

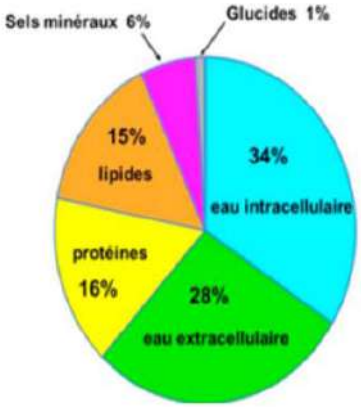
LES LIPIDES



Coucou les loulous !! vous allez toujours bien ? C'est bien je suis fière de vous vous attaquez à votre troisième cours de structu et vous n'avez toujours pas abandonné. Vous verrez la bioch vous le rendra le jours du concours ! Bon on attaque un cours assez sympa (mon préféré de la structu je pense) j'ai nommé : LES LIPIDES !!

1- Introduction

a) Les lipides dans la composition corporelle



Les lipides c'est :

-> **15 %** du poids corporel total

-> un groupe très hétérogène de molécules organiques ayant un caractère **hydrophobe (=***qui n'aime pas l'eau***)** ou **amphipatique** *(avec des parties hydrophiles et d'autres hydrophobes)*

-> principalement constitués de C, H, O

b) 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 glucide ou de protéine n'apporte que **4kcal.**

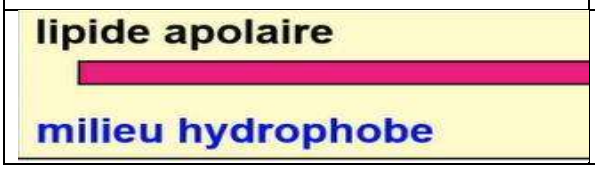
Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

-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.

c) Généralités

Les lipides sont :

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

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. ++

d) Classification

La classification des lipides est basée sur leur structure :

Les lipides Simples constitués uniquement de C, H, O	Les lipides Complexes constitués de C, H, O + P, N, S et d'oses
• Acides gras (AG) • Glycérides • Cérides • Stéroïdes	• Glycérophospholipides • Sphingophospholipides (phosphatés) • Glycosphingolipides (non phosphatés)

Mnémo pour les lipides simples de ma vieille chloestérase : Les lipides simples sont Agés → AG, et les autres ont le mot "rides" dans leur nom. Donc tous les lipides simples se rapportent à la vieillesse. Ce mnémo m'a beaucoup aidé moi l'an dernier.

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

Pour les lipides complexes ne prenez pas peur on va revoir tout ça dans la partie complète du cours. Vous verrez que les noms sont vraiment logiques.

2- Les lipides simples

a) Les acides gras

I -Généralités :

Les **AG** sont des molécules composées de **chaines aliphatiques** (*chaine linéaire d'atomes de carbones)* saturées, ou non saturées. *on revoit ça juste après ne t'inquiète pas*. Ce sont des **acides monocarboxyliques** *(ils ne possèdent qu'un seul acide carboxylique)*. On peut donc les noter R-COOH où le R est une chaine aliphatique :

La **chaîne aliphatique** est :

- 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 donc c'est +++) , 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** (avec une partie hydrophile et une hydrophobe) si la chaîne aliphatique est courte
  - soit **hydrophobes** si la chaîne aliphatique est longue.

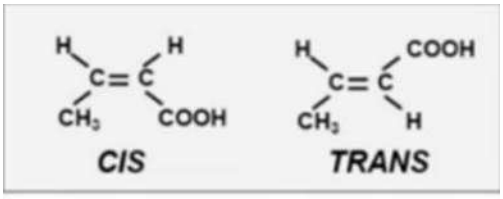
- Ils ont une chaine aliphatique qui est soit **saturée** (qui ne possède PAS de doubles liaisons), soit **insaturée** (qui possède donc au moins une double liaison) avec au maximum **6** doubles liaisons. *Comment retenir que saturée = sans double liaison ? Moi je me disais quand quelque chose est saturée on ne peut plus en rajouter dedans par exemple si on rajoute du sel dans de l'eau saturée en sel ça ne se dissout plus. Donc là si la chaîne est saturée les liaisons ne peuvent pas avoir de copains (les doubles liaisons) on ne peut pas leur rajouter des liaisons. Si ça vous aide tant mieux si ça vous embrouille apprenez juste par cœur.*
  Le plus souvent les doubles liaisons sont de **configuration CIS** (avec les groupements **les plus lourds du même côté**, par apport à la double liaison).

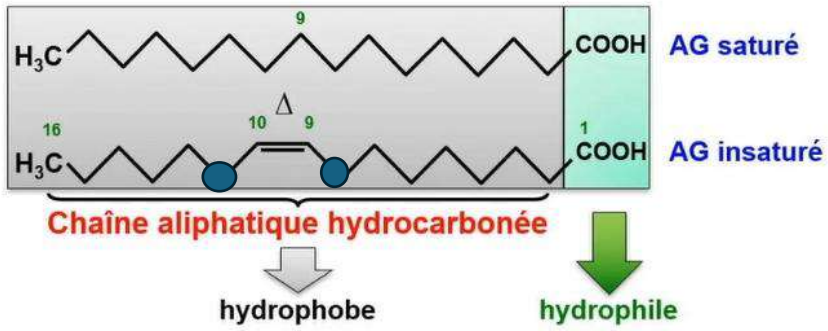
Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

Le prof lui dit les groupement H du même côté (CIS) ça revient au même car si les groupements les plus lourds (carbonés) sont du même côté alors forcément les deux hydrogènes sont du même côté aussi (l'autre côté).

Vous reverrez cette notion en chimie ne vous inquiétez pas mais c'est comme dans le cours sur les protéines où cette fois ci c'est en CIS et pas en TRANS.

Dans cet exemple les groupements qui contiennent du carbone sont plus lourds que les hydrogènes ainsi la première molécule qui a les deux groupements lourds du même côté est en cis et l'autre du côté opposé qui est en trans





Sur ce schéma le premier acide gras n'a pas de doubles liaisons il est donc saturé et le deuxième en a une il est donc insaturé.

La double liaison est en cis car les deux carbones autour de la double liaison sont en bas (les deux ronds bleus) comme il n'y a rien en haut c'est qu'il y a des hydrogènes.

