

LES LIPIDES





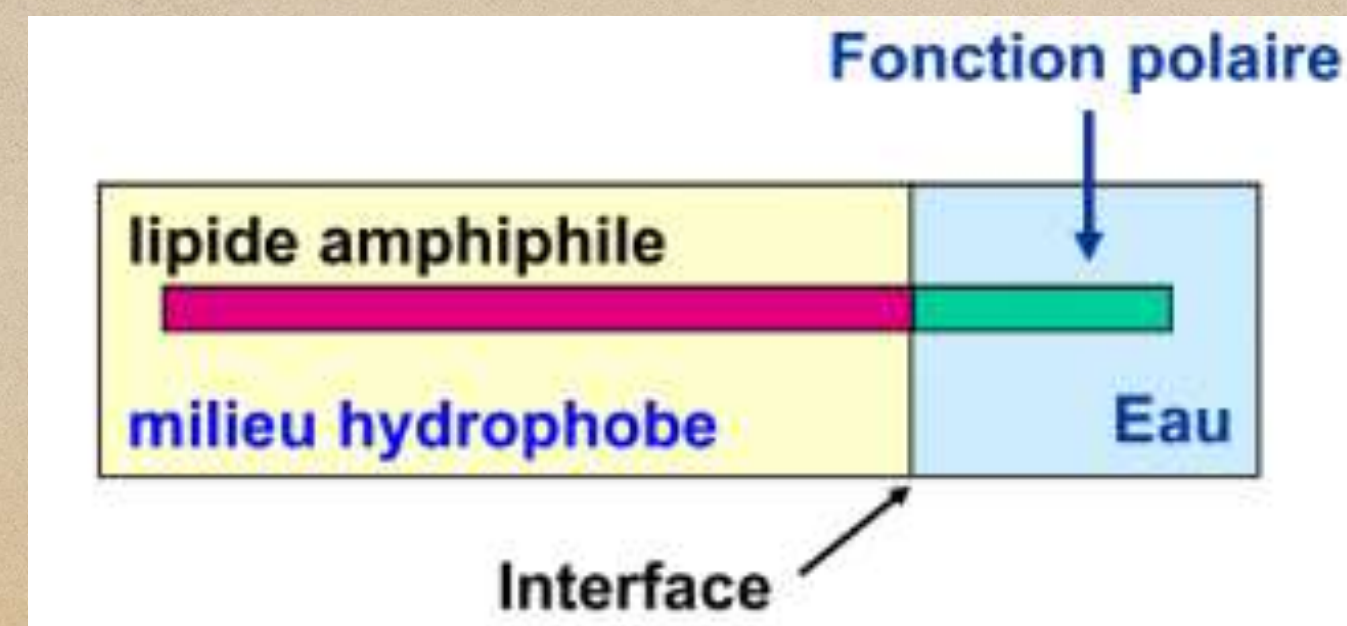
