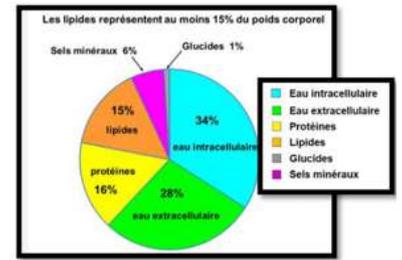


Les lipides

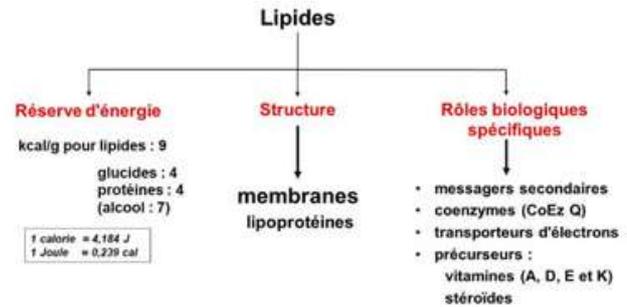
I - Introduction

Chez une personne normale les lipides représentent au **moins 15% du poids** corporel, mais en fonction du **degré d'adiposité** ce pourcentage peut varier



II - Fonctions

Les lipides possèdent une **large diversité** au niveau de leurs **structures** et de leurs **fonctions**



1 - Réserve d'énergie

Le stockage au niveau du tissu adipeux est **beaucoup moins limité que pour le stockage de carbohydrates (=sucre)**. Le tissu adipeux peut **augmenter son volume** et ainsi **stocker beaucoup de lipides**. Un **excès** de stockage peut néanmoins conduire à **l'obésité**.

Rappel : **1g de lipides** apporte **9kcal** alors qu'**un gramme de protéine ou de carbohydrates n'en apporte que 4**.

2 - Structure des membranes/lipidiques

Les lipides jouent un rôle crucial dans la **structure des membranes cellulaires** et des **substances circulantes** comme **les lipoprotéines**.

3 - Rôles biologiques spécifiques

Les lipides pourront agir comme des **messagers secondaires**, des **coenzymes** ou encore des **transporteurs d'électrons**. Également, ils serviront de **précurseurs à la synthèse de vitamines liposolubles A, D, E et K**, et les **stéroïdes**.

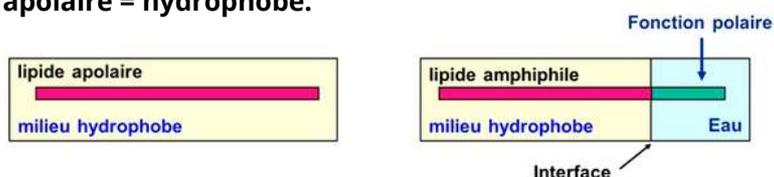
III - Généralités

Malgré leur diversité, on peut mettre en avant quelques généralités concernant les lipides :

- Les lipides forment un groupe **extrêmement hétérogène** de molécules **organiques** définies par leur caractère pouvant être **hydrophobe** ou **amphipatique/amphiphiles** (= une partie hydrophobe et une hydrophile).
- Ils sont principalement **constitués de Carbone, Hydrogène et Oxygène**.
- Les lipides sont **insolubles dans l'eau**, mais **solubles dans les solvants organiques** (acétone, éther, chloroforme)

Les lipides peuvent être :

- Complètement **APOLAIRES** (= lipide neutre), ayant uniquement une partie **hydrophobe**
- **BIPOLAIRES** → Ce sont des molécules **amphipatiques/amphiphiles** avec une **tête polaire en contact avec l'eau, liée à une chaîne fortement apolaire = hydrophobe**.



IV - Classification des lipides

Les lipides forment une famille **hétérogène de molécules**. On y trouve :

- Les **lipides Simples** (constitués de C, H et O)
- Les **lipides Complexes** constitués de C, H et O + de **Phosphore, N (azote), S (soufre), ou d'oses** :
 - Les **glycérophospholipides**
 - Les sphingolipides phosphatés : les **sphingophospholipides**
 - Les sphingolipides non phosphatés : les **glycosphingolipides**

Les lipides simples

Acides gras	Chaînes aliphatiques (=linéaire) saturées ou non
Stéroïdes	Molécule non-glycérides avec une structure polycyclique
Glycérides	Esters d' acides gras (saturés ou non) avec du glycérol comme alcool
Cérides	Esters d' acides gras avec un alcool « gras » (à longue chaîne) à la place du glycérol : molécule non-glycéride

I - Les acides gras

Les acides gras sont des **acides monocarboxyliques** R-COOH où R est une **chaîne aliphatique** :

- De longueur **variable, minimum 4 C**
- Plus **fréquemment** composé de **14 à 22 C**
- Responsable du **caractère hydrophobe** de la molécule