II - 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)

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

- La **dénomination officielle** fonctionne de la façon suivante : **les AG linéaires saturés** sont nommés à partir de l'alcane *(chaîne d'hydrocarbure sans doubles liaisons)* correspondant, en mettant acide devant et avec le suffixe « oïque ». *(voir le tableau d'à côté)*

N°	Formule	Préfixe	Alcane
1	CH_4	méth-	méthane
2	C_2H_6	éth-	éthane
3	C_3H_8	prop-	propane
4	C_4H_{10}	but-	butane
5	C_5H_{12}	pent-	pentane
6	C_6H_{14}	hex-	hexane
7	C_7H_{16}	hept-	heptane
8	C_8H_{18}	oct-	octane
9	C_9H_{20}	non-	nonane
10	$C_{10}H_{22}$	déc-	décane
11	$C_{11}H_{24}$	undéc-	undécane
12	$C_{12}H_{26}$	dodéc-	dodécane
13	$C_{13}H_{28}$	tridéc-	tridécane
14	$C_{14}H_{30}$	tétradéc-	tétradécane
15	$C_{15}H_{32}$	pentadéc-	pentadécane
16	$C_{16}H_{34}$	hexadéc-	hexadécane
17	$C_{17}H_{36}$	heptadéc-	heptadécane
18	$C_{18}H_{38}$	octadéc-	octadécane
19	$C_{19}H_{40}$	nonadéc-	nonadécane

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

Pour les **AG insaturés**, ils sont nommés à partir de :

- l'alcène correspondant *(c'est comme un alcane mais avec une double liaison)*, à cause de la ou les doubles liaisons *(c'est presque les mêmes noms que pour les alcanes sauf que à la place du « an » on note « èn ».*
  EX : un alcane à deux carbones = éthane un alcène à deux carbones= un éthène.)

Donc dans la nomenclature des lipides on retrouve :

- Le **nombre de carbones** de l'AG, numérotés à partir du carbone du groupement carboxyle noté en C1 ;

-L'absence (alcane) ou la présence (alcène) de **double(s) liaison(s)** avec le symbole Δ, 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 d'AG saturé: l'acide palmitique, de formule brute C16H32O2



*Comme l'AG est non ramifié on note au début de la dénomination **n-** la plupart des AG naturels présents dans notre corps sont non ramifiés.*

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

S'il était ramifié par un groupement avec un méthane (un alcane avec un carbone) au niveau du deuxième carbone de la chaîne on le noterait 2-méthylhexadécanoïque. (mais ce n'est pas hyper important comme la plupart sont non ramifié c'est juste une info en plus pour votre compréhension en plus pour la plupart vous l'avez déjà vu au lycée.)

Il comporte 16 carbones -> hexadéc

-> Il est saturé -> « an » (chaîne=alcane)

-> 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

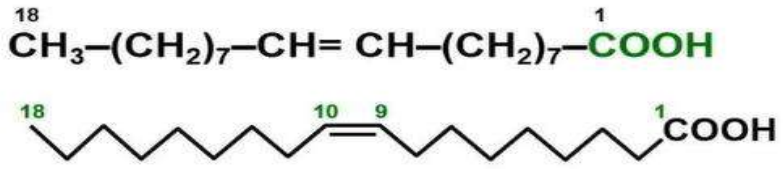
Entre 8 et 12 C : AG à chaîne moyenne

Entre 14 à 20 C : AG à chaîne longue

+ de 22 C : AG à chaîne très longue

Tut'rappel :la plupart des AG sont constitués de 14 à 22 carbones.

Exemple d'acide monoinsaturé : l'acide oléique, de formule brute C18 H34 O2



On se souvient les acides gras insaturé = acide gras avec au moins une double liaison.

Il existe deux types d'acides gras insaturés les monoinsaturés *(=une seule double liaison*) et les polyinsaturés *(=plusieurs doubles liaisons*) *c'est logique ça on est d'accord ?*

Dénomination officielle : « acide cis-9-octadécénoïque »

1. L'acide oléique possède 18 carbones, d'où le radical « octadéc »

2. il est insaturé : on met un « -én » après le radical.

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

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.

4. Et on n'oublie pas d'ajouter à la fin le suffixe « oïque », car les AG sont des acides carboxyliques.

Il existe aussi pour les AG insaturés une nomenclature abrégée : C18:1(Δ^9)

C18 pour le nombre de carbones
1 pour le nombre de doubles liaisons
(9c) ou Δ^9 pour la position de la double liaison

III-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 C entre 2 doubles liaisons**, celles-ci sont toujours de **stéréoisomérie CIS +++**



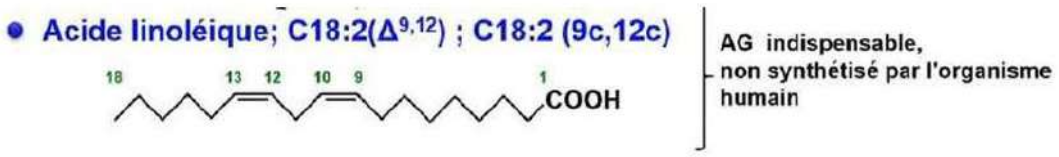
On voit bien les trois carbones entre les deux doubles liaisons.

Les AG indispensables :

Ce sont des acides gras qui ne sont PAS synthétisé par l'organisme et que son apport se fait uniquement via l'alimentation+++(*idem que pour les AA essentiels c'est un lipide qui n'est pas synthétisé par l'organisme humain et qu'on va donc devoir apporter de l'extérieur)*

L'acide linol**éï**que et l'acide alpha linol**én**ique sont deux acides gras **indispensables ++** :

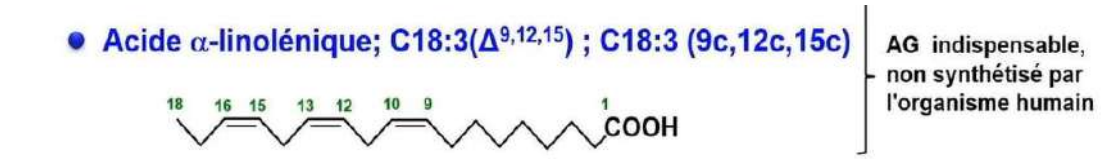
L'acide linoléïque : l'AG se nomme en nomenclature abrégée : C18:2(Δ^9,12) ou C18:2 (9c, 12c)



Vous remarquez bien qu'on commence à numéroter les carbones à partir de celui relié à la fonction carboxylique (c'est-à-dire le carbone 1).

