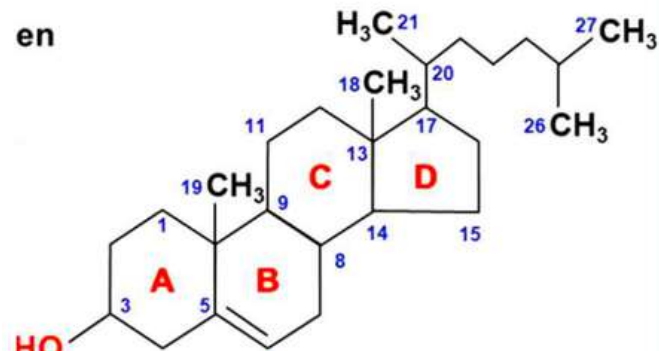
A partir du **noyau stérane**, on lui ajoute :

-> un **méthyl** (CH<sub>3</sub>) en **C19** et en **C18** (stérane diméthylé)

-> un **hydroxyle** (OH) en **C3** du cycle **A** (rend la molécule amphiphile)

-> une **double liaison** entre **C5** et **C6** du cycle **B**

-> une **ramification aliphatique** de **8C** sur le **C17** du cycle **D**



*Malheureusement oui, il faut connaître par coeur qui se trouve où. Donc je vous conseille de savoir refaire la molécule.*

### 2) Les Acides et Sels biliaires : ils sont des dérivés du Cholestérol

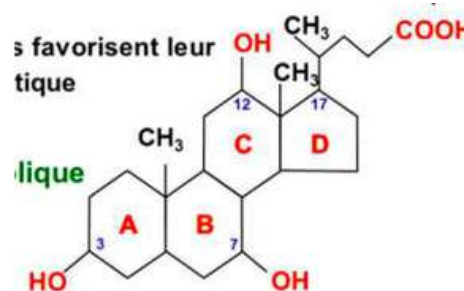
Les acides biliaires sont **synthétisés par le foie** puis **stockés au niveau de la vésicule biliaire**. +++  
Lors du processus de digestion, cette bile va être relarguée par les voies biliaires dans le duodénum (première partie de l'intestin grêle). *ça vous allez le revoir en Anat G au S2 <3*

Ces acides biliaires possèdent **2 fonctions importantes +++** :

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

Exemples :

L'acide Cholique (AC) et  
l'acide Chénodésoxycholique  
(ACDC)



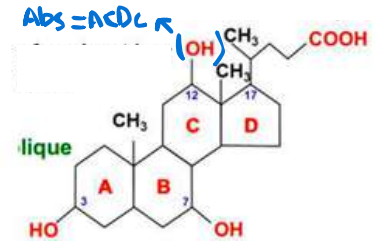
*Faites pas attention aux écritures autour de la molécule, c'est juste que j'ai fait une capture d'écran de la vidéo du prof*





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 d'**un ou 2 hydroxyles** (-OH) en **C7** et **C12** :
  - Si ajout de **2 OH** (C7/C12) cela va donner l'**Acide Cholique**
  - Si ajout de **1 OH** (C7), cela va donner l'**ACDC**