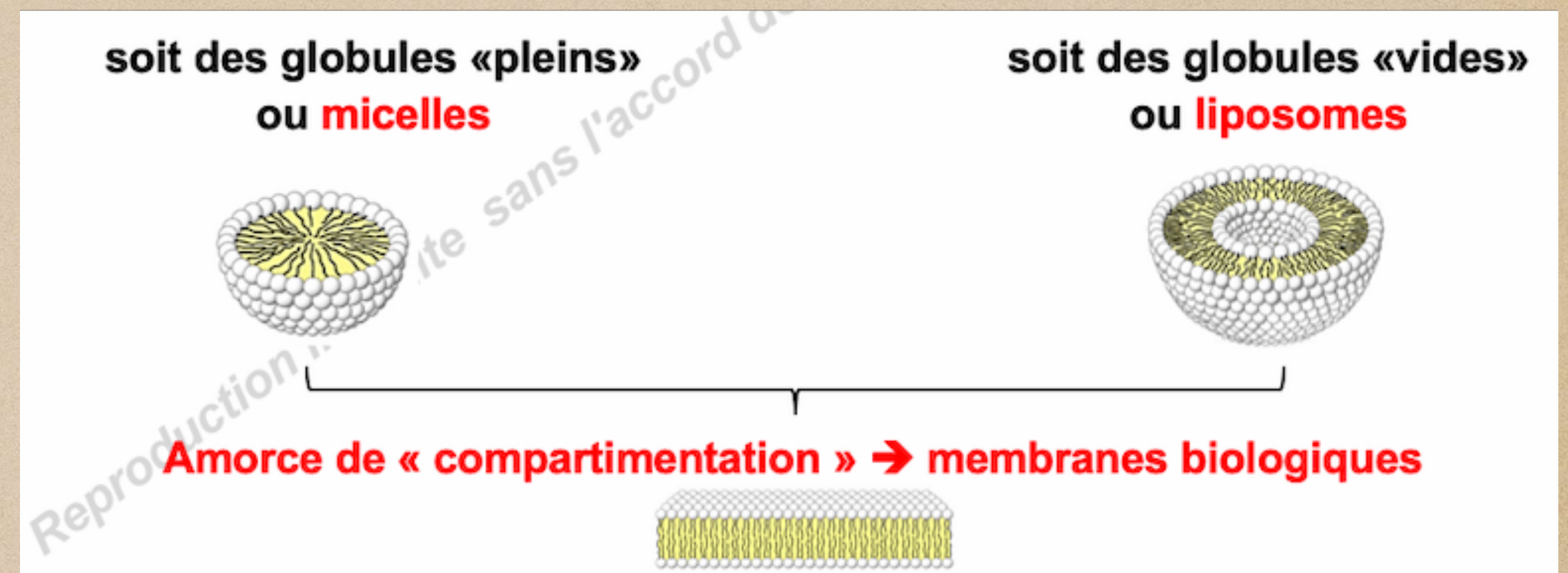
INTRO