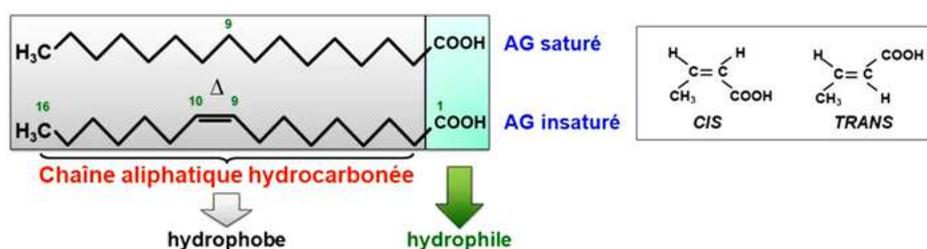
Chaîne aliphatique saturé : 0 double liaison

Chaîne aliphatique insaturé : double(s) liaison(s)

+++

La plupart des Acides gras naturels possèdent **plusieurs caractéristiques** :

- Ils sont **monocarboxyliques** : correspond à la partie **hydrophile**
- Possèdent une **chaîne aliphatique** avec en général un **nombre PAIR de carbones** : partie **hydrophobe**
- Selon la **longueur** de la **chaîne aliphatique**, les acides gras peuvent être **amphiphile** (chaîne courte) ou **hydrophobe** (chaîne longue)
- Possèdent une chaîne aliphatique **saturée** ou en **partie insaturée** avec un **maximum de 6 double liaisons**, le plus souvent en **configuration CIS** (Hydrogènes du même côté ; avec la configuration TRANS les atomes sont du côté opposé)
- Pour la nomination des acides gras, il existe deux nomenclatures : la dénomination dite **usuelle** et l'autre **officielle**



1 - Les acides gras saturés



- Courte < 6 C
- Moyenne de 6 à 12 C
- Longue 14 à 20 C
- Très longue 22 C <

Dénomination usuelle

C'est souvent le nom donné à l'AG dans le **contexte où il a été découvert**, et quelles sont ses **caractéristiques**

Acide palmitique → huile de palme

Dénomination officielle

Les acides gras **linéaires saturés** sont nommés :

- A partir de l'**alcane correspondant** (nombre de C) + suffixe **-oïque**
- Si il y a une ou + **double(s) liaison(s)**, on utilise le mot **alcène** et **non pas alcane**
- Il faut également préciser :
 - Le nombre de **C** de l'AG à partir du **carboxylate (COOH)** à droite, en C1
 - La présence ou non de **double(s) liaisons** et leur **nombre**
 - Si double liaison : préciser leur(s) **position(s)** et leur(s) configuration(s) (**CIS ou Trans**)

Acide hexadécanoïque

Donc ici vous avez l'**Acide palmitique** qui comporte **16 carbones**, molécule saturée, donc l'alcane correspondant sera l'**hexadécane**.

Ensuite il faut rajouter le **suffixe -oïque** et cela donne l'**acide hexadécanoïque**.

Les **acides gras ramifiés** sont **peu abondants chez les mammifères**



2 - Les acides gras insaturés (= présence de double liaison)

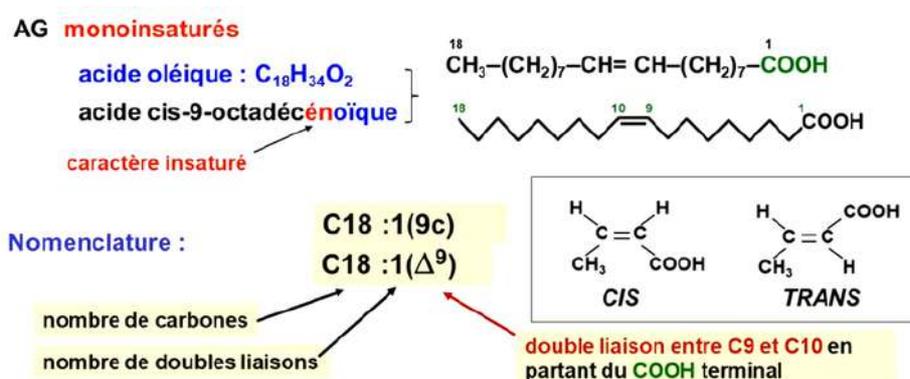
Ils sont de 2 types : les **AG monoinsaturés** (une seule double liaison) et **polyinsaturés** (plusieurs doubles liaisons). La nomenclature va permettre de préciser :

- La **longueur** de sa chaîne
- La fonction **carboxylique**
- Le **nombre et la position des doubles liaisons**
- La **stéréochimie** → **CIS en général**, ou **TRANS**

L'**acide oléique** (huile d'olives) est un **AG monoinsaturé**.