L'acide alpha linol**én**ique se nomme en nomenclature abrégée : C18:3(Δ^9,12,15) ou C18:3(9c, 12c, 15c)

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite



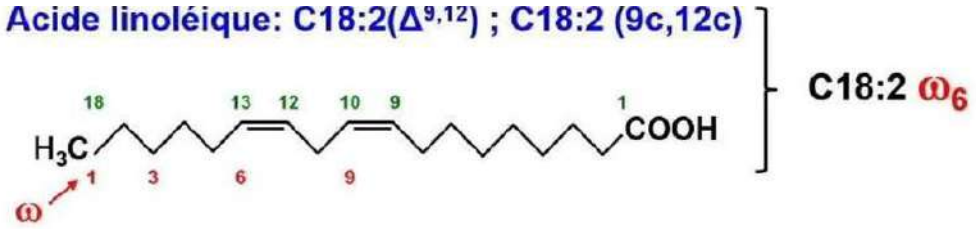
La nomenclature ω (Omega) :

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

On numérote les carbones à partir du méthyl (-CH3) terminal qui porte donc le numéro 1 et on continue jusqu'au carboxylate (le COOH) *(la numérotation rouge sur le schéma plus bas.)* On exprime ωx où x est le numéro du carbone qui positionne la 1ère double liaison. Chez l'homme, il y a 2 principales familles d'AGPI : les omega 3 et les omega 6, voici deux exemples :

- les oméga 6 (ω6) :

Acide linoléique C18:2 (Δ^9,12)	-> Apporté uniquement par l'alimentation **=> AG indispensable ++** -> première double liaison sur le C6 => ω6
Acide Arachidonique C20:4 (Δ ^5,8,11,14)	-> peut être synthétisé à partir de l'acide linoléïque par élongation de 2C => AG **NON indispensable**



Reprenez l'acide linoléique qu'on a vu tout à l'heure si vous commencer à numéroter du dernier méthyl (CH3) (la numérotation rouge) vous voyez bien que la première double liaison se situe sur le carbone 6. C'est donc un oméga 6.

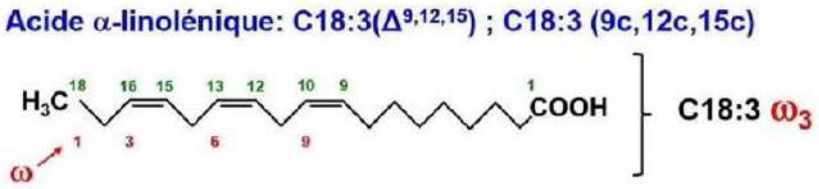
L'acide arachidonique également est un oméga 6 mais il n'est pas indispensable car il est obtenu par élongation de 2C à partir de l'acide linoléïque.

- les oméga 3 (ω3) :

Acide alpha-linolénique C18:3 (delta 9,12,15)	> Apporté uniquement par l'alimentation : => **AG indispensable ++** première double liaison est sur le C3 => ω3

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

Acide Eicosapentaénoïque (EPA) C20:5 (delta 5,8,11,14,17)	> peut être synthétisé à partir de l'acide alpha-linolénique par élongation de 2C **=> AG NON indispensable++**



Vous voyez sur le schéma de l'acide alpha linolénique sur la numérotation rouge la première double liaison est sur le carbone 3.

Idem que tt à l'heure comme l'EPA peut être obtenu à partir de l'acide alpha linolénique par élongation de deux C il n'est donc pas indispensable.

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

2) L'enzyme Δ9 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** (*car produit par le corps grâce à cette enzyme)*

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

Si on part un acide gras à 18 carbones :

Pour former des omega 3, il faut des désaturases Δ15 +++

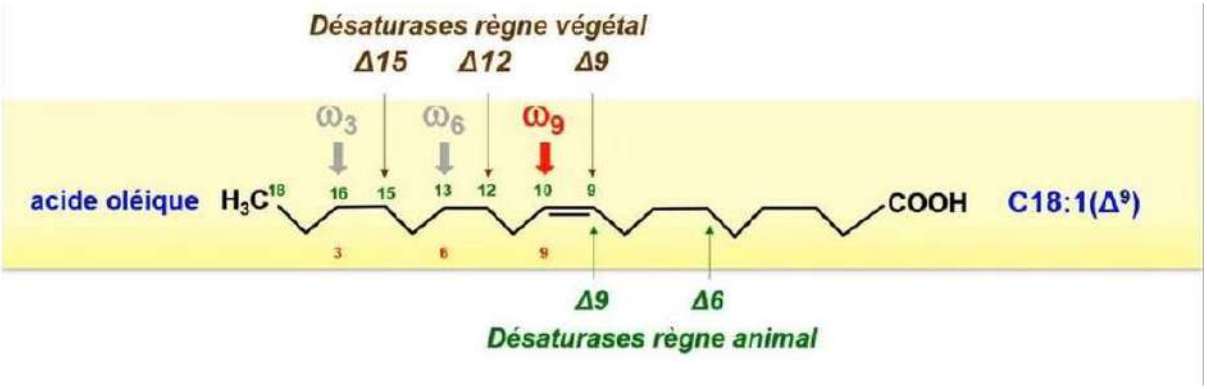
Pour former des omega 6 il faut des désaturases Δ12 +++

(voir schéma du dessous qui illustre cela)

(De plus pour obtenir des AG ω3 et ω6 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 Δ12 désaturase et d'une Δ15 désaturase pour obtenir un acide linoléique puis un acide alpha-linolénique.

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite



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 (acides gras polyinsaturés) acides linoléïques et alpha-linolénique ne sont PAS synthétisés par notre organisme (on a plus d'enzymes pour les créer) et doivent être fournis par l'alimentation.

++Ils sont donc dit **indispensables**.++

b) Les stérols/stéroïdes

Différentes classifications :

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

- Stérols *(je sais c'est pas pratique il s'appelle comme sa catégorie)*
- Stérides (ester d'AG et stérol)
- Hormones stéroïdiennes : œstrogènes (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)

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

<u>Les Stérols et stéroïdes</u>

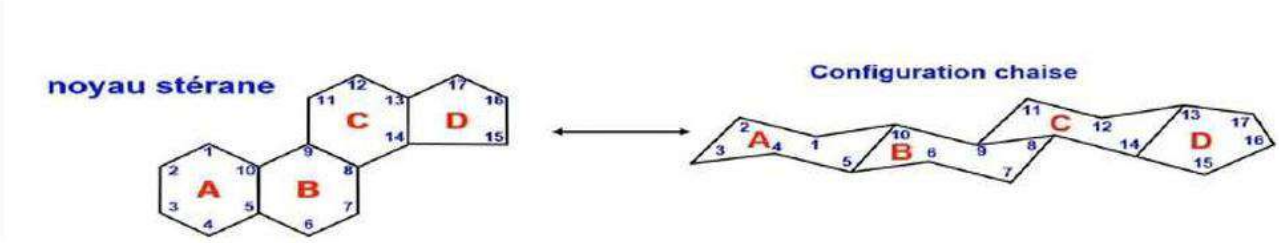
-composés polycycliques, généralement **hydrophobes** mais parfois amphiphiles.