DEF: lipides qui représentent au moins 15% du poids corporel, forment un groupe très hétérogène de molécules organiques ayant un caractère hydrophobe (ou amphiphatique = amphiphile) principalement constituées de C, H et O.

Dans la nature on retrouve 2 types de lipides:

1. Complètement apolaires = lipide neutre, complètement hydrophobe
2. bipolaire = molécule amphiphile ou amphipatique avec une tête polaire, en contact avec l'eau, liée à une chaîne fortement apolaire (hydrophobe).



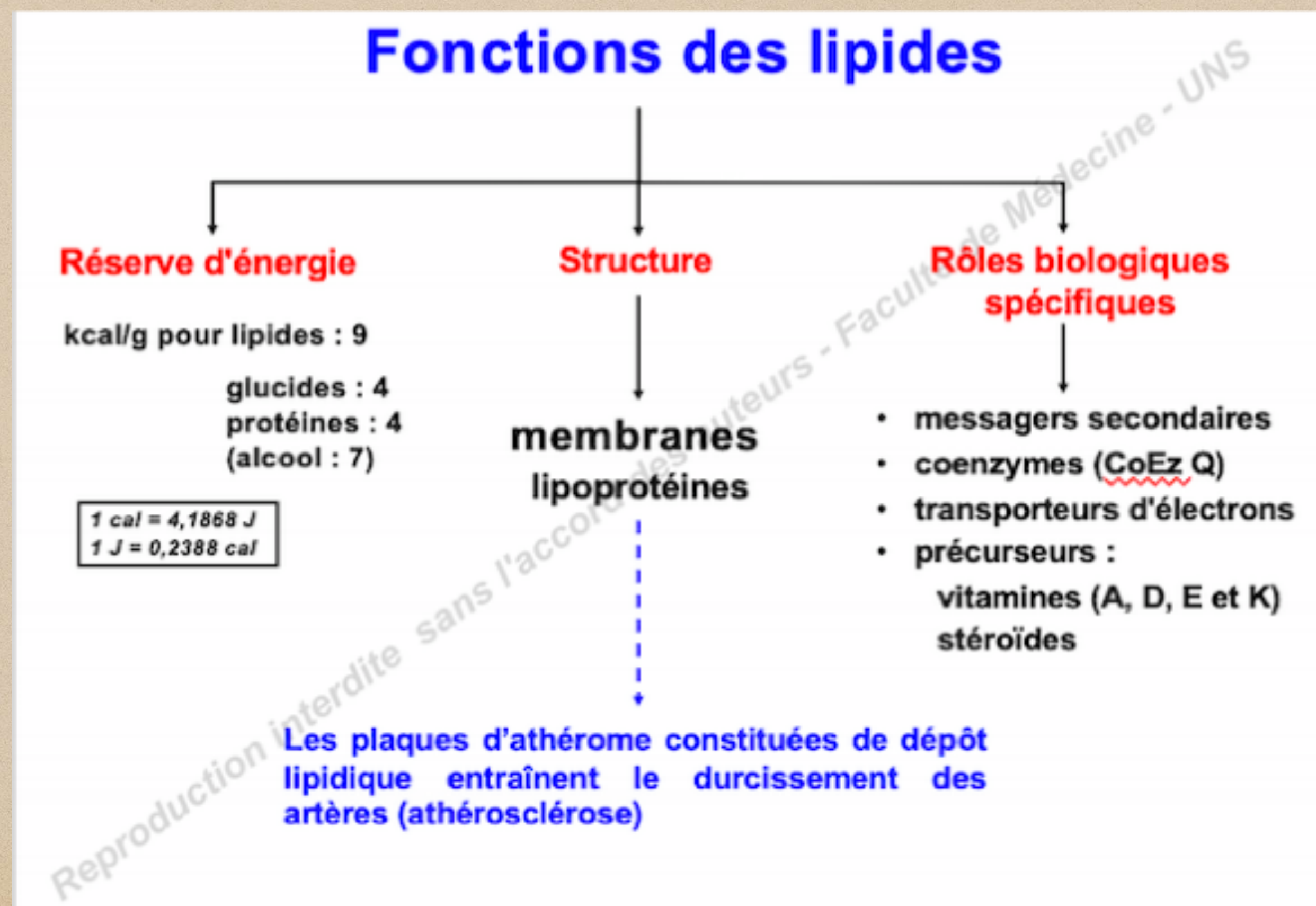
« Il faut tant et tant de larmes pour avoir le droit d'aimer »

FONCTION DES LIPIDES

Les lipides constituent la principale réserve d'énergie de l'organisme ++



« Je ne me vois plus comme une rappeuse. Je me vois comme un rappeur. »



CLASSIFICATIONS DES LIPIDES

On a deux types de lipides:



LIPIDES SIMPLES Constitué de C, H et O, peuvent être sous forme de:

Acides gras (AG) chaînes aliphatiques saturées (sans doubles liaisons) **ou non saturées** (avec doubles liaisons)

Glycerides: esters d'acides gras (saturés ou non) et d'alcool=glycérol

Cérides: ester d'acides gras et alcools gras (à longue chaîne) ; non glycéridés

Stéroïdes: non glycérides polycycliques

LIPIDES COMPLEXES Constitué de C, H, O, N, P, S peuvent être sous forme de:

Glycerophospholipides:

Sphingophospholipides = Sphingolipides phosphaté

Sphingolipides non phosphatés = Glycosphingolipides

« Le seul véritable échec, c'est de trahir nos aspirations, nos rêves, et de ne pas être fidèle à ce que nous croyons au plus profond de nous-mêmes. »

CROYEZ EN VOUS !!