- Ici, on compte **18 C** donc sa chaîne **alcane** sera **octadécane**
- AG **insaturé** donc **alcène** : **octadécénoïque**
- On note donc la **position** de la double liaison (Carbone 9) ainsi que sa **configuration** (ici c'est **CIS**) qui permet de préciser le caractère **insaturé** de notre molécule
- On a tous nos éléments pour nommer notre AG qui se nomme :

Acide CIS-9-octadécénoïque (écrit en abrégé **C19:1(9c)** ou **C18:1(Δ⁹)**)



3 - Les acides gras polyinsaturés (AGPI)

Chez les **mammifères**, les doubles liaisons sont **TOUJOURS en position MALONIQUE**, c'est-à-dire qu'il y a toujours **3 carbones entre 2 doubles liaisons** et celles-ci sont toujours de **stéréoisomérisme CIS** (structure de l'acide malonique en haut à gauche de la diapo)

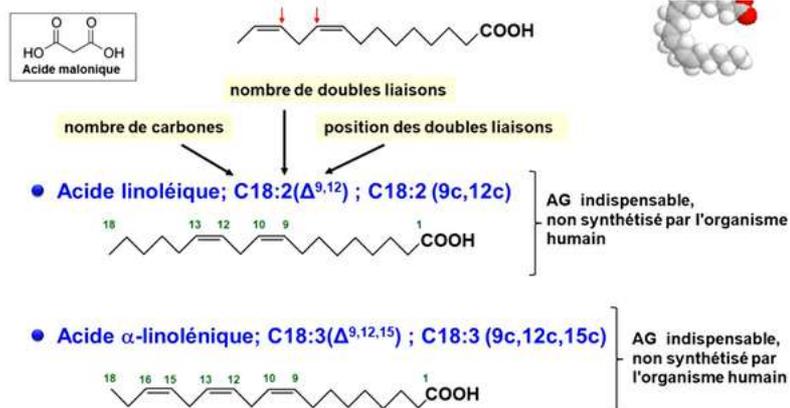
Le prof nous montre deux exemples d'AGPI :

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

- **18 C**
- **Doubles liaisons : C9 et C12**
- Donne en **abrégé C18:2Δ9,12** ou encore **C18:2(9c,12c)**

2- L'acide Alpha-linolénique : C'est aussi un **AG indispensable/essentiel**

- **18 C**
- Une double liaison **de plus** : en **C15**
- Peut s'écrire **C18:3Δ9,12,15** ou **C18:3(9c,12c,15c)**



Il existe également une autre nomenclature couramment utilisé pour nommer les **AG poly-insaturés** (notamment monde médical et nutritionniste):

La Nomenclature ω (Omega)

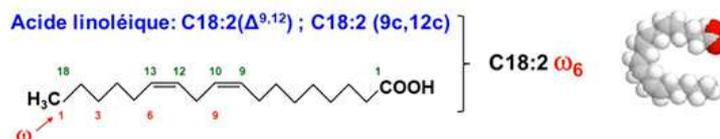
Cette nomenclature fait l'inverse : elle numérote les carbones à **partir du méthyl (-CH3) terminal** avec une **lecture vers le carboxylate**

On exprime **ωx** où x est le numéro du carbone qui positionne **la 1ère insaturation** en partant du groupement methyl (CH3) terminal

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

Les Oméga 6 :

Acide linoléique : 18 C avec 1^{ère} double liaison sur **C6 (C₁₃-C₁₂)** et la 2^{ème} 3 C plus loin sur **C9 (C₁₀-C₉)** → **C18:2 ω₆**



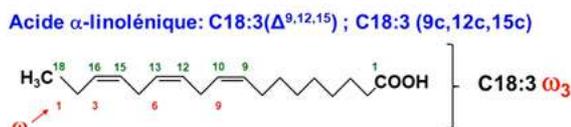
Acide Linoléique
C18:2 (delta 19,12)

Apporté uniquement par l'**alimentation** : **AG indispensable. Omega 6** car la **1ère double liaison est sur le C6**

Acide Arachidonique
C20:4 (delta 5,8,11,14)

Il peut être synthétisé à **partir de l'acide a-linolénique** par élongation de **2C** : **AG non indispensable**

Acide α-linolénique : 18 C avec 1^{ère} double liaison sur **C3 (C₁₆-C₁₅)**, la 2^{ème} 3 C plus loin sur **C6 (C₁₃-C₁₂)**, et la 3^{ème} 3 C plus loin sur **C9 (C₁₀-C₉)** → **C18:3 ω₃**



Les Omega 3 :

Acide a-Linolénique
C18:3 (Delta 9,12,15)

