

LES LIPIDES

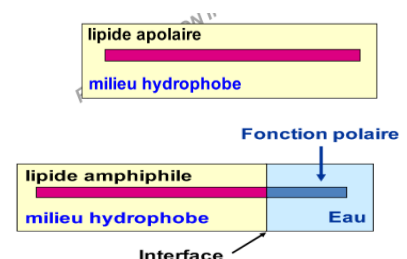
I-) INTRODUCTION

Définition des lipides : molécules **organiques** extrêmement hétérogènes définies par leur caractère plus ou moins **hydrophobe**, et principalement constituées de **C, de H et de O**. Ils représentent à peu près **15%** du poids corporel. Ils ont un rôle important en physiologie et peuvent être associés à des pathologies comme **l'obésité**

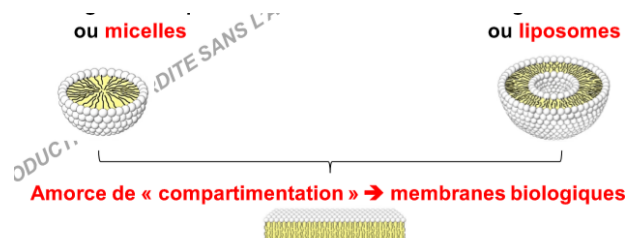
A. Structure

Les lipides sont :

- ✓ Soit complètement **apolaires** : lipides neutres, complètement hydrophobe
- ✓ Soit **bipolaires** : le lipide a une tête polaire (hydrophile) et une chaîne apolaire hydrophobe
- ⇒ Molécule amphiphile/ amphipathique



En **milieu aqueux**, ils peuvent s'agréger sous forme de : **micelles** (globule plein) ou de **liposomes** (globule vide). Ils forment des amorces de compartimentation à l'origine de la structure des membranes. On retrouve la même structure que celle des liposomes pour les membranes biologiques



B. Propriétés Physico-Chimiques

Les lipides sont **insolubles** dans l'eau, mais sont **solubles** dans les solvants organiques (comme l'acétone, l'éther, le chloroforme, ...)

C. 3 Grandes Fonctions

1) Principale réserve d'énergie : 1g de lipides = 9kcal = 37.5kJ

$$1 \text{ cal} = 4,185 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 0,238 \text{ cal}$$

2) Structure : formation des **membranes et des lipoprotéines** (dans le sang)

PATHO : à la base de l'athérosclérose (durcissement des artères causé par le dépôt de plaques d'athérome)

3) Fonctions biologiques spécifiques : **Messagers secondaires**, **Coenzymes** (CoEz Q), **Transporteurs d'électrons**, Précurseurs **vitamines** (A, D, E et K) ainsi que les **stéroïdes**.

II-) GENERALITES

Les lipides résultent de la condensation d'AG et des alcools par mise en place d'une liaison ester. Il en existe 2 types :

- ✓ Lipides simples : 3 composants **C, O et H uniquement**
- ✓ Lipides complexes : contenant en plus de C, H et O du **P, du N ou des oses**

A) Lipides simples

Catégories	Classe lipides	Exemples	Caractéristiques / structure
lipides simples	acides gras (AG)	palmitate oléate	chaîne aliphatique saturée ou non se terminant par [-COOH] et [-CH ₃]
	glycérides	diglycérides triglycérides	esters d'AG saturés ou non avec du glycérol
	non-glycérides	cérides stérides	esters d'AG longue chaîne et alcool autre que le glycérol esters de stérol / polycycliques

B) Lipides complexes

lipides complexes	eicosanoïdes		dérivés d'un AG insaturé : l'acide arachidonique
	glycérophospholipides	phosphatidyl-inositol	2 AG + glycérol + phosphate + résidu estérifiant
	sphingolipides phosphatés	sphingomyéline	céramide + phosphate + résidu estérifiant
	sphingolipides non phosphatés	cérébrosides	céramide + glucose / galactose

⚙ Les alcools participant à l'estérification des AG

- ◆ **Glycérol** (alcool à 3 carbones) + AG => **acylglycérides/acylglycérol/glycérides hydrophobes** (++physiologie humaine)
- ◆ **Alcools Gras** (chaînes très longues) + AG => **cérides qui sont hydrophobes**
- ◆ **Stérol** + AG => **stérides** qui sont hydrophobes.

Les cérides : AG (entre 14 et 30 C) + alcools aliphatiques gras primaires (en général entre 16 et 36C) saturés et non ramifiés. Cela est relié par une **liaison ester**.

- ✓ Propriétés physiques : très **apolaires, hydrophobes, solides** à température ambiante, température de fusion très élevée.
- ✓ On en retrouve dans la cire de cachalot (leur permet de conserver la chaleur) et d'abeille, dans les cosmétiques et les enduits. Ils peuvent aussi être associés à des pathologies.

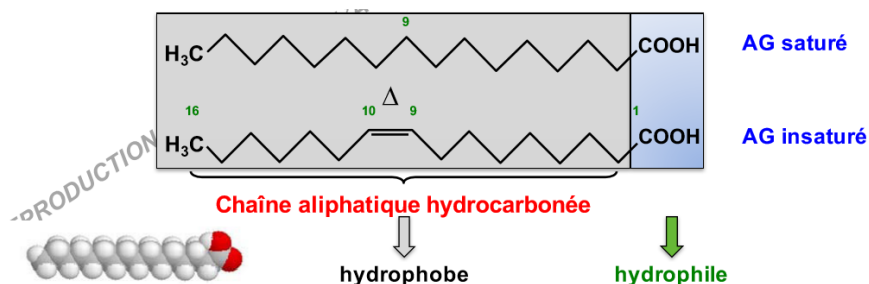
III) LIPIDES SIMPLES

A. Les Acides Gras

1) Structure

Ce sont des **acides monocarboxyliques** de forme **[R-COOH]** : le groupement **COOH** (responsable du caractère **hydrophile**), rattaché à une **chaîne aliphatique hydrocarbonnée R** de longueur variable, avec **au minimum 4C** (souvent entre 14 et 22C) (hydrophobe).

- ❖ Les AG naturels, ont en général ont un **nombre de carbones pair**.
- ❖ La chaîne peut être **saturée ou insaturée** (avec des doubles liaisons) avec **au maximum 6 doubles liaisons** le plus souvent en **CIS** (Les H sont du même côté de la double liaison).



2) Dénomination des Acides Gras

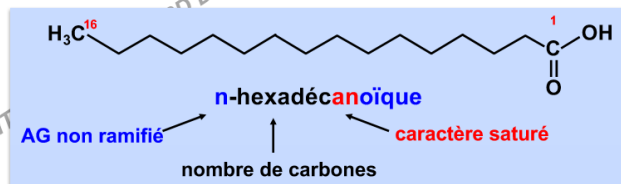
- **Dénomination usuelle** : nom que l'on donne à l'AG suite au contexte dans lequel on l'a découvert et qu'on utilise en général. Ce sont en général des noms anciens.
Ex : l'acide hexadécanoïque est nommé acide palmitique (16C) car il est retrouvé dans l'huile de palme.
- **Dénomination officielle** : utilisée par les chimistes pour rationaliser la dénomination des AG.
AG nommés à partir de **l'alcane correspondant** (avec le même nombre de C).
Le préfixe **"acide"** et le suffixe **"oïque"** indiquent la présence de la fonction carboxylique, le **"an"** précise le caractère saturé, **"en"** l'insaturation, et le **"n"** le caractère non ramifié, cad linéaire.
Pour la numérotation des carbones **on part du carbone de la fonction carboxylique**.
Ex : acide palmitique = acide hexadécanoïque.

Elle informe sur :

- * Le **nombre de carbones** de l'AG, à partir du carboxylate.
- * Le nombre de **doubles liaisons**
- * leur(s) position(s) et leur(s) configuration(s) **CIS ou TRANS**

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

Acide palmitique :
 $C_{16}H_{32}O_2$



3) Nomenclature

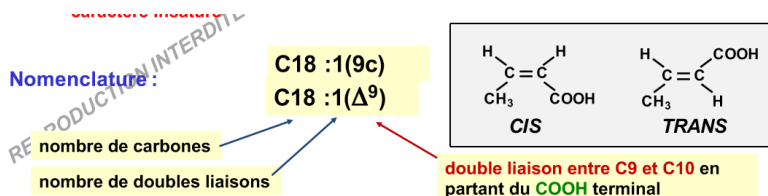
La nomenclature permet de préciser :

1. La longueur de la chaîne,
2. Localisation de COOH
3. Nombre et position des insaturations
4. Stéréochimie CIS ou TRANS

- ✓ **La nomenclature simple** : indique le nb de **carbones**, de **doubles liaisons** (après les " : "), leurs positions à partir **du 1^{er} carbone du groupement COOH**. Il faut préciser CIS et TRANS.

Ex : L'acide oléique (C18) est monoinsaturé. On numérote ses carbones en partant du carboxyle. Il est nommé *acide cis-9-octadécénoïque* car il a 18 carbones, une double liaison/insaturation entre C9 et C10 de configuration CIS. Cet AG étant insaturé, on remplace dans son nom « an » par « én » suivi de -oïque.

Façon abrégée de nommer les AG :



- ✓ **La nomenclature oméga (ω)** : très utilisée en nutrition. Elle numérote **les C à partir du CH3 terminal**. On note **ωx**, où x est le nombre de carbones positionnant la 1ère insaturation (la plus éloignée de COOH). Pour savoir la position des autres insaturations, on se réfère à la **structure malonique**.
 Les **ω3** et **ω6** sont forcément **polyinsaturés**.

Exemples : L'acide linoléique est un ω6, car 1ère double liaison se trouve sur le C6 en partant du CH3. L'acide α-linolénique fait partie des ω3 car la 1ère double liaison est sur le C3.

- ✓ **La nomenclature n** : n = nombre de C de l'AG - numéro du C de la double liaison la plus éloignée de C1 en numérotant à partir du COOH => on a **n = ω**

4) Les Acides Gras Saturés

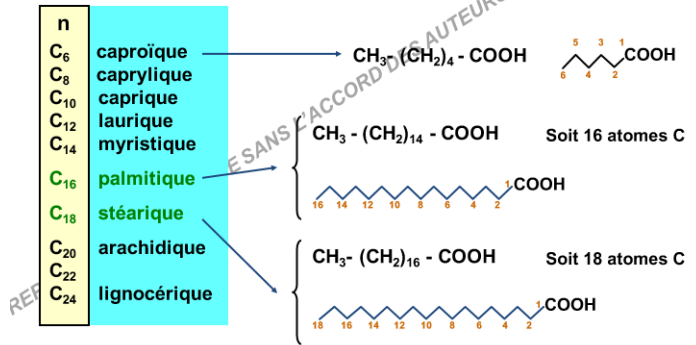
On a différents groupes d'AG en fonction de la **longueur de la chaîne** qui dépend des tissus dans lesquels on se situe. La synthèse des AG va se faire jusqu'à une certaine longueur et ensuite les mécanismes d'élongation des AG sont **tissus-dépendants**. Dans le **cerveau** on retrouve des **AG très longs**.

- ✓ AG à **chaîne courte** : $C \leq 6$
- ✓ AG à **chaîne moyenne** : $8 \leq C \leq 12$
- ✓ AG à **chaîne longue** : $14 \leq C \leq 20$
- ✓ AG à **chaîne très longue** : $C \geq 22$

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

A retenir : acide caproïque C6, palmitique C16 et stéarique C18++

Définition AG dits "saturés" : AG sans doubles liaisons.



5) Les Acides Gras Insaturés

On en a 2 types : **mono-insaturés** ou **polyinsaturés**.

Chez les mammifères, les doubles liaisons sont **TOUJOURS en position malonique** : elles sont séparées par 3 carbones car les acides gras sont synthétisés par l'ajout de deux carbones de l'acide malonique.

Définition Famille AG polyinsaturés (AGPI) : ensemble des AG polyinsaturés dont la 1ère double liaison, en nomenclature oméga, est située en position identique.

Chez l'homme, 2 principales familles des AGPI : les $\omega 3$ et les $\omega 6$

➤ 2 membres des $\omega 6$:

♥ **Acide linoléique (C18 : 2(Δ 9,12))** : AG indispensable

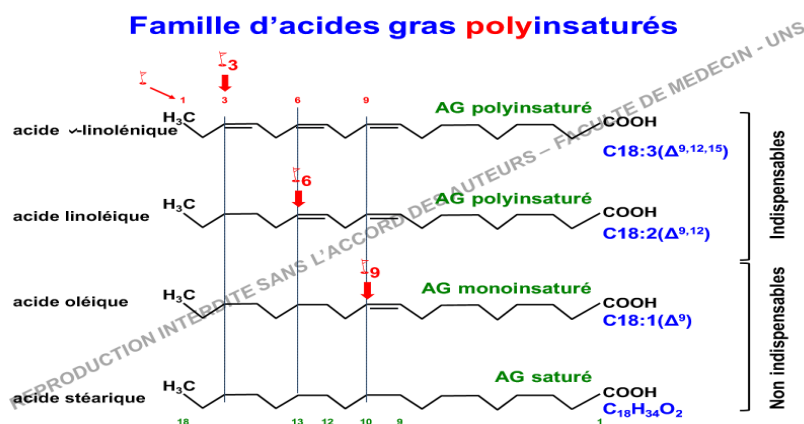
♥ **Acide arachidonique (C20 : 4 (Δ 5,8,11,14))** : AG **non indispensable** car on peut le synthétiser à partir de l'acide linoléique, précurseur des eicosanoïdes => on a une élongation de 2 carbones et l'ajout de 2 doubles liaisons sur la molécule de départ.