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

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

-> 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

Schéma d’un noyau stérane :



Oui il faut apprendre à refaire ce noyau stérane (les deux configurations) et vous allez voir que ça va être la base de tous les schémas des stérols qu’on va voir tout à l’heure.

A partir de ce noyau stérane vont dériver différentes molécules (stérols/Acide biliaires/stéroïdes hormonaux…), suite à 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

a. 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 (*et 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 corticosurrénaliennes et de la vitamine D.

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

Structure du Cholestérol :-> 27 carbones

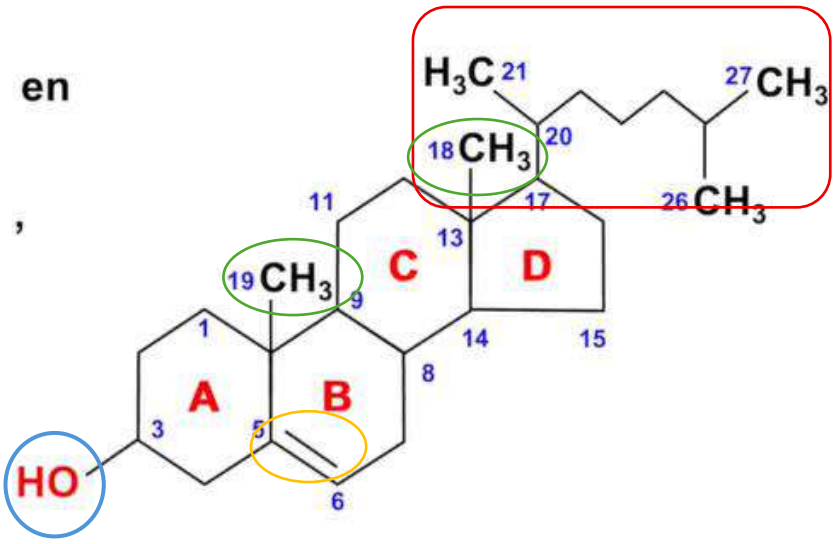
A partir du noyau stérane, on lui ajoute :

-> un méthyl (CH3) 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



b. Acides et sels biliaires

Les acides biliaires sont synthétisés par le foie à partir du cholestérol 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.) *Vous verrez ça plus tard dans le cours sur le Tube Digestif en Anat G au S2*

Ces acides biliaires possèdent 2 fonctions importantes +++ :

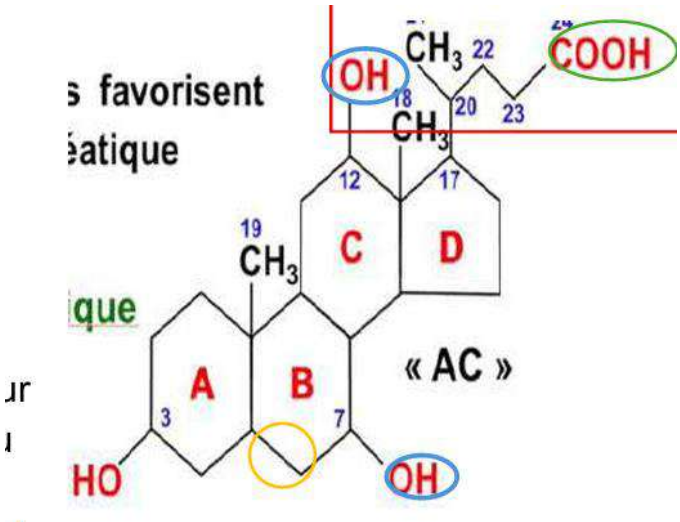
- Permettent **l'émulsification des lipides**=> favoriser l'action de la **lipase** pancréatique au niveau de nos lipides=> favoriser la digestion des lipides. Ils agissent comme des détergents
- Participent à l'élimination du cholestérol

Exemples : acide cholique (AC) et acide Chénodésoxycholique (ACDC)

Vous avez ci-dessous le schéma de l'acide cholique (AC)

Ils dérive du cholestérol par :

- Raccourcissement de la chaîne latéral de 3C (elle a donc 5C)
- 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

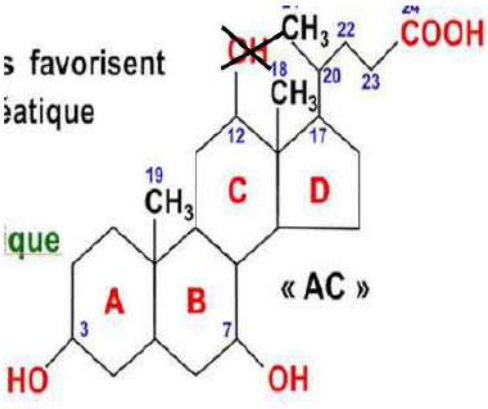


Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

ionisation partielle dans le duodénum (pH=6) (*puisque quand pH =pka on a la même quantité de forme basique et de forme acide* donc des groupements ionisées et non ionisées.)

- Ajout de 2 hydroxyles (-OH) en C7, C12 :

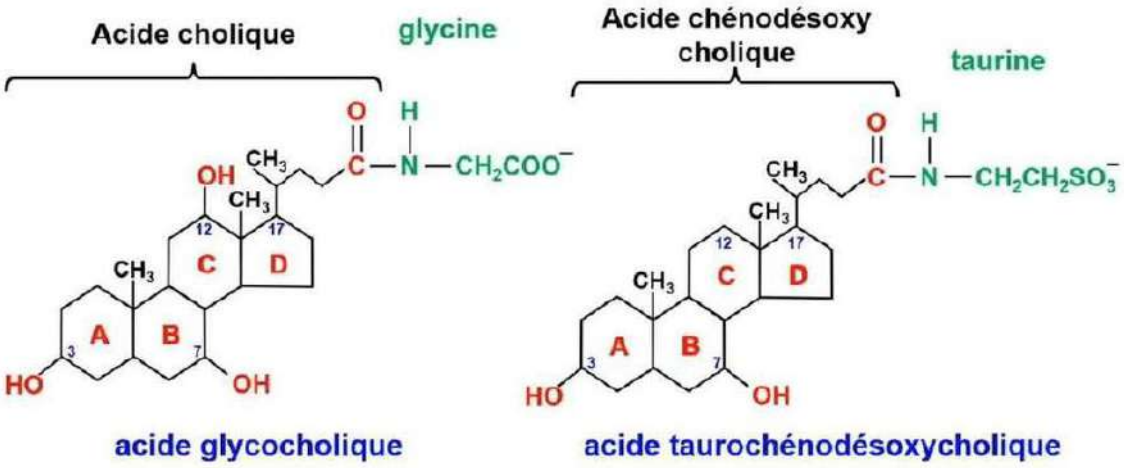
Pour **l'ACDC** et c'est exactement la même chose sauf qu'il n'y a PAS le OH sur C12. On rajoute donc un seul l'hydroxyle sur C7 par rapport au cholestérol :



c. Sels biliaires = acide biliaire conjugué

Avant de quitter le foie une grande partie des acides biliaires qu'on a vu précédemment peuvent être conjugués à un acide aminé (soit la glycine soit la taurine). *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 du moment où ils sont conjugués, on appelle ces molécules des sels biliaires.++



Attention l'AC peut être également lié à la Taurine et ACDC à la glycine. !!