Esterification des AG par l'alcool (Les 3 alcools qui vont suivre estérifient les AG donnant ces différents résultats):

Glycérol : alcool à 3 carbones, c'est l'estérifiant principal des AG, l'ensemble forme des : acylglycérides (acylglycérols)

Alcool gras : chaîne très longue, qui donne les cérides

- Stérol : forme les stérides



Classification des lipides

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
lipides complexes	eicosanoïdes	prostaglandines leucotriènes	dérivés d'oxydation d'AG poly-insaturés à 20 C (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



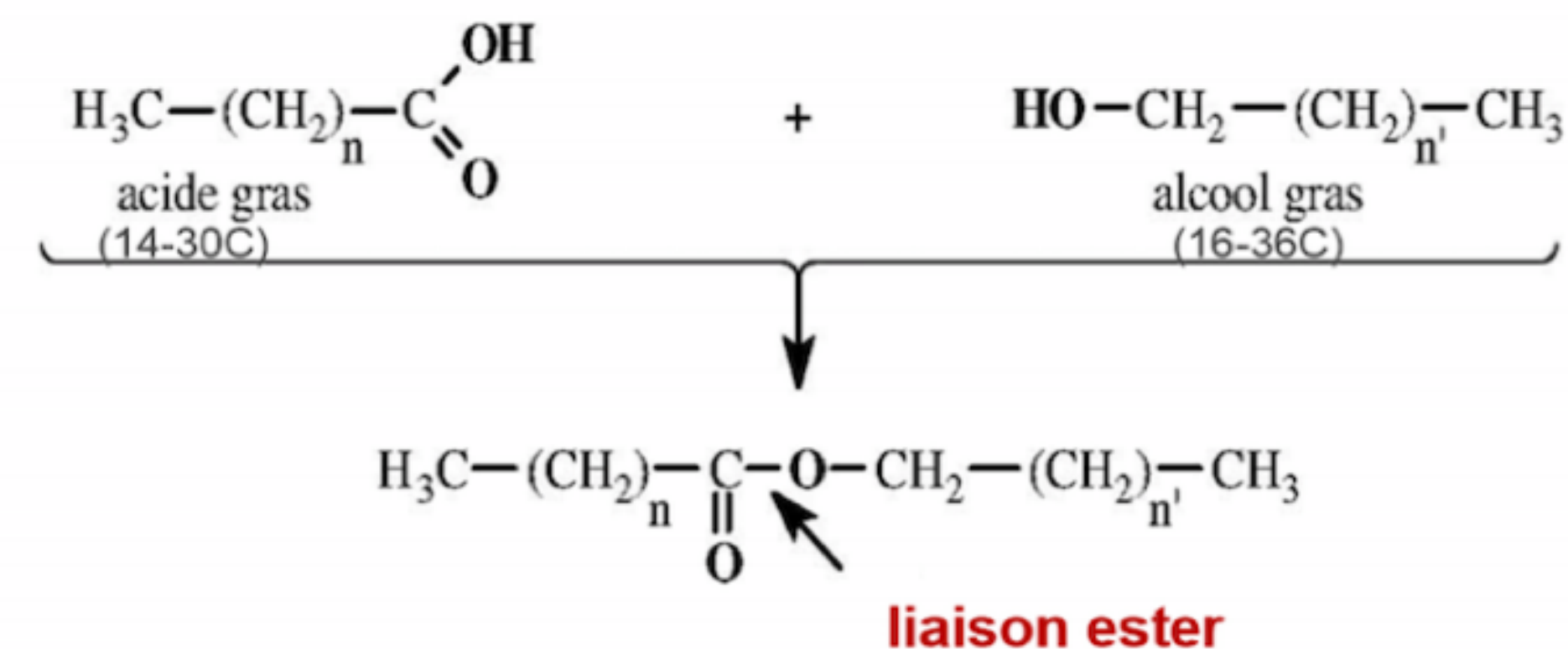
« Au final, tout se terminera bien, si cela ne va pas bien, alors c'est que la fin n'est pas encore arrivée. »



LES CERIDES



DEF: un AG est **attaché** à un alcool gras (autre que le glycerol) extrêmement **long** (structure linéaire entre 14 et 38C). Ce sont donc de grosses molécules reliées par une **liaison ester**. Ils peuvent être saturés ou non saturés.
Il s'agit **Principalement** d'alcools **primaires**, **saturés** (= sans doubles liaisons), **non ramifiés**.



Propriétés physiques des cérides :

- Très **apolaire** et **hydrophobe**++
- **Solide** à température ambiante
- Température de fusion très élevée.

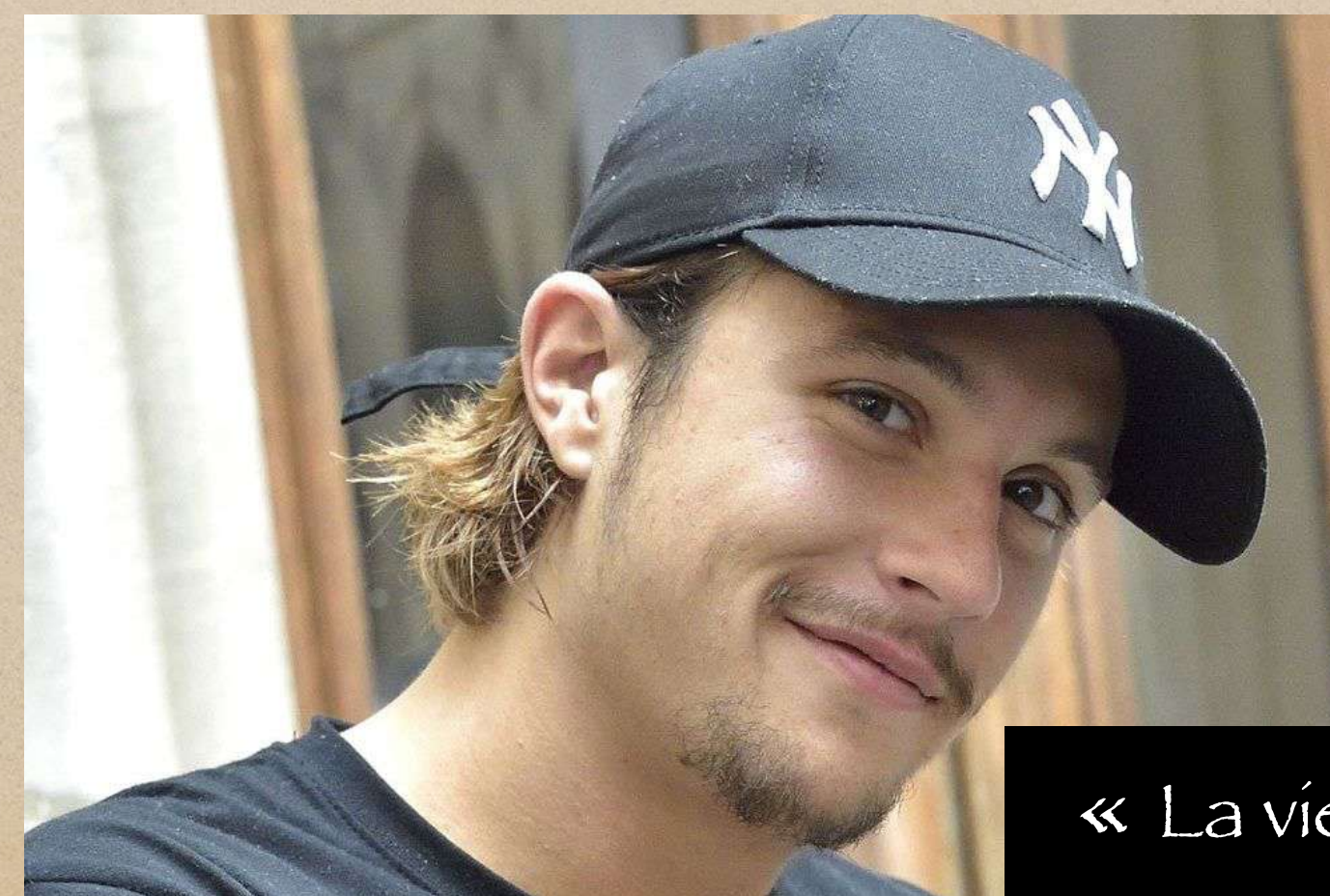