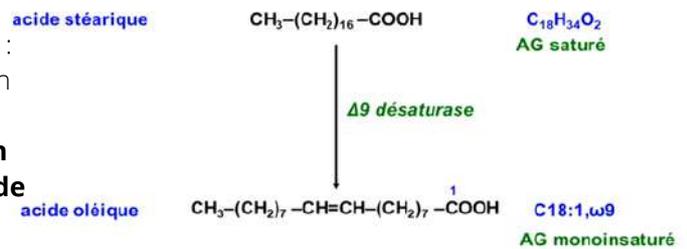
Apporté uniquement par l'**alimentation** : **AG indispensable**

Acide Eicosapentaénoïque (EPA)
C20:5 (delta 5,8,11,14,17)

Il peut être synthétisé à **partir de l'acide linoléique** par élongation de **2C** : **AG non indispensable**

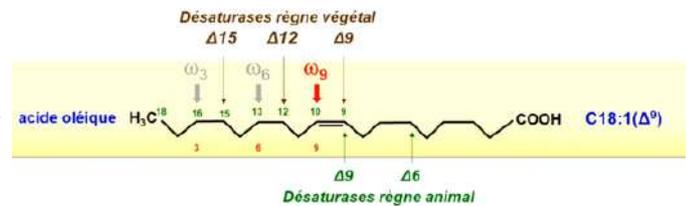
Mais pourquoi certains acides gras sont-ils indispensables ?

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



AGPI indispensables / non indispensables

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



Mais au cours de leur évolution, les mammifères ont perdu les enzymes responsables des désaturations au-delà de C9. Les **$\Delta 12$ désaturase et $\Delta 15$ désaturase ne sont plus synthétisées par l'Homme**. C'est pour cela que l'**acide α -linoléique** et l'**acide linoléique** sont des acides gras **indispensable** et qu'ils ne peuvent pas être synthétisés.

Nous pouvons donc fabriquer des $\omega 9$ mais pas des $\omega 3$ et $\omega 6$.

NB : L'ordre d'intervention des désaturases est régulé. La $\Delta 15$ ne peut agir qu'après les actions successives de la $\Delta 9$ désaturase puis de la $\Delta 12$ désaturase !

II - Les stérols et stéroïdes

1 - Différentes classifications

- 1e classification **CLASSIQUE** (qu'on utilisera dans ce cours, favorisée en médecine) ou les stérols comprennent :

➔ **Stérols**

➔ **Stérides** (ester d'AG et stérol)

➔ **Hormones stéroïdiennes** : œstrogène (femme), androgènes (homme), minéralocorticoïdes (régulent le métabolisme des minéraux et des sels), glucocorticoïdes (régulent le métabolisme).

➔ **Stéroïdes conjugués** (à la glycine ou à la taurine)

➔ **Acides biliaires**

➔ **Sécostéroïdes** (Vitamine D)

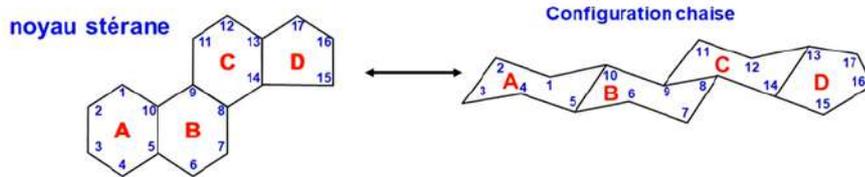
- 2ème classification d'**UNION INTERNATION DE CHIMIE** : TOUS les lipides ayant un **noyau stérane** ou **dérivant** de celui-ci sont des stéroïdes

2 - Les stérols et stérides

Stérols = Composés amphiphiles polycycliques, ils sont en général **hydrophobes** mais certains sont **amphiphiles**. Leur structure de base est le **noyau STÉRANE** (hydrophobe) qui résulte de la **condensation de 4 cycles** :
3 cyclohexanes (A, B, C) + 1 cyclopentane (D) → cela forme une structure **RIGIDE de 17C** au total.

Deux représentations différentes, celle de droite est dite "**en chaise**"

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



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

- La présence d'un ou plusieurs hydroxyles (un sur C3 pour le cholestérol)
- La présence ou non de double(s) liaison(s) au niveau des cycles A et / ou B
- La ramification aliphatique ($\neq \text{CH}_3$) positionnée sur C17 (cycle D)
- La présence ou non de double(s) liaison(s) niveau de la ramification aliphatique

Stérols/stérides Acides et sels biliaires Stéroïdes hormonaux

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

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

3 - Les dérivés des stérols

CHOLESTEROL

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

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

✓ Présent dans les **structures membranaires** en association avec des **lipides**