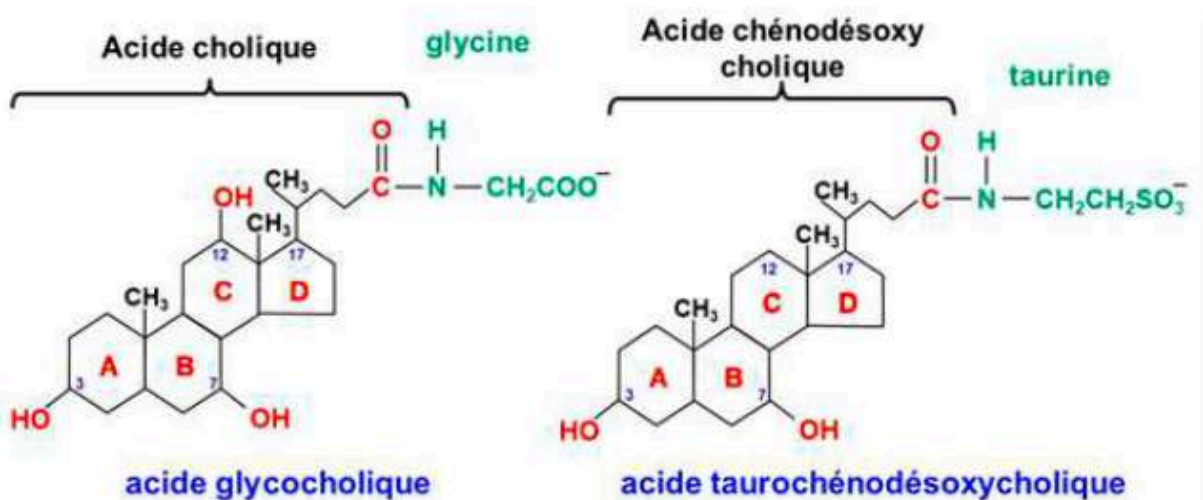


Ils peuvent être **libres** ou **conjugués** :

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).

La taurine est moins utilisée. On estime que pour 3 glycines utilisées on a qu'1 seule molécule de taurine. A partir de ce moment, on appelle ces molécules des **sels biliaires**.

Sels biliaires = acides biliaires conjugués



Ici, on voit ...

A 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 carboxyle (glycine) fait que **le pKa de la molécule diminue** et va devenir **inférieur au pH du duodénum** => la totalité des sels biliaires sera donc **ionisée** => ce qui augmente la **nature amphiphatique**  
=> un meilleur **effet détergent** des sels biliaires sur les lipides (accès au gras facilité)





### 3) Les hormones stéroïdiennes

Cette famille regroupe les hormones :

- Sécrétées par les glandes sexuelles + placenta :

Androgène (hormone masculine)

Oestrogène et progestérone (hormones féminines)

- Sécrétées par les glandes corticosurrénales (action anti-inflammatoire) :

- Minéralocorticoïdes qui sont très importants dans l'équilibre minéral.

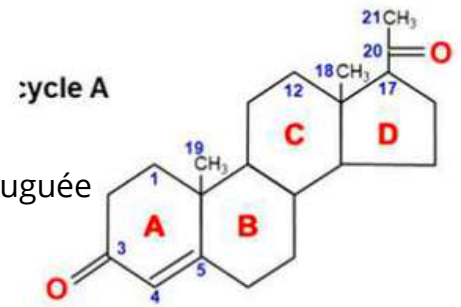
- Glucocorticoïdes jouant un rôle dans le métabolisme des lipides, protéines et glucides + actions anti-inflammatoires.

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

#### Exemple : La progestérone

A partir de la structure du cholestérol, on ajoute :

- 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** (C=O) au niveau de la **ramification aliphatique**



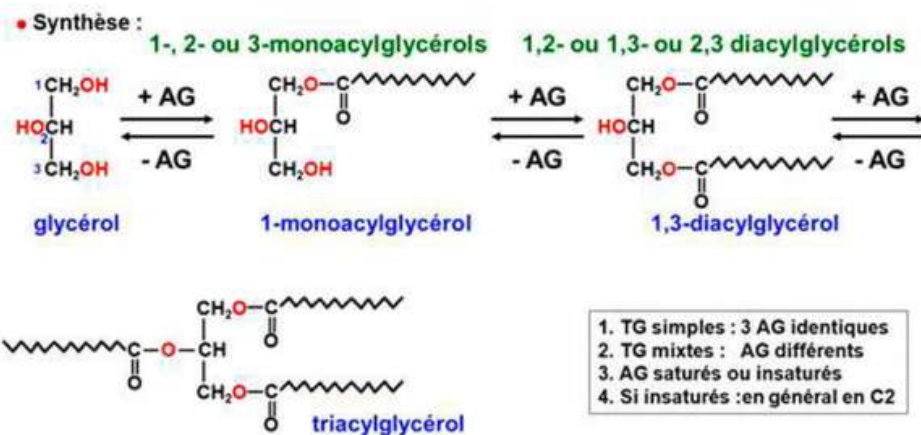
*Là c'est pareil, il faut connaître la structure de la progestérone donc vraiment entraînez-vous en redessinant les molécules*

## Les Triglycérides ou Triacylglycérols

Ces molécules sont constituées de **glycérol** + **3 AG**. *Tri = 3, et j'ai repris le code couleur de la p3*

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** ++ (*suivez bien avec le schéma juste en dessous*) :



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





Les TG peuvent être :

- **Simple** : les 3 AG sont identiques
- **Mixtes** : 2 ou 3 AG différents
- **Saturés** ou **insaturés**