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 *(car quand pH supérieur au pkA on a la forme basique et donc ionisée dans ce cas là)* => ce qui augmente la nature amphipatique

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

=> un meilleur effet détergent des sels biliaires sur les lipides (accès au gras est facilité)

d. Les hormones stéroïdienne

Cette famille regroupe les hormones :

Sécrétées par **les glandes sexuelles + placenta** (Androgènes (masculine) - Œstrogène et progestagène (féminine))

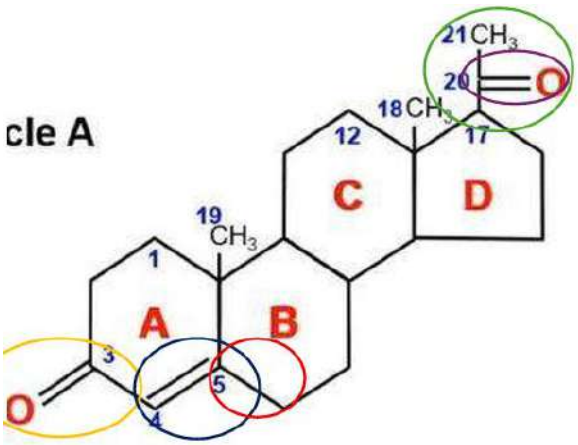
Sécrétées par les **glandes corticosurrénales** (action anti-inflammatoire) : (Minéralocorticoïdes qui sont très importants dans l'équilibre minéral. - Glucocorticoïdes jouant un rôle dans le métabolisme des lipides, protéines et glucides + actions anti-inflammatoires)

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 2C (donc 21 C pour la molécule totale) (on réduit de 6C par rapport au cholestérol)
- Présence d'un carbonyle (C=O) au niveau de la ramification aliphatique



On remarque que les deux groupes méthyl ne changent jamais que ce soit sur le cholestérol, acide biliaire ou progestérone.
Ces 4 schémas (noyau stérane, cholestérol, acide biliaire et progestérone) sont à connaître et à savoir refaire au brouillon. Comme ça se sera plus facile en QCM à retrouver quel groupement est où, quelle différence il y a entre cette molécule et cette molécule ect…
Ne vous inquiétez pas !! Vous vous entrainez à les redessiner quelques fois et ça rentre rapidement ! Aller plus qu'une petite partie et on passe au lipides complexes ! Ne vous découragez pas vous avez vu le plus gros du cours !

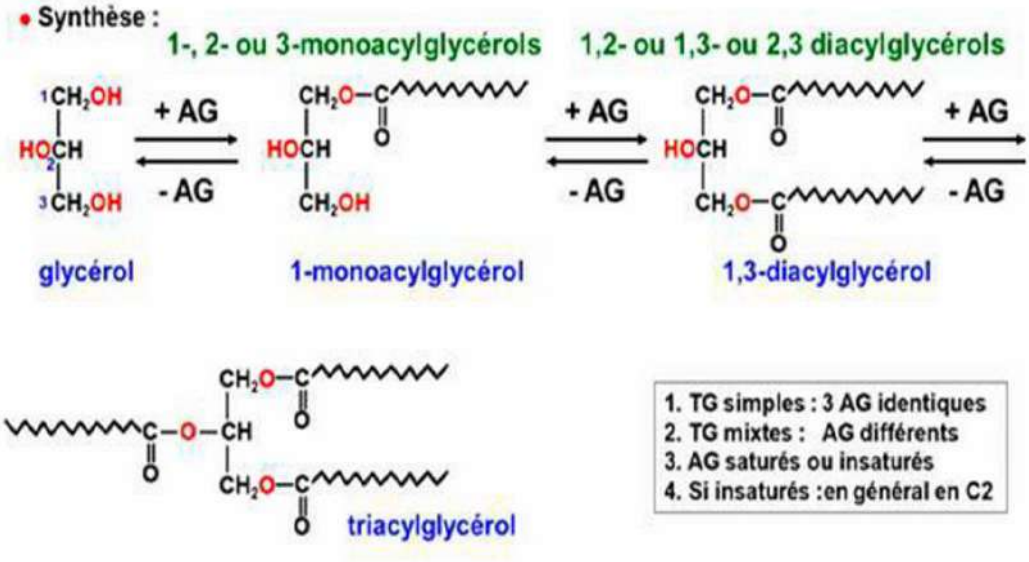
Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

e. Les triglycérides ou triacylglycérols

Ces molécules sont constituées de **glycérol + 3 AG.++**
Ils exercent de multiples fonctions : stockage de réserve énergétique, le transport de lipides dans le sang, *(vous reverrez ça avec mon co tut thoraxel)* et l'isolation thermique.
Leur formation se fait de **façon séquentielle ++**

1) Le 1er AG peut se mettre en position 1, 2 OU 3 sur le glycérol -> donne **un 1 ou 2 ou 3- monoacylglycerol.**
2) Le 2ème AG idem que pour le premier -> donne du **1,2 ou 1,3 ou 2,3 diacylglycérol**
3) Le 3ème AG -> donne un **Triacylglycérol (=TG)**

Toutes ces réactions se font grâce à une enzyme qui est capable de fixer l'AG sur le glycérol cette enzyme s'appelle l'acyltransférase.



Les TG peuvent être : Simples : les 3 AG sont identiques
Mixtes : 2 ou 3 AG différents
Ils peuvent avoir des AG Saturés ou Insaturés
+Remarque :S'il y a un AG insaturé, en général il est en C2 (pour des raisons enzymatiques) ++

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

C'est bon on se retrouve pour la partie sur les lipides complexes !! Je sais que vous attendiez que ça haha alors c'est parti (ne vous en faites pas vous avez déjà vu la majorité du cours.)