➔ On va toujours d'un nombre pair de carbone à **un nombre pair +2 lors d'une élongation**.

➤ 2 membres des $\omega 3$:

♥ **Acide α -linoléique (C18 : 3(Δ 9,12,15))** : AG indispensable.

♥ **Acide eicosapentaénoïque (EPA) (C20 : 5 (Δ 5,8,11,14,17))** : AG **non indispensable** car on peut le synthétiser à partir de l'acide α -linoléique, précurseur des eicosanoïdes. Il est obtenu par une élongation de 2 carbones et l'ajout de 2 doubles liaisons.



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

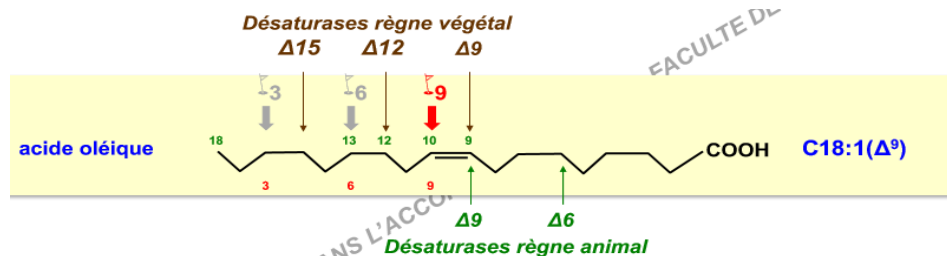
6) Les acides gras indispensables/ non indispensables :

- ✓ **AGPI indispensables** : non synthétisés par l'organisme, ils ne sont apportés **QUE** par l'alimentation.
- ✓ **AGPI non indispensables** : provenant de l'organisme et de l'alimentation. Ils peuvent être obtenus par l'élongation d'AG indispensables. Nous possédons des enzymes pour modifier les AG indispensables mais pas pour les synthétiser (+++)

Définition des désaturases : enzymes responsables de la formation de doubles liaisons en CIS des AG. L'ordre d'intervention des désaturases est régulé : d'abord la $\Delta 9$, puis la $\Delta 12$...

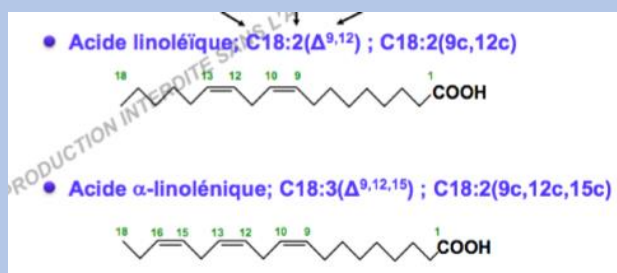
► Comment obtenir un AG insaturé à partir d'un AG saturé ? (pas programme tut)

On part de l'**acide stéarique (C18)**, saturé, et la **$\Delta 9$ désaturase** va créer une insaturation entre **C9 et le C10** (en nomenclature officielle) pour obtenir l'**acide oléique** (AG monoinsaturé, C18 :1, $\omega 9$). On peut continuer jusqu'à obtenir l'acide alpha linoléique. Cette $\Delta 9$ désaturase se trouve dans le règne animal et végétal.



Les mammifères ont **perdu** au cours de l'évolution les enzymes responsables des **désaturations au-delà de C9** (=doubles liaisons en C3 et C6), donc **les $\Delta 12$ et $\Delta 15$ désaturases sont non synthétisées par l'Homme** : c'est pour cela que **les séries $\omega 3$ et $\omega 6$** ne peuvent être apportées que par l'alimentation et sont donc **indispensables** (contrairement aux végétaux) en revanche nous pouvons fabriquer des $\omega 9$.

❖ Les 2 seuls AG indispensables ++ : L'acide linoléique et alpha-linoléique



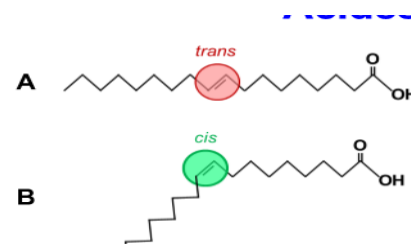
- ❖ **L'acide Docosahexaénoïque (DHA)** (C22 : 6, $\omega 3$) peut être synthétisé mais pas en quantité suffisante : l'organisme comble le manque par l'alimentation. On retrouve le même problème pour **l'EPA**.

→ On a donc 2 AG indispensables et 2 AG que nous ne synthétisons pas de manière suffisante.

7) Les Acides Gras Atypiques

Définition des AG atypiques : AG en **TRANS**, ce qui cause un **repliement de la chaîne** différent, donc entraîne des changements dans la **fluidité de la membrane** et donc sur leurs propriétés biologiques.

⇒ Ces AG sont **toxiques** pour nous et les animaux.



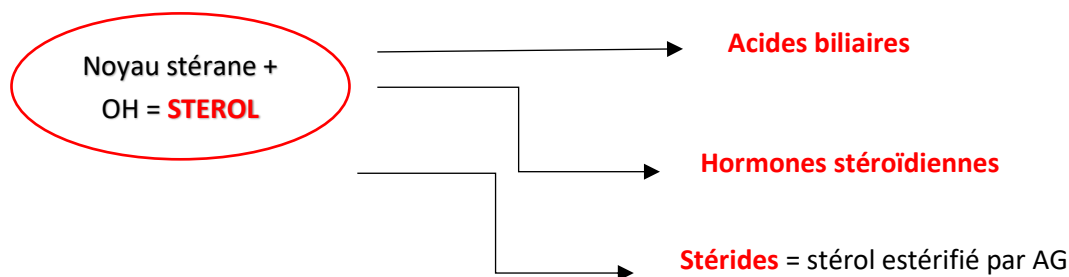
- ✓ Source naturelle, mineure : les **ruminants** où leur digestion fait passer certains AG CIS en TRANS
- ✓ Source industrielle majeure : Pour mieux conserver les aliments, on va les hydrogéner, ce qui induit le passage de CIS en TRANS.

⇒ **PATHO** : augmente le **risque cardio-vasculaire** par désordres du métabolisme lipidique et dysfonctionnements membranaires.

B) Les Stérides/esters de Stérol

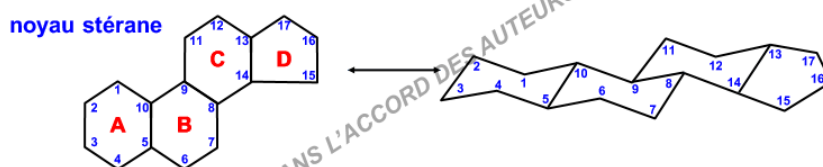
2 classifications :

- * Une classique : comprenant dans les stérols : ☐ **Les stérols** ☐ **Les stérides** (esters d'AG et d'un stérol) ☐ **Les hormones stéroïdiennes** (œstrogènes, androgènes, minéralo- et glucocorticoïdes) ☐ **Les stéroïdes conjugués** (avec de la glycine ou taurine) ☐ **Les acides biliaires** ☐ **Les secostéroïdes** (vitamine D) => *pas au programme de la tut de savoir tout ce qu'il y a dedans*
- * Celle de l'Union Internationale de Chimie : (plus simple) les stéroïdes sont TOUS lipides qui ont un **noyau stérane** ou qui dérive de celui-ci.



La structure de base : **un noyau stérane** à 4 cycles : A, B et C sont des cyclohexanes (6C) et le cycle D est un cyclopentane (5C) (*Apprenez bien la numérotation de carbones de ce noyau*) => **structure polycyclique, rigide et hydrophobe**

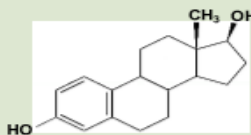
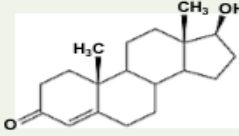
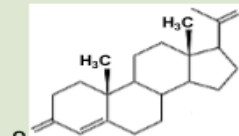
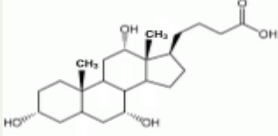
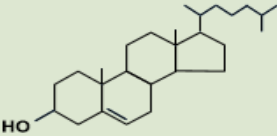
→ Total : 17 carbones



Ce noyau de base peut ensuite être modifié et selon la classe, il peut y avoir :

- ☐ L'ajout d'un ou plusieurs **hydroxyle(s)**
 - ☐ La présence ou pas **de doubles liaisons** sur les **cycles A et B**
 - ☐ L'ajout de **ramifications** (différentes des ajouts de groupements méthyls) qui se font **en C17 (cycle D)** qui peuvent avoir ou non des doubles liaisons.
- ⇒ Tout cela va changer la **fonction, la structure et les caractéristiques** de la molécule.

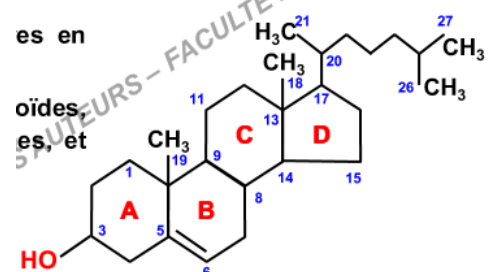
Ex : hormones qui ont un rôle précis chez la femme et chez l'homme et les sels biliaires : ils diffèrent par des changements infimes mais qui changent complètement la fonction de la molécule ++++

noyaux	C	Formules	Exemples
Estrane	18		Estradiol
Androstane	19		Testostérone
Pregnane	21		Progestérone Cortisol Aldostérone
Cholane	24		Sels biliaires
Cholestane	27		Cholestérol Vitamine D

⇒ Dérivés stérols

1) Le cholestérol:

- Principal **stérol** d'origine animale
- Présent dans les **structures membranaires** en association avec les lipides (mais excès nocif par les plaques d'athérome).
- Molécule **amphiphile** (grâce au -OH)
- Précurseur de nb dérivés stéroïdes, hormones sexuelles, vitamine D et cortico-surrénales.

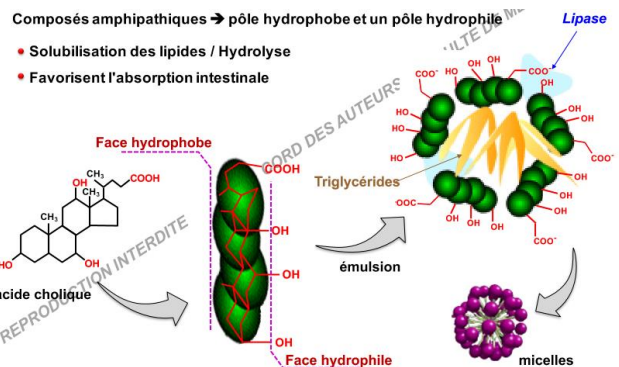


Structure: Noyau **cholestane** + Un hydroxyle en **C3** + double-liaison en **C5-C6** + **ramification** aliphatique à 8C en C17

Patho : liée à l'obésité en partie et à l'origine de l'**athérosclérose**, infarctus du myocarde, bouche les vaisseaux et les artères donc il faut l'éliminer quand il est trop majoritaire.

2) Les acides biliaries

- Synthétisés par le foie et stockés dans la bile
- **Amphipathiques** permettant l'absorption intestinale et la solubilisation des lipides en formant une structure micellaire.



2 grandes fonctions :

- ✓ Participent à **l'élimination du cholestérol** : car ils se forment à partir de ce dernier
- ✓ Participent à **l'émulsification/absorption des lipides** en favorisant leur digestion enzymatique par la **lipase pancréatique** (dégradant les triglycérides en AG) : cette enzyme n'a pas accès à ces graisses qui sont hydrophobes mais grâce aux sels biliaries les graisses deviennent accessibles.



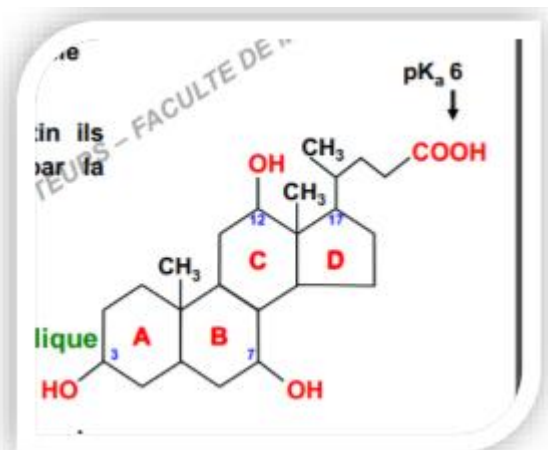
Sels biliaries et Acides biliaries désignent pratiquement la même chose Sels biliaries = quand le groupement carboxyle est ionisé ☐ Il faut retenir que le pK_a vaut environ 6 par ce groupement carboxyle

Il y en a 2 qui nous intéressent plus particulièrement:

⇒ **Acide cholique et acide chénodésoxycholique**

Ex : L'acide cholique :

- * **Raccourcissement** de la chaîne latérale de **3C**
- * Disparition de la double liaison du cycle B
- * Présence **de 3 OH** : C3 (A), C7 (B), C12 (C)
- * Apparition du groupement **COOH (++)** par oxydation de la chaîne latérale
- * Relargués dans l'intestin au moment de la digestion (surtout quand on mange gras), les sels biliaries se retrouvent dans le duodénum (relais entre l'intestin et la vésicule biliaire)
Ici, le pH est environ égal à 6 => **ionisation partielle** de ces sels biliaries car le pK_a est très proche du pH.



La seule différence entre l'acide cholique et l'acide chénodésoxycholique :

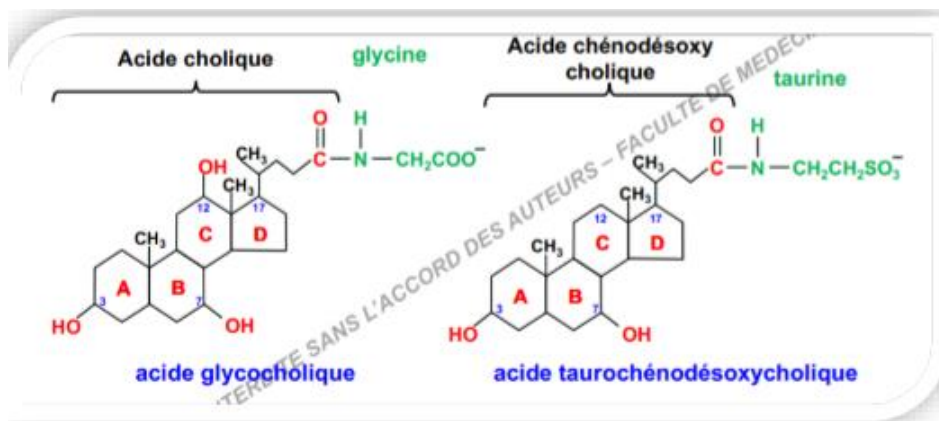
➤ il n'y a **que 2 OH sur les cycles A et B** (pas de OH sur le cycle C) (+++ répété)

Caractéristiques :

- ❖ Les sels biliaries **sont amphiphiles** +++ : effet détergeant

PATHO : il existe des personnes qui ont des calculs dans la vésicule biliaire : celle-ci ne fonctionne donc plus bien: on retrouve ainsi une malabsorption des graisses car il n'y a plus de sécrétion de sels biliaries.

❖ En général **la totalité des sels biliaires sont conjugués** : cad ils sont attachés à 2 AA : **la glycine ou la taurine** (un AA qui derive du métabolisme de la cystéine)



⇒ Si l'acide cholique + glycine => **acide glycocholique**

⇒ Si taurine+ acide chénodésoxycholique => **acide taurochénodésoxycholique**

✓ Il existe également la possibilité d'avoir les combinaisons :

- glycine + acide chénodésoxycholique
- Taurine + acide cholique

✓ En general, la glycine est plus utilisée que la taurine : **3 fois plus de glycine**

➢ globalement 3 glycines utilisées pour 1 taurine aussi bien pour l'un des acides que pour l'autre.



Conséquences : L'ajout de ces 2 groupements (sulfates et carboxyl) fait que le PKA est plus bas

Ainsi, au **pH du duodénum** la **totalité des seuls biliaires sera ionisée**, ils **ne seront plus hydrophiles** => meilleur effet détergent => accès plus facile aux graisses => les acides biliaires coupent mieux les graisses.

C) Les Hormones stéroïdiennes

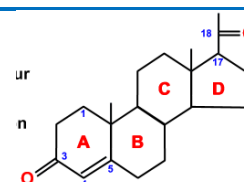
Elles regroupent les hormones :

- ★ **Des glandes sexuelles et du placenta** : androgènes, œstrogènes et progestagènes
- ★ **Des glandes corticosurrénales** (au niveau du cortex du rein) :
 - ✓ **Minéralocorticoïdes** : contrôlent l'équilibre minéral et impliqués dans la régulation de la TA
 - ✓ **Glucocorticoïdes** : impliqués dans le métabolisme des glucides/lipides/protéines et ont une action anti-inflammatoire

⇒ Elles dérivent **toutes du cholestérol** par coupure de chaîne, hydroxylation, oxydation.

Exemple: La progestérone

- **noyau cholestane** + **carbonyle** en C3 + **double-liaison** en C4/C5 conjuguée avec le carbonyle + **carbonyle** en C17



C) Les glycérolipides

Les AG existent rarement à l'état libre :

- **Stockés** sous la forme de **triglycérides**/triacylglycérols (TG)
- Associés aux **protéines de transports** (albumine)

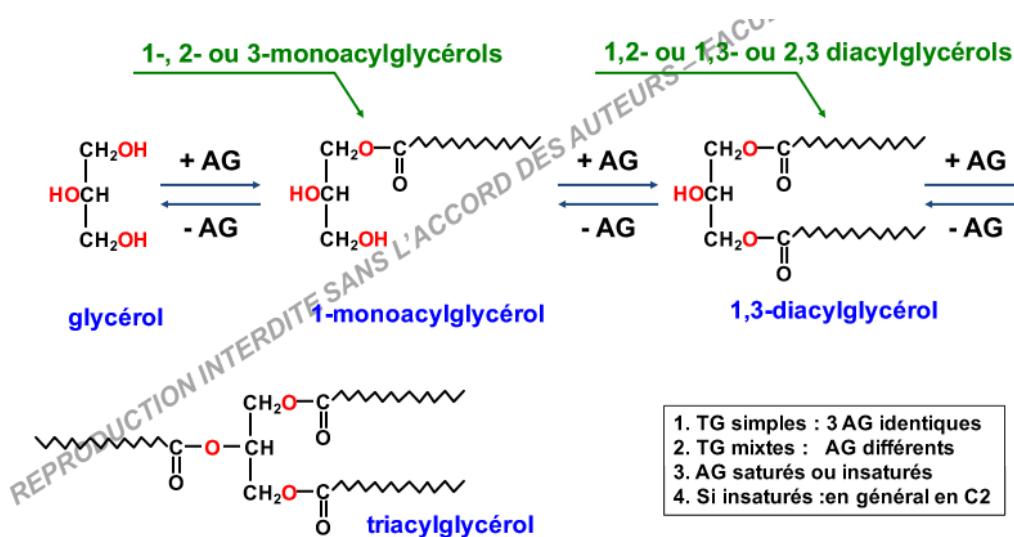
Définition triglycérides/triacylglycérols: produits de l'estérification des 3 OH du glycérol avec 3 AG formant 3 liaisons esters : ils sont donc très hydrophobes.

Selon la position de l'acide gras lié au glycérol on obtient différentes molécules.

- Triglycérides simples (3 mêmes AG)
- Triglycérides complexes (3 AG différents)
- Triglycérides saturés ou insaturés (généralement la **double liaison est en C2 du glycérol**)

Leur formation et leur dégradation est **progressive** :

- Le 1er AG peut se mettre en position 1 2 ou 3 (rare) => 1 ou 2 ou 3 monoacylglycérol
- Puis le 2e AG se met => 1.2 ou 1.3 ou 2.3 diacylglycérol
- Puis le 3e AG => triacylglycérol (ou TG)



IV – LES LIPIDES COMPLEXES

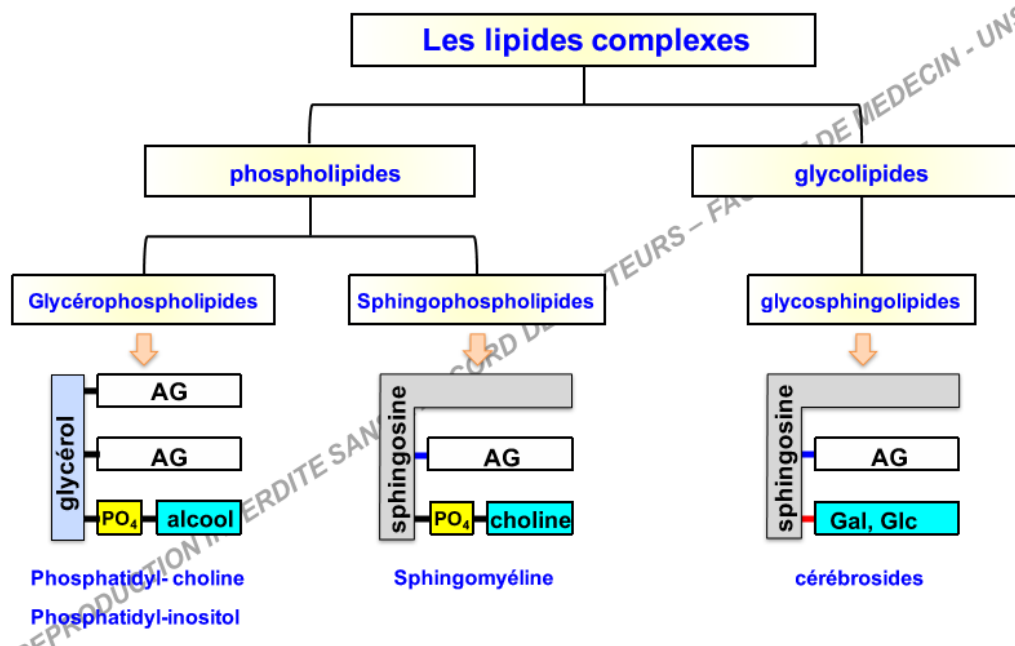
Ce sont des **hétérolipides** cad composés de groupements phosphate, sulfate, glucidique. Ils sont classés en **2 familles** selon la présence ou non de groupement phosphate sur la molécule :

✓ Les phospholipides

- Glycérophospholipides : base = glycérol + 2 AG + P + alcool
- Sphingolipides phosphorylés = sphingophospholipides : base = sphingosine + P + choline + alcool

✓ Les glycolipides

- Sphingolipides non-phosphorylés = glycosphingolipides (= AUCUN phosphate) : 1AG + + 1 glucose ou un galactose + base = sphingosine



A) Les phospholipides

1) Les glycérophospholipides

Définition Glycérophospholipides : constituants majeurs des membranes biologiques Ils ont un rôle très important pour la **structure** et la **fonction** de la cellule +++ .

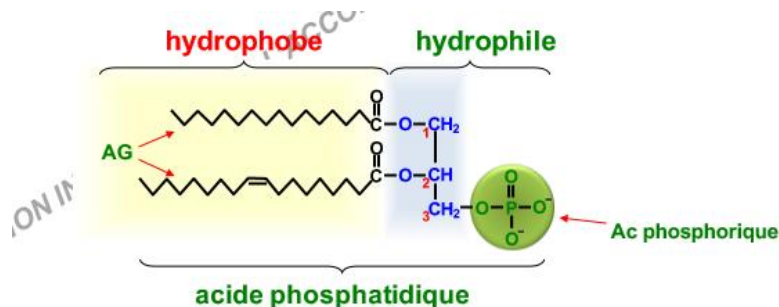
On les retrouve dans la membrane :

- sa partie hydrophobe (queue des Ag) est dans la bicouche non accessible du milieu extérieur
- sa partie hydrophile (au contact avec le monde extérieur) recherche le contact avec l'eau et donc avec le milieu extracellulaire de nature aqueuse et dans la partie intérieure de la cellule (cytoplasme)

Précurseur : **Acide phosphatidique** = Un **glycérol** estérifié par **2 AG** et par un **acide phosphorique** en C3

- ✓ **Partie hydrophobe** : les **2 AG à chaîne longue** ($\geq 14C$) et l'AG en C2 est souvent insaturé ++
- ✓ **Partie hydrophile** : Les **2H libres de l'acide phosphorique** responsables de l'acidité.

⇒ **Molécule amphiphile**

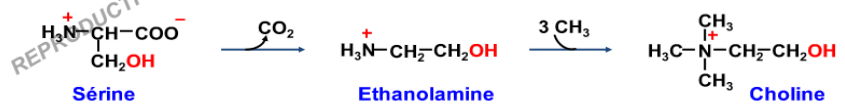


Caractéristiques :

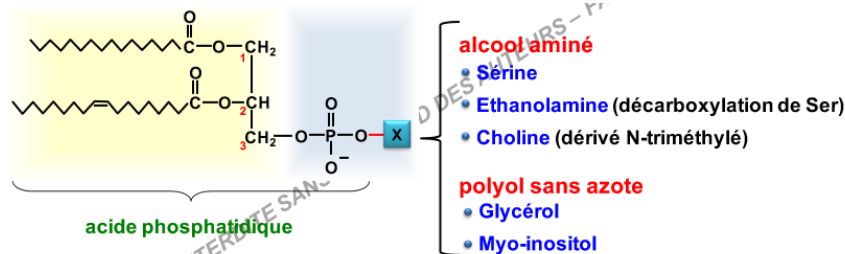
- constituants majeurs **des membranes biologiques** (principalement la bicouche lipidique)
- Molécule **PARFOIS amphotère** (acide = acide phosphorique et base = alcool aminé)

Formation : Formé par l'**estérification d'une des fonctions -OH** de l'acide phosphorique par un groupement -X qui peut être :

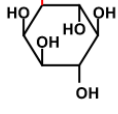
- **Un alcool aminé** : **Sérine** (codée par le génome) / **Ethanolamine** (= dérivant de la décarboxylation d'une Sérine) / **Choline** (= dérivé d'un Ethanolamine triméthylé)



- **Un polyol sans azote** : **Glycérol** / **Myo-inositol**



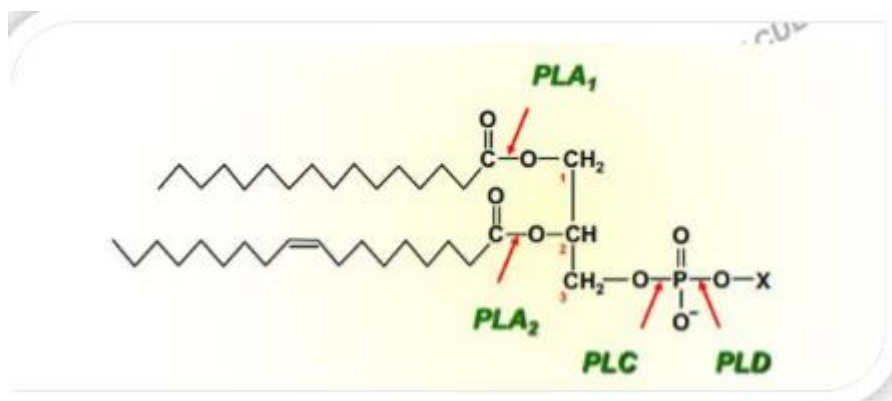
NB : C'est la nature du groupement X qui est responsable de la classe des phospholipides (= 5 classes)

X = alcools aminés (ionisés à pH 7,4)			X = polyols sans azote	
$\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^-$ $ $ NH_2 sérine \downarrow Phosphatidyl-sérine	$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$ éthanolamine \downarrow Phosphatidyl-éthanolamine	$\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$ choline \downarrow Phosphatidyl-choline (lécithines)	$\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ glycérol \downarrow Phosphatidyl-glycérol	 myo-inositol \downarrow Phosphatidyl-inositol précurseur 2 nd messager

Définition Le phosphatidyl inositol (Pi) : molécule capitale dans la **signalisation cellulaire** : après l'activation d'un récepteur, une cascade de molécules intervient pour transmettre un message intracellulaire. Ici le PI joue le rôle de **second messenger**.

2) Les phospholipases

Définition : sont produites par le **pancréas exocrine**. Ce sont des enzymes spécifiques qui coupent les phospholipides au niveau des phosphates, on en distingue 4 types



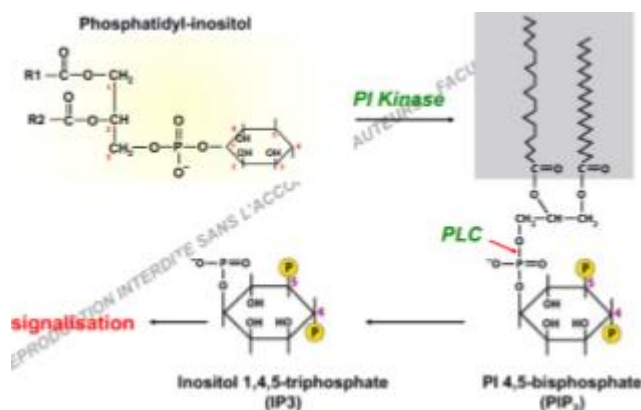
	Plan de coupe	Produits	Médiateurs lipidiques
PLA1	C1	AG saturé + lysophospholipide	
PLA2	C2	AG insaturé + lysophospholipide	Prostaglandines, leucotriènes, lysophospholipides
PLC	C3	diacylglycérol (DAG)+ phosphate d'alcool	diacylglycérol et inositol 1,4,5 triphosphate
PLD	Entre X et H ₂ PO ₄	acide phosphatidique et un alcool	l'acide phosphatidique

- ★ La **PLA2 pancréatique** joue un rôle dans l'absorption alimentaire dans l'intestin car elles hydrolyse les phospholipides alimentaires pdt la digestion => On ne peut pas digérer les lipides sans ces enzymes car il faut les couper en morceaux.
- ★ L'**hydrolyse** des phospholipides membranaires (feuillet interne) permet la synthèse des **médiateurs lipidiques** intervenants dans la signalisation cellulaire. (soit en extraC ou en intraC).

→ Ex : Le phosphatidyl-inositol

Il est dans la **membrane** (une partie peut être intra ou extraC) et réagit avec des enzymes particulières :

- **PI kinase** : elle le phosphoryle en position 4 et 5 sur le cycle inositol, ce qu'il fait qu'il possède 3 P
- **PLC** : coupe et génère l'inositol 1,4,5-triphosphate



3) Sphingolipides/sphingophospholipides (voir prochaine partie)

B) Les Sphingolipides

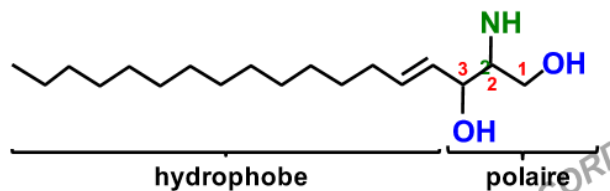
Les sphingolipides constituent 2 familles celle avec le phosphate (sphingophospholipides) et celle sans (glycolipides).

Définition : composants essentiels des **membranes biologiques**, au niveau des cellules nerveuses du cerveau car ces molécules participent à la propagation de l'influx nerveux.

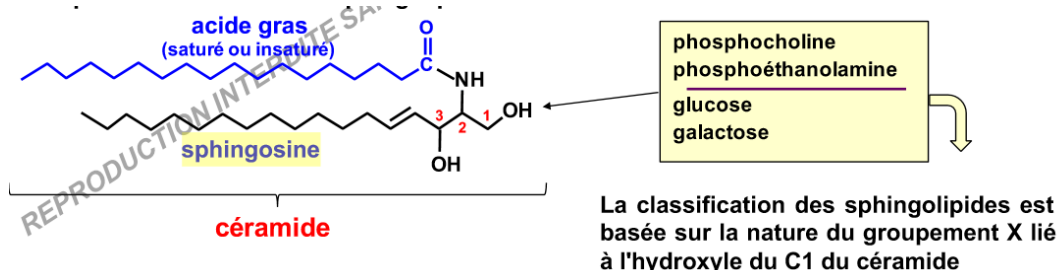
Formation : Squelette de base : **Sphingosine**

C'est une molécule **amphiphile** formée :

- Une chaîne **aliphatique de 16 à 18 C** insaturée + double liaison **trans entre C4/C5** (hydrophobe)
- 2 fonctions **alcool** en C1 et C3 (hydrophile) + fonction **amine** en C2



La fixation d'un AG sur le groupe amine de la sphingosine donne une **céramide**, qui est le précurseur de tous les sphingolipides.