+Remarque :  
**S'il y a un AG insaturé, en général il est en C2 (pour des raisons enzymatiques) +**

*Vous êtes vers la fin du cours ! Je sais que les lipides c'est un cours assez compliqué les premières fois donc n'hésitez pas à faire des pauses, à voir le cours en 2 fois. Prenez un café, un truc à manger et si c'est good pour vous, c'est parti on continuee...*

## II) Les lipides complexes

*On va encore utiliser le code couleur de la p3*

*Petite def :*

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

3 grands groupes :

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

2 grandes familles selon la présence ou non d'un groupement phosphate :

| Les <b>phospholipides</b><br>(avec groupement phosphate ) | Les <b>Glycolipides</b><br>(sans groupement phosphate )  |
|---|--|
| <b>Glycérophospholipides</b><br>alcool = glycérol         | <b>Glycosphingolipides</b> =<br>sphingolipides non-phosphorylés,<br>contiennent en + une <b>partie</b><br><b>cyclique glucidique</b> |
| <b>Sphingophospholipides</b><br>alcool = sphingosine      |  |



# 1. Les phospholipides

Glycérophospholipides

Sphingophospholipides

## A) Les Glycérophospholipides

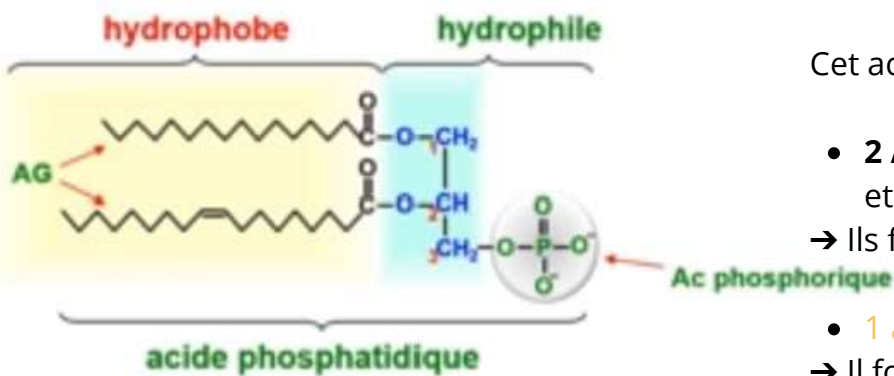
Les **Glycérophospholipides** contiennent

- 1 molécule de **glycérol**
- 2 AG**
- 1 **phosphate** ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) qui lie un autre **alcool** (comme la *choline* ou la *sérine*, on va y revenir)

Ils jouent un rôle très important biologiquement pour la structure et la fonction de la cellule puisque ce sont :

- > Des **constituants majeurs des membranes biologiques**
- > 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 **C1** (AG saturé) et en **C2** (AG souvent insaturé)
- Ils forment la **queue HYDROPHOBE**
- **1 acide phosphorique** en C3
- Il forme la tête **HYDROPHILE**
- L'acidité de la molécule provient des 2 H<sup>+</sup> libres de l'acide phosphorique

*Suivez bien les explications avec le schéma !*

=> Cette molécule est donc **amphipatique** avec la partie **hydrophobe** des **deux AG**, 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 :

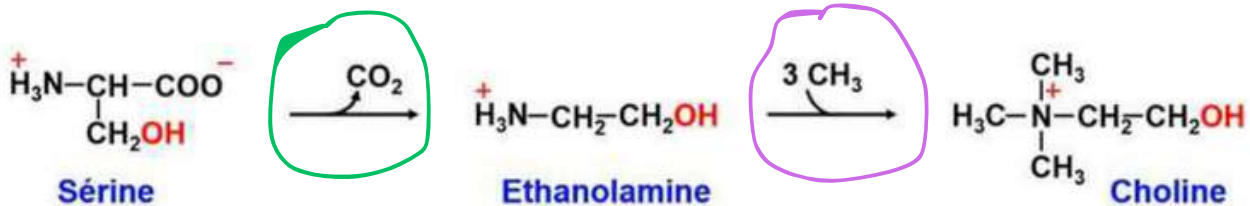
- Un **alcool aminé** : **Sérine** / **Éthanolamine** / **Choline**
- Un **polyol sans azote** : **Glycérol** / **Myo-inositol**



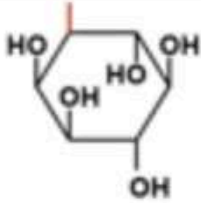
Concernant les **alcools aminés** :