3- Les lipides complexes

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**"

Pour les classer on se base sur la présence ou non de phosphate :

-Les phospholipides (phosphatés) **:** ° **Glycérophospholipides** (alcool = glycérol)

° **Sphingophospholipide**(alcool = sphingosine)

-Les Glycolipides (non phosphatés) : ° **Glycosphingolipides** (sphingolipide avec des oses**)**

a) Les phospholipides

a) Les Glycérophospholipides

Ils contiennent : - une molécule de **glycérol** *(alcool)*

- deux **AG** *(la partie lipidique)*

- 1 **phosphate** ($PO4^{3-}$) qui lie un autre **alcool** (comme la choline ou la sérine, on voit ça tout à l'heure)

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

Précurseur de tous les glycérophospholipides = **acide phosphatidique**

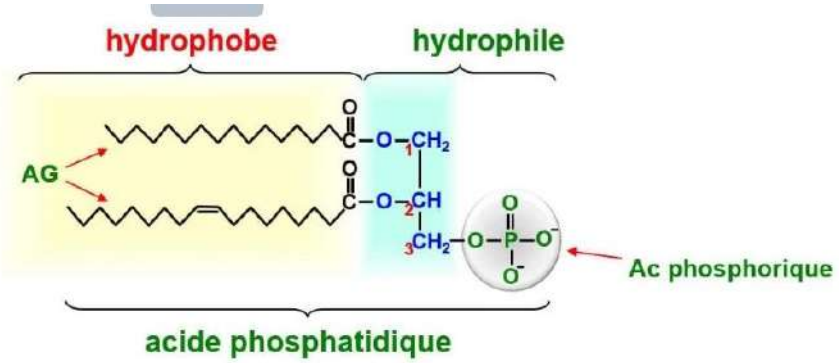
Structure acide phosphatidique :

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 également relié au glycérol ➔ Il forme la tête **HYDROPHILE**

➔ L'acidité de la molécule provient des 2 H+ libres de l'acide phosphorique

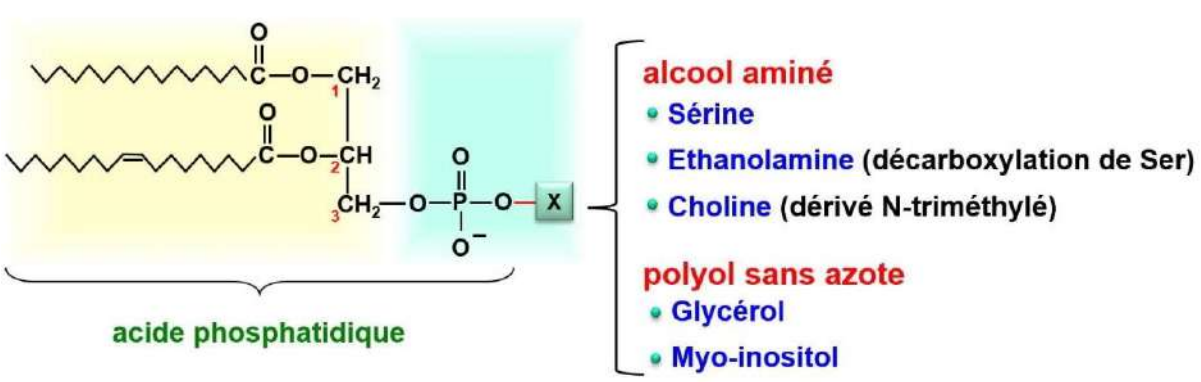
Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite



=> Cette molécule est donc **amphipatique** *(à la fois hydrophobe et hydrophile)* avec la partie **hydrophobe** des deux AG, et la partie **hydrophile** du glycérol et l'acide phosphorique.

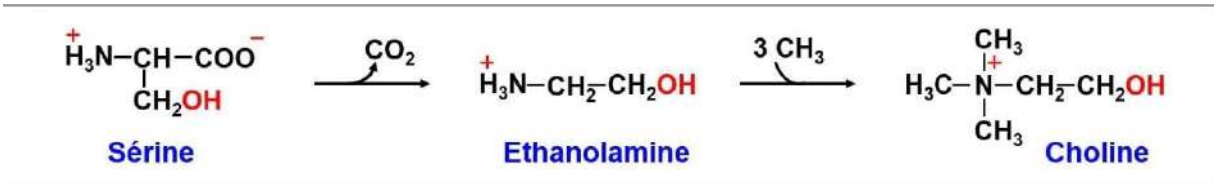
La structure des glycérophospholipides est plus complexe car **une des fonctions OH de l'acide phosphorique** peut être estérifiée par différents types de molécules X qui peuvent être :

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



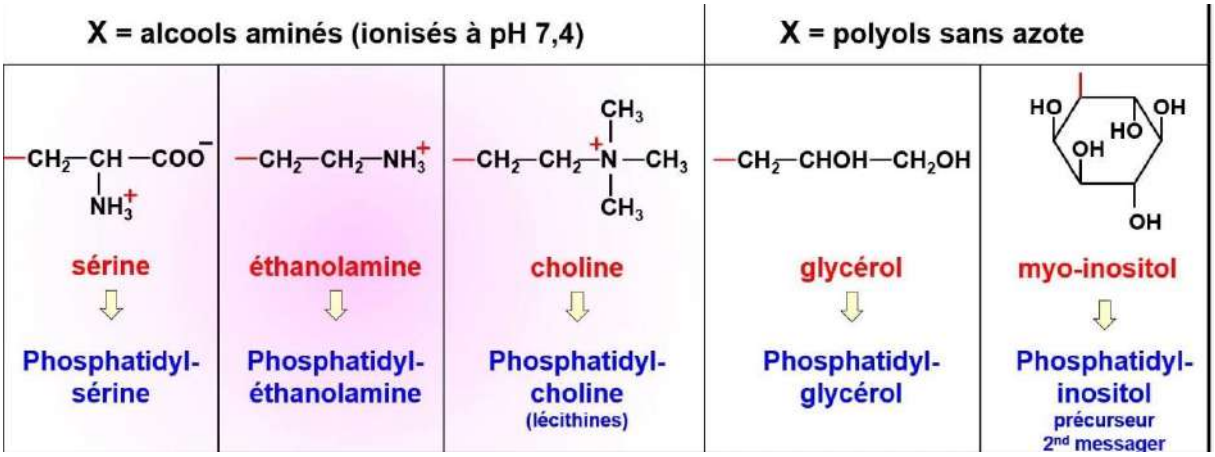
Concernant **les alcools aminés** : La sérine peut être **décarboxylée** (=perte de son COOH relargué sous forme de CO2 dans le milieu) pour donner l'éthanolamine qui peut ensuite être **tri-méthylée** (=ajout de 3 groupements méthyl -CH3) pour former de la choline.

Ces 3 molécules ont des rôles très différents



Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

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



Vous voyez que c'est logique on note **phosphatidyl**-alcool qui est rattaché (-sérine éthanolamine -choline -glycérol – inositol)

Les glycérophospholipides avec alcool aminé sont aussi des molécules **amphotères** (à la fois acide et basique)

Acide =acide phosphorique (H3 PO4)

Basique = portée par l'alcool aminé

B) Les sphingophospholipides

Les **sphingophospholipides** contiennent :

- une **sphingosine** comme alcool

- 1 **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 :

-> Chaîne aliphatique hydrocarbonée **de 16C à 18C** insaturée (caractère hydrophobe)

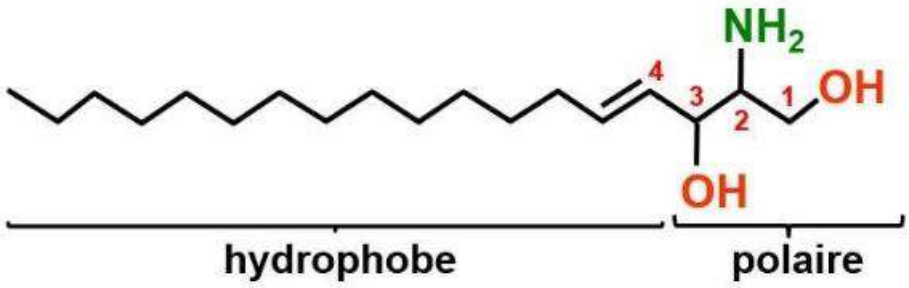
-> Une seule double liaison en **TRANS entre C4 et C5**

-> Deux fonctions alcool **(-OH) en C1 et C3** (caractère hydrophile)

-> Une fonction amine **(NH2) en C2**

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

-> Molécule **amphiphile** *(à la fois hydrophile hydrophobe)*

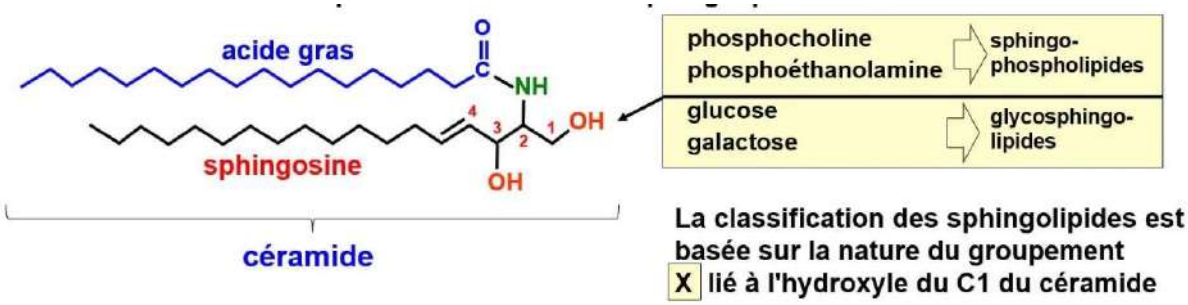


La céramide est le précurseur de TOUS les sphingolipides ++

-> 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**

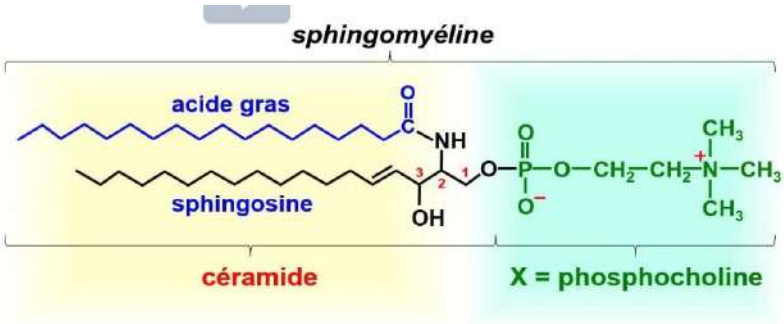
Tut'récap : Sphingosine + AG (sur l'amine du C2) = céramide = précurseur de tous les sphingolipides.



- Si le groupement X est une **phosphocholine** ou une **phosphoéthanolamine** on va avoir un **sphingophospholipide**
- Si le groupement X est du **glucose** ou du **galactose** on va avoir un **glycosphingolipide.** *(notre troisième catégorie de lipide complexe qu'on a pas encore détaillé.)*

Exemple de sphingophospholipide : LA SPHINGOMYELINE

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



Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

- **Rôle :**
  -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 *(vous reverrez ça en histo)*
  -> 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. *(car le reste est commun à tous les sphingolipides)*
  Comme les autres sphingophospholipides, la sphingomyéline est amphiphile.

C. Les glycosphingolipides

Les Glycosphingolipides contiennent :

- Une sphingosine *(on vient de voir sa structure)*
- Pas de phosphate
- 1 AG et donc fixé à la sphingosine sur C2 (cela forme une céramide comme on a vu tt a l'heure)
- Glucides (glucose ou galactose) *on avait vu juste avant que les glycosphingolipides n'ont pas d'alcool phosphaté (ex :phosphocholine) relié à l'OH du C1 comme les sphingophospholipides à la place ils ont un sucre (glucose, galactose)*

L'alcool primaire (en C1) du céramide est lié par une **liaison O-glycosidique** à un ou plusieurs sucres (glucose, galactose). *(c'est ce qu'on répète depuis tout à l'heure).*

Ces sucres sont les mêmes oses que ceux des glycoprotéines (cf partie sucres complexes) fréquemment du glucose, du galactose, N acétylehexosamines, 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 de la cellule. *(on a vu que le sucre était hydrophile donc ils veulent être en contact avec l'environnement extérieur de la cellule qui est aqueux c'est logique)*

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)

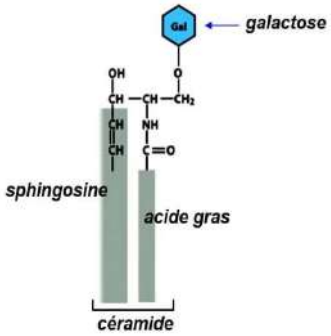
-Ils sont très **antigéniques** (ex : dans les antigènes des groupes sanguins)

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

-Ils peuvent agir comme des **récepteurs de surface** pour des toxines et des virus