Les sphingolipides sont classés selon la **nature du groupement -X** lié à l'hydroxyle du C1 de la céramide.

- **Phosphosphingolipides** : si fixation à une phosphocholine ou phosphoéthanolamine
- **Glycosphingolipides** : si liée à un glucose ou galactose

1. Phosphosphingolipides

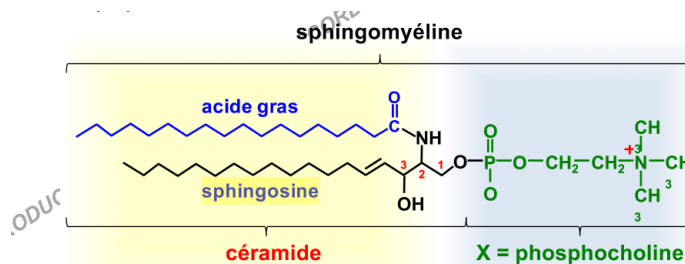
Exemple : La sphingomyéline

- Constituant majeur **des membranes des cellules** animales (surtout au niveau de la **myéline** du cerveau, neurones). Certaines de ces molécules sont impliquées dans la transduction de messages.

Exemple de **pathologie** lié à un dysfonctionnement de cette molécule : **la sclérose en plaque**

- Molécule **amphiphile** dont l'alcool primaire en C1 est estérifié par du **phosphocholine**

Structure : céramide et le OH de la sphingosine se lie à la phosphocholine par une liaison ester.



2. Glycolipides (= glycosphingolipides)

Définition : Ils ont une partie **carbohydre**. Ce sont des composants essentiels du **feuillet externe** des membranes plasmiques cellulaires, notamment dans **le tissu nerveux**.

Composition :

- **Alcool primaire** de la céramide en C1, lié par liaison **O-glycosidique** à un ou plusieurs **sucres** (glucose, galactose) constituant la tête **hydrophile**, en contact avec l'environnement extracellulaire

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente est interdite.

- Le nombre et le type de résidus osidiques déterminent la **nature du glycosphingolipide**

- **PAS de phosphate** dans ce type de molécule +++

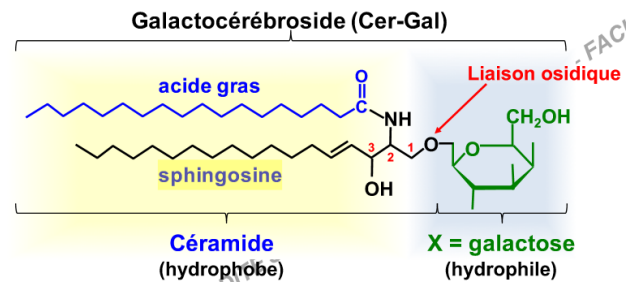
Principales fonctions :

- ❖ +++ interactions cellulaires, la croissance et le développement
- ❖ **Antigéniques** (ex : groupes sanguins)
- ❖ Récepteurs de surface pour des toxines / virus.

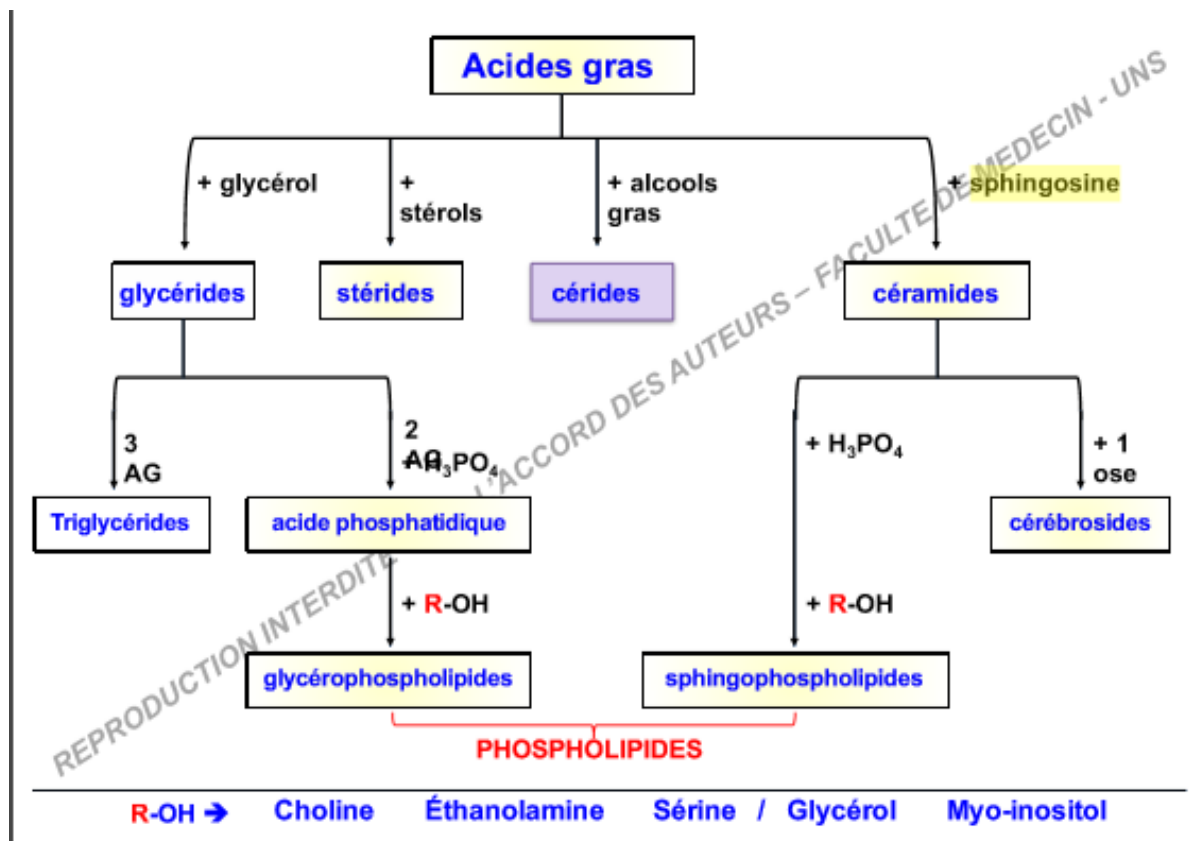
-> Exemple de glycosphingolipides : Les cérébrosides

- Si X = **galactose** → molécule impliquée dans les membranes plasmiques du **tissu neural**

- Si X = **glucose** → molécule impliquée dans les membranes plasmiques **AUTRES** que le tissu neural



A RETENIR



Hydrophobes	Hydrophiles
Triglycérides	AG
Stérides	Cholestérol
	Sphingolipides
	Phospholipides