La **sérine** peut être **décarboxylée** (=perte de son COOH relargué sous forme de CO<sub>2</sub> dans le milieu) pour donner l'**éthanolamine** qui peut ensuite être **tri-méthylée** (=ajout de 3 groupements méthyl -CH<sub>3</sub>) pour former de la **choline**

NB : Ces 3 molécules ont des rôles très différents



La nature du groupement X permet de définir 5 classes des phospholipides :

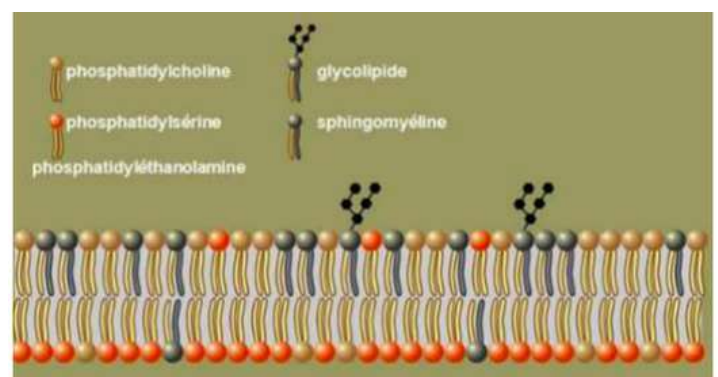
| X = alcools aminés (ionisés à pH 7,4)                           |  |  | X = polyols sans azote                          |   |
|---|--|--|---|---|
| $-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_3^+}{\text{CH}}-\text{COO}^-$ | $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+$ | $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{N}^+}}-\text{CH}_3$ | $-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ |  |
| <b>sérine</b>   | <b>éthanolamine</b>                      | <b>choline</b>   | <b>glycérol</b>                                 | <b>myo-inositol</b>   |
| ↓   | ↓  | ↓  | ↓   | ↓   |
| <b>Phosphatidyl-sérine</b>                                      | <b>Phosphatidyl-éthanolamine</b>         | <b>Phosphatidyl-choline (lécithines)</b>   | <b>Phosphatidyl-glycérol</b>                    | <b>Phosphatidyl-inositol précurseur 2<sup>nd</sup> messageur</b>                      |

Bon vous voyez qu'ici c'est pas très dur, vous mettez "Phosphatidyl + l'alcool aminé ou le polyols sans azote"

-> 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 **AMPHOTÈRES** (=acide et basique en même temps)

- Fonction **Acide** : par l'**acide phosphorique**
- Fonction **Basique** : par l'**alcool aminé** (sérine, éthanolamine ou choline)





## B. Les sphingophospholipides

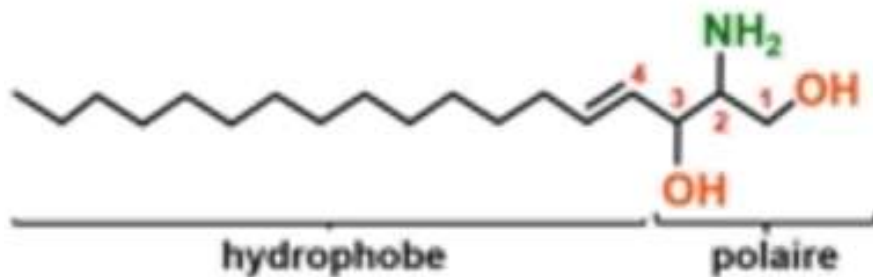
Les **Sphingophospho**lipides contiennent

- une **sphingosine** comme alcool
- **1 seul AG**
- **1 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 le **Céramide** qui contient un autre alcool : la **sphingosine**

### Structure de la sphingosine :



*Pareil, suivez bien avec le schéma !*

-> Chaîne aliphatique hydrocarbonée 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** (NH<sub>2</sub>) en **C2**