Exemples de glycosphingolipides :

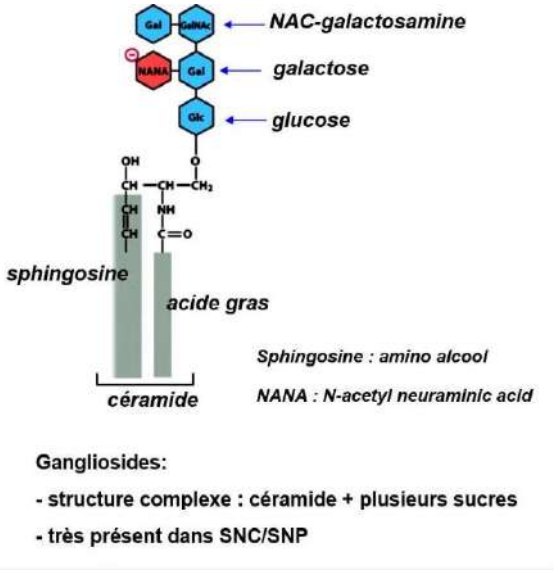
- **Galactocérébroside :**
  Structure la + simple :
  -> Céramide + galactose (en général)
  -> Molécule neutre (=pas chargée)
  -> Très présent dans la **myéline du SNC/SNP ++**



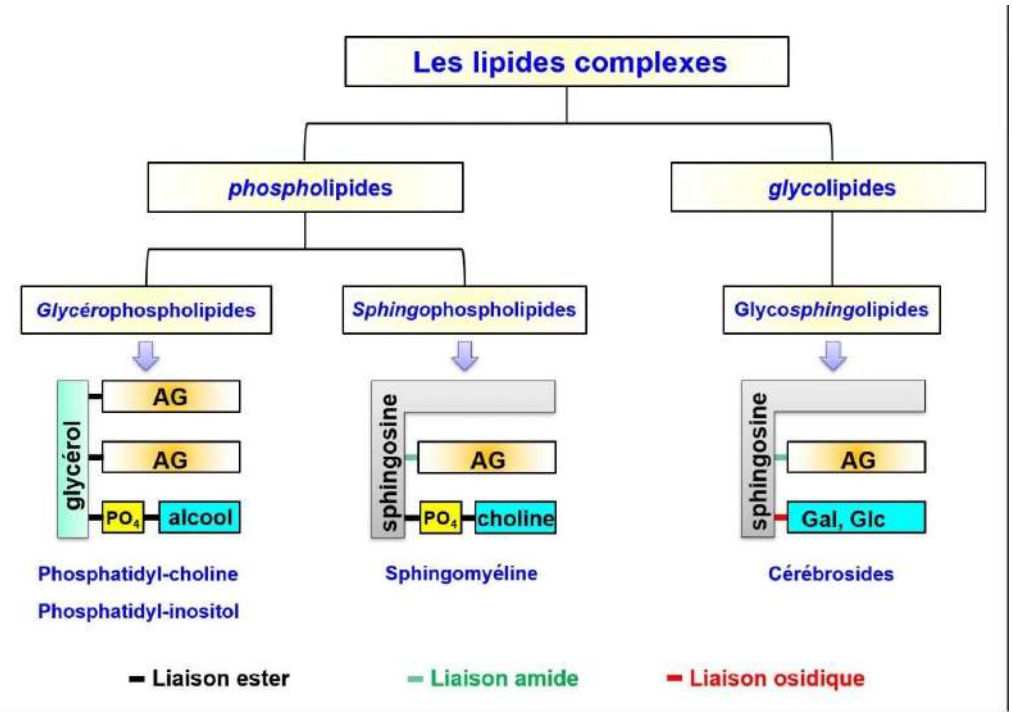
- **Ganglioside :** Structure la + complexe**:**
  -> Céramide + plusieurs sucres (glucose,galactose,NANA,N-acétylgalactosamine)-

  > Très présent dans les **membranes des cellules du SNC/SNP++**

  -> Cette molécule est chargée négativement à pH physiologique



Petit schéma récap qui aide beaucoup pour la structure des lipides complexes :



Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite

C'est bon on a fini avec cette fiche sur les lipides !!! Bravoo je suis super fière de toiiii !! Cette partie peut paraître assez compliqué au début mais vous verrez qu'en la revoyant ça ira.

Maintenant place aux dédis :

Cette fois ci on va faire des dédis spéciales P1 (ma P1)

Mais tout d'abord bravo à vous je suis en train d'écrire ces dédis pendant que vous êtes en EB soyez fiers de vous parce que vous êtes tous super courageux de tenter ces études.

Dédis à mon groupe de 4 (Lylia, Faustine et Aymeric) avec qui je restais tt le temps :

que ce soit à la BU (tous les après-midi) toujours à la même place où on se tapait des fou rires (et après on disait chut quand les gens parlaient trop fort mdrrrr), où on râlait quand on comprenait pas un cours ou qu'il était trop long, à toutes nos longues siestes

à tous les EBs où on se regardait dépités quand les sujets étaient trop durs (je vise pas du tout biophy et biostat haha)

à toutes les TTR à parler, dormir, manger (tout faire sauf écouter) mon moment préféré c'était la danse (c'est toujours le cas d'ailleurs)

dédis au samedi après midi (mon moment de pause) j'étais la plus heureuse je préparais toute la semaine ce que j'allais faire samedi comme ça ça me motivait à travailler

dédis aux séances tut quand je les réussissais vraiment je me corrigeais dès que la correction sortait (#stressée de la vie)

dédis à Coline avec qui on allait à tous les TDs de SV au S1 (c'était aussi un petit moment de pause pour voir des gens et ça faisait du bien)

dédis aux séances discords (j'y allais vraiment tout le temps c'était génial) c'est une manière d'apprendre de façon beaucoup plus ludique le soir quand t'es fatigué et de rencontrer des gens.

antidédis aux profs de TD incompétents de SV à qui on apprenait plus de trucs que ce que eux nous apprenaient (ça dépend lesquels y'en a qui sont très bien ne vous inquiétez pas)

antidédis aux épreuves horribles de biostat et biophy (je vous jure que avant j'aimais trop ces matières) mais dédis aux épreuves d'Ethique et de Biocell vraiment c'était donné. (attention ça veut pas dire que cette année ça sera toujours le cas donc on révise)

Aller courage les loulous ça va le faire !!!

Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite









et oui vous voyez nos têtes toute pales là bah
vous allez ressembler à ça mais ne vous inquiétez pas tout le monde a cette tête vraiment



Le tutorat est gratuit. Toute vente ou reproduction est interdite