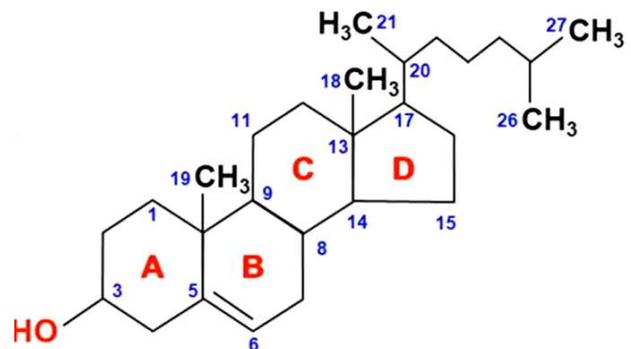
✓ Le précurseur de nombreux **dérivés stéroïdes**, d'**hormones sexuelles**, d'**hormones corticosurréaliennes** et de la **vitamine D**

Structure :

27 carbones en tout

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

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



4 - Les molécules dérivées du cholestérol

LES ACIDES ET SELS BILIAIRES

Les **acides biliaires** sont **synthétisés par le foie** puis **stockés** au niveau de la **vésicule biliaire**. Lors du processus de digestion, cette **bile** va être **relarguée par les voies biliaires dans le duodénum** (première partie de l'intestin grêle)

Ces Acides biliaires possèdent **deux fonctions importantes** :

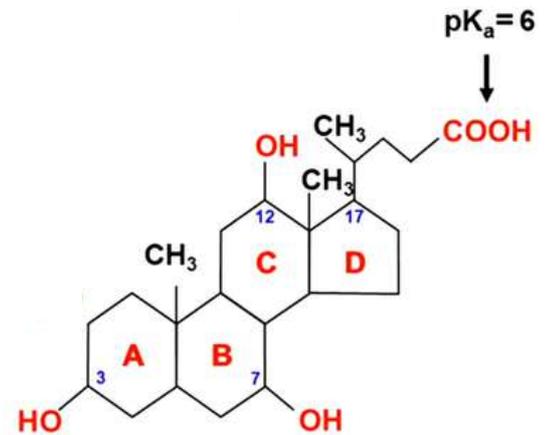
→ Permettent l'**émulsification des lipides**, cela permet de **favoriser l'action de la lipase pancréatique** au niveau de nos lipides afin de **favoriser la digestion** des lipides. Ils agissent comme des **détergents**

→ Participent à l'**élimination du cholestérol**

Exemple : L'acide Cholique (AC) (à droite) et l'Acide ChénodésoxyCholique (ACDC)

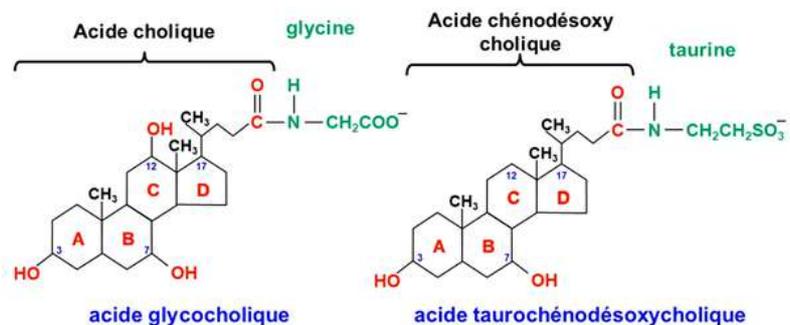
Ils dérivent du CHOLESTÉROL par :

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



Ils peuvent être **libres ou conjugués** :

Avant de quitter le foie, une grande partie des **acides biliaires sont conjugués** (=attachés) à 2 acides aminés : **la GLYCINE ou la TAURINE** (AA qui dérive du métabolisme de la Cystéine). De plus, la **taurine est moins utilisée** et on dit que pour **3 glycines** utilisées, on a utilisé **qu'une seule molécule de taurine**. A partir de ce moment, on appelle ces molécules des **sels biliaires**.



Sels biliaires = acides biliaires conjugués

Ici vous voyez une **glycine** qui est conjuguée avec l'**acide cholique** qui forme l'**acide glycocholique** et à droite, la **taurine** qui est conjuguée à l'**ACDC**. La réciproque est possible (une glycine peut se conjuguer avec un ACDC et une taurine peut se conjuguer avec un acide cholique)

Les conséquences de cette conjugaison sont importantes :

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

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

LES HORMONES STÉROÏDIENNES

On regroupe les **hormones** :

> Celles sécrétées par les **glandes sexuelles + placenta** :

- **Androgènes** (masculine)
- **Œstrogène et progestagène** (féminine)

> Celles sécrétées par les glandes **corticosurrénales** (action anti-inflammatoire)

- **Minéralocorticoïdes** qui sont très importants dans l'**équilibre minéral**.
- **Glucocorticoïdes** jouant un rôle dans le **métabolisme** des lipides, protéines et glucides + actions **anti-inflammatoires**

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

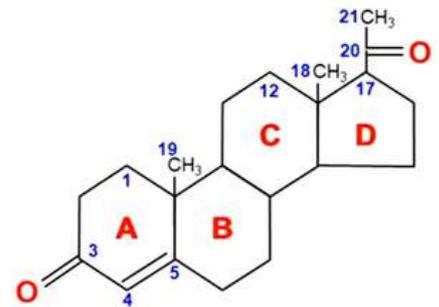
Exemple : La progestérone

A partir du cholestérol, on a :

- ✓ La présence d'un **carbonyle en C3 sur le cycle A**
- ✓ La présence d'une **double liaison entre C4 et C5 du cycle A**

conjuguée avec le **Carbonyle** (mésomérie)

- ✓ **Réduction double liaison** au niveau de **C5-C6 cycle A/B**
- ✓ **Raccourcissement de la ramification à C21**
- ✓ Présence d'un **carbonyle au niveau de la ramification aliphatique**



III - Les triglycérides ou triacylglycérol

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

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

Leur formation se fait de façon **séquentielle** :

- 1- Le 1er AG peut se mettre en position 1, 2 ou 3) → donne un 1 ou 2 ou 3-monoacylglycérol
- 2- Le 2ème AG se met → donne 1,2 ou 1,3 ou 2,3 diacylglycérol
- 3- Le 3ème AG se met → donne un Triacylglycérol (=TG)

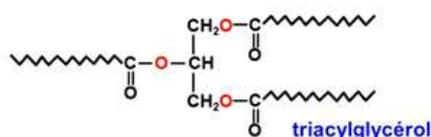
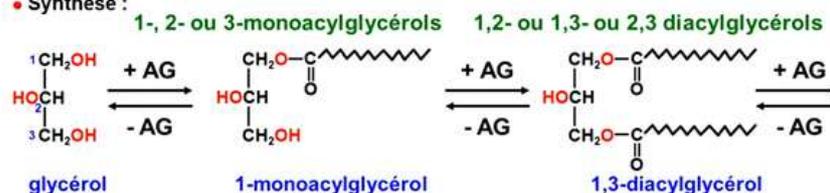
Les TG peuvent être :

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

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

Les triglycérides/triacylglycérols (TG)

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



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

Les lipides complexes

I - Classification

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

Il y a **3 grands groupes** :

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

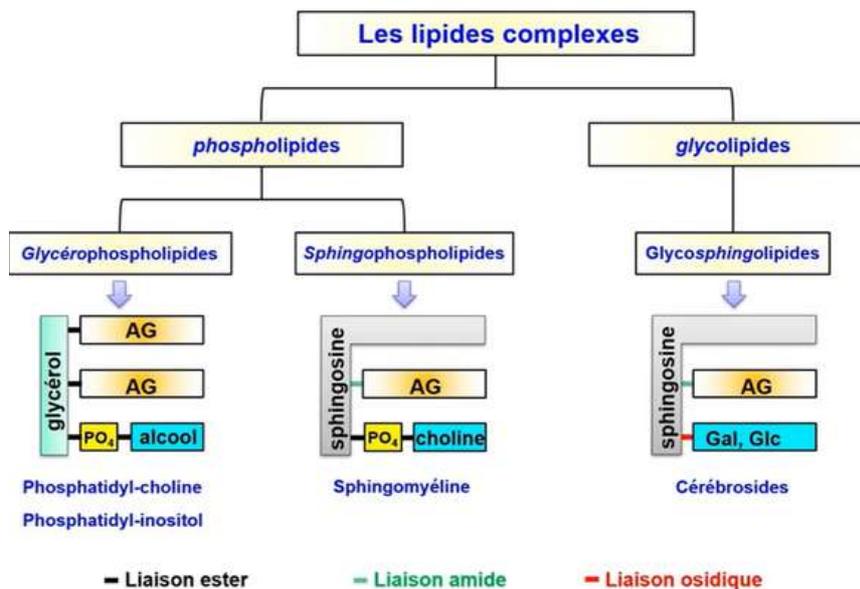
On classe ces groupes en **2 grandes familles** selon la présence du **groupement Phosphate** :

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

- ✓ Les glycérophospholipides : alcool glycérol
- ✓ Les Sphingolipides phosphorylés / sphingophospholipides : alcool sphingosine

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

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



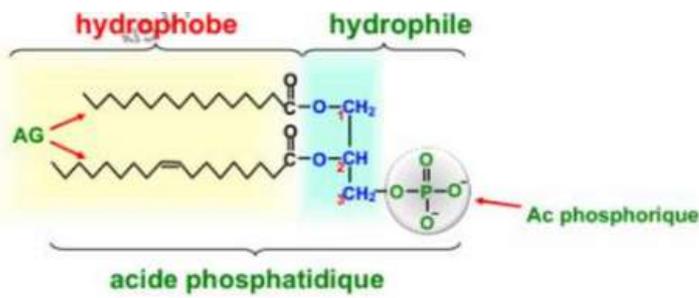
II - Les Phospholipides

1 - Les glycérophospholipides

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

Exemples : phosphatidylcholine et phosphatidylinositol

Ils ont un **rôle très important biologiquement** pour la **structure** et la **fonction** de la cellule puisqu'ils sont les **constituants majeurs des membranes** biologiques, et des médiateurs de la signalisation cellulaire
Ils dérivent tous d'un précurseur biosynthétique : l'**ACIDE PHOSPHATIDIQUE**



Cet acide est composé d'un **Glycérol estérifié** par :

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

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

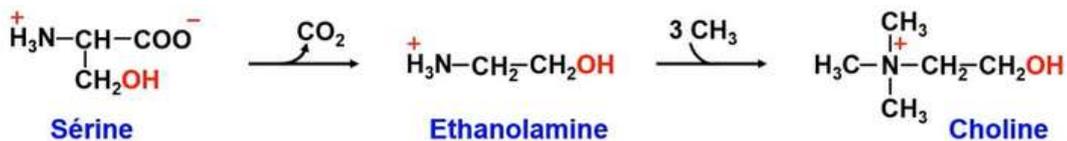
La structure des **glycérophospholipides** est **plus complexe** car **une des fonction OH de l'acide phosphorique** peut être **estérifiée** par différent type de **molécule X** qui peut être :

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



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

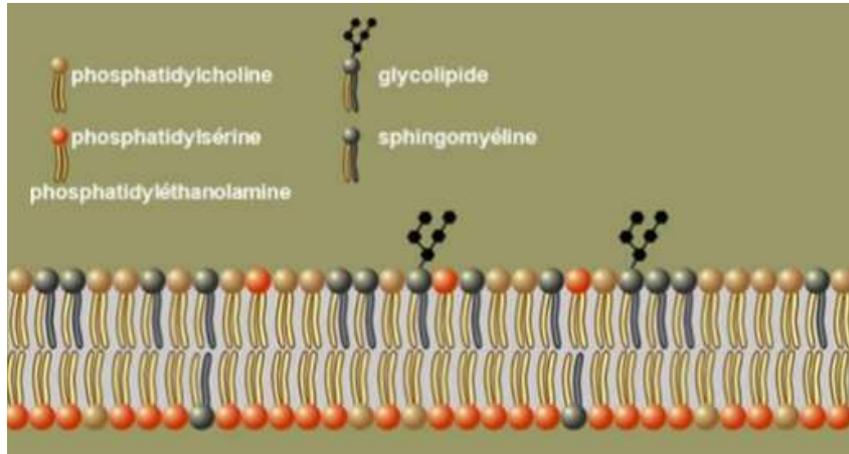
NB : Ces 3 molécules ont des rôles très différents



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

X = alcools aminés (ionisés à pH=7,4)			X = polyols sans azote	
$-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^-$ NH_3^+	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+$	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2$	$-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$	
Sérine → Phosphatidine sérine	Ethanolamine → Phosphatidyl- éthanolamine	Choline → Phosphatidyl- choline	Glycérol → Phosphatidyl-glycérol	Myo-inositol → Phosphatidyl-inositol Molécules de signalisation : 2nd messenger

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



2- Les sphingophospholipides

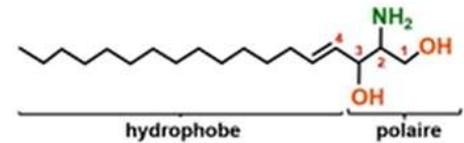
- Ils contiennent une **sphingosine comme alcool**, un seul **acide gras**, et un **phosphate** lié à une **choline**.
- Ce sont des **composants essentiels des membranes biologiques**, notamment dans les **cellules nerveuses** dans le **système nerveux central (SNC)**.

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

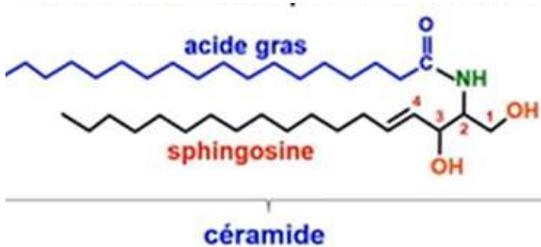
- Dérivé de la **céramide** qui contient l'alcool **sphingosine**

Structure de la sphingosine :

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



CERAMIDE = SPHINGOSINE + AG (en C2)



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

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

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

En fonction du groupement qui va **s'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)**

phosphocholine phosphoéthanolamine	⇒	sphingo- phospholipides
glucose galactose	⇒	glycosphingo- lipides

Exemple : la **Sphingomyéline**

Constituant **majeur des membranes** des cellules animales en particulier dans les gaines de **myéline** du cerveau. Cette myéline à une fonction isolante électrique et permet à la gaine de fonctionner. Elle est extrêmement importante

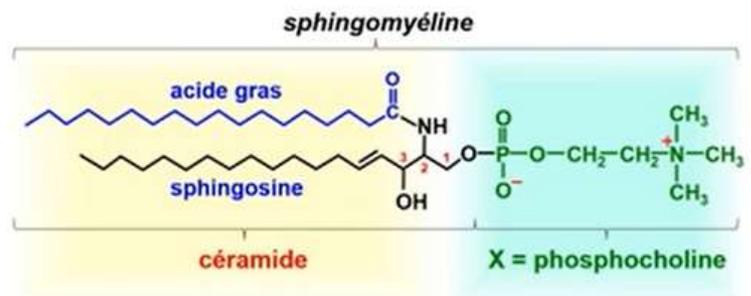
Certaines d'entre elles sont donc impliquées dans la **transduction du message nerveux**

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

Comme les autres sphingophospholipides, **la sphingomyéline est amphiphile**

Structure :

- **Céramide** (AG en C2 + une Sphingosine)
- Une **Phosphocholine** lié au **-OH en C1**
→ Molécule **amphiphile**



III - Les Glycosphingolipides

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

Structure :

- Partie lipidique :

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

- Partie glucidique :

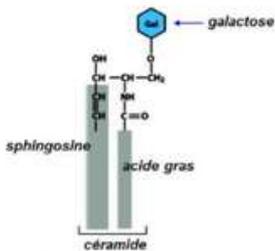
Les mêmes oses que ceux des **glycoprotéines** avec fréquemment du **glucose**, du **galactose**, **N-acétylhexosamines**, **NANA**... Le **nombre et le type** de résidus **osidiques** déterminent la nature du **glycosphingolipide**

Les glycolipides & tant amphiphiles ont leurs **chaînes glycosidique orientée 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**

Galactocérébroside (présent dans myéline)

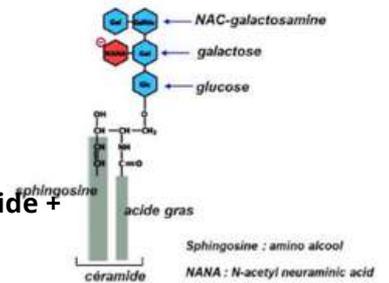


Cérébrosides:

Cérébroside :

- Structure la + **simple** : **céramide + galactose** (en général)
- *molécule neutre (=pas chargée)*
- très présent dans la myéline du **SNC/SNP**

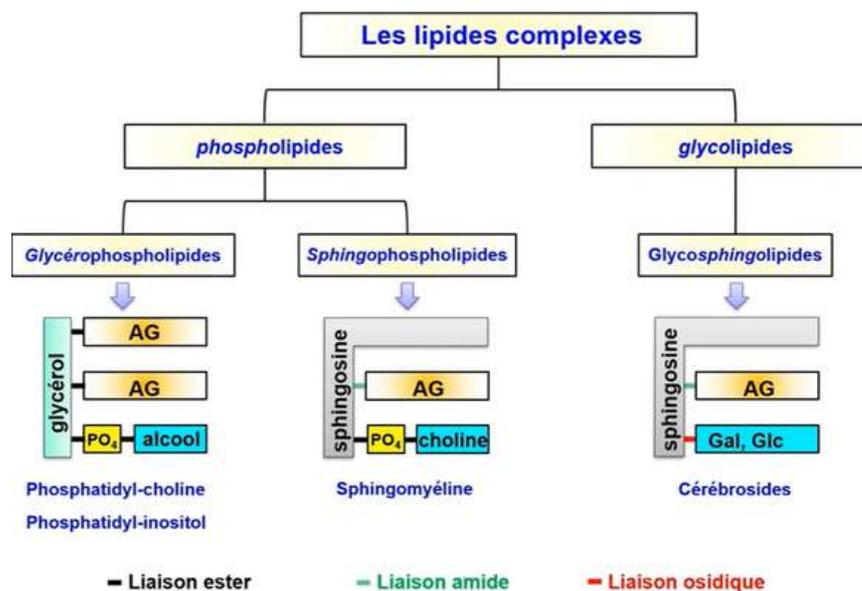
Ganglioside GM1 (membranes cellules SNC/SNP)



Ganglioside :

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

Schéma récap +++



QCM du prof (an dernier)

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

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

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

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

Encore une fois version mise à jour sur les nouvelles vidéos

Essayez de bien comprendre qui donne quoi, surtout la partie sur les complexes, regardez bien le schéma récap il est +++, il m'avait bien débloqué.

Je sais que les mots sont barbares mais à force de les voir ça paraît de plus en plus limpide et les mots vous deviennent familier (oui je vous promets)

Force à vous, continuez de tout donner vous êtes forts

Des bisous <3

Correction :

QCM 1 : BD

QCM 2 : AB