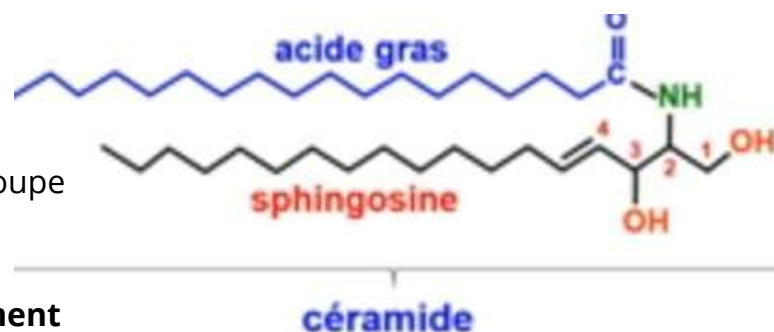
-> Molécule **amphiphile**

### Sphingosine + AG ( en C2) = Céramide

-> La **céramide** est le **précurseur de TOUS les sphingolipides**

-> Elle correspond à la **sphingosine** liée par son groupe amine à un **AG** (en général saturé)

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



En fonction du groupement qui va s'estérifier 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)

Le Tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite

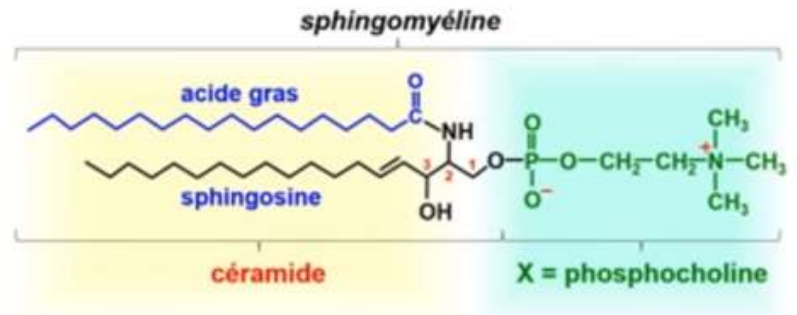




## Exemple : La Sphingomyéline

Structure :

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



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

-> Cette myéline a une fonction **isolante électrique** et permet à la gaine de fonctionner

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

Ce qui caractérise la sphingomyéline, c'est la liaison de la **phosphocholine sur le C1** de la sphingosine. Comme les autres sphingophospholipides, la sphingomyéline est **amphiphile**

## C. Les glycosphingolipides

Les **Glycosphingolipides** contiennent

- 1 sphingosine
- PAS de phosphate
- 1 AG
- Des **glucides** (galactose ou 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 glycosidiques orientées vers l'extérieur des cellules.

Les principales fonctions :

- Ils sont fortement impliqués dans les phénomènes de **reconnaissance et d'interactions** cellulaires, la **croissance** et le **développement**
- Ce sont des **composants majeurs du SNP/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



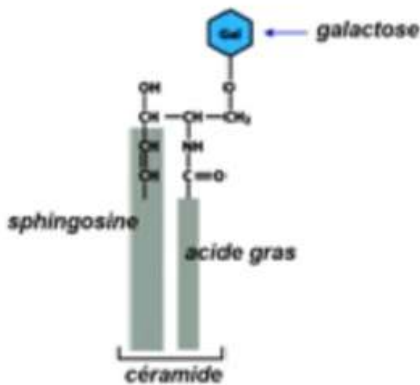


# Exemples :

## Cérébroside :

Structure la + simple :

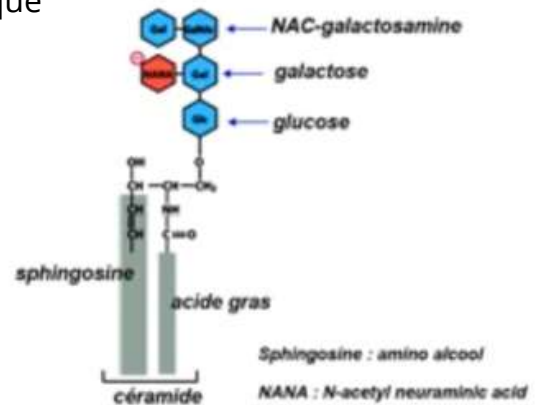
- > Céramide + galactose (en général)
- > Molécule **neutre** (=pas chargée)
- > Très présent dans la **myéline du SNC/SNP**



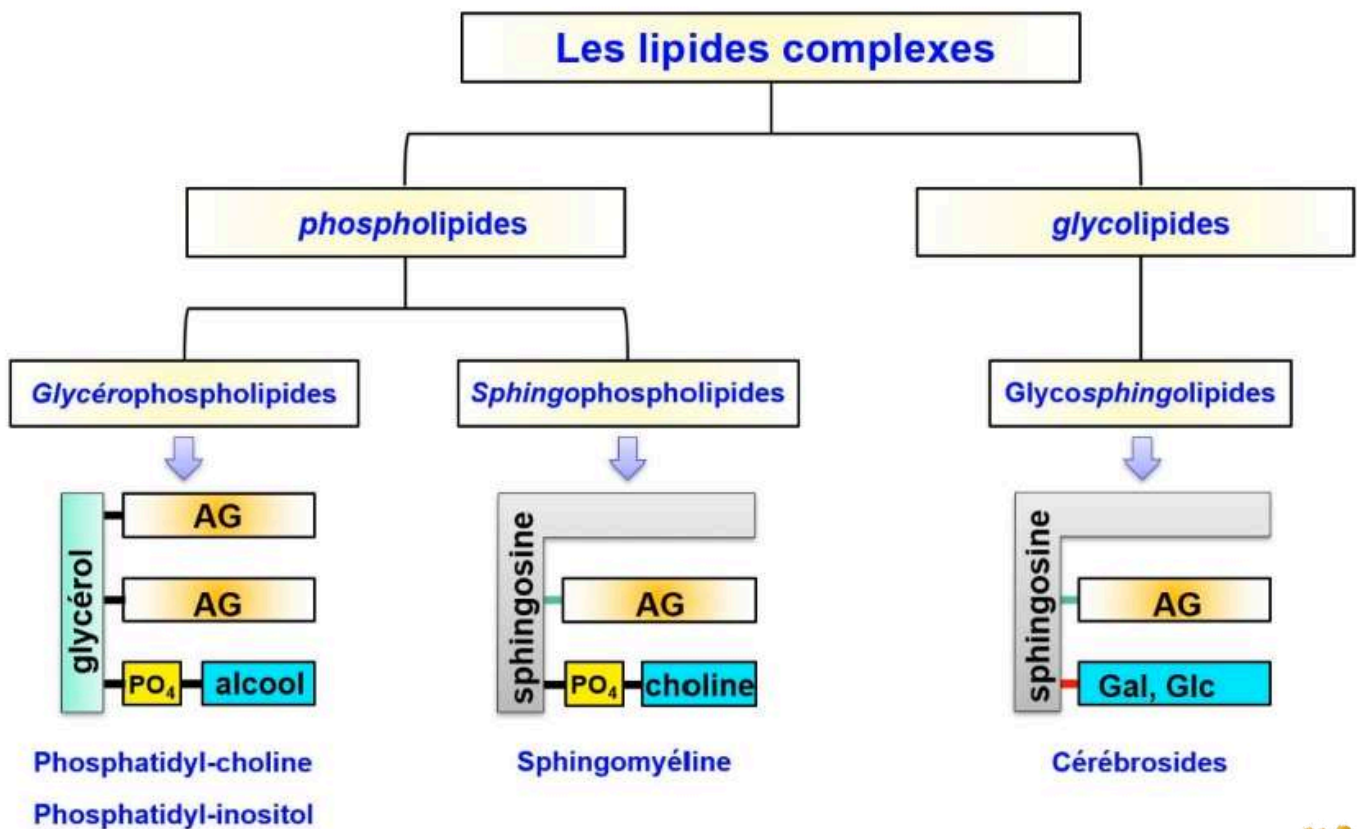
## Ganglioside :

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 !! +++



- Liaison ester

- Liaison amide

- Liaison osidique





## Et voilà, Finito avec la Structu !!!

*J'espère que vous avez tout bien compris, si ce n'est pas le cas, surtout envoyez moi un message : je suis là pour ça!*

*Je vous passe tout mon courage et ma force, soyez fiers de vous d'être arrivés jusque-là et battez vous pour vos rêves !*

*Il n'y a aucune raison que vous n'y arriviez pas SAUF si vous impassez la bioch, et ça je le saurai ...*

SEE  
YOU

## Place aux dédis !!!

- Dédi à la TTR qui est vraiment trop bien! eh oui pendant que vous aviez cours, nous on finissait nos fiches (genre celle-là )
- Dédi à mes co tut qui sont géniaux et qui grâce à eux vous allez adorer la métabo et perfect la bioch à l'examen
- Dédi à tous les P1 qui sont venus à la TTR, vraiment vous nous avez bluffés, vous avez répondu juste à une grande partie de nos questions → vous êtes trop forts !!
- Dédi à mes vacances d'été déjà finies , d'ailleurs je suis passée devant le village de Bioch en Italie → Je vous mets la photo.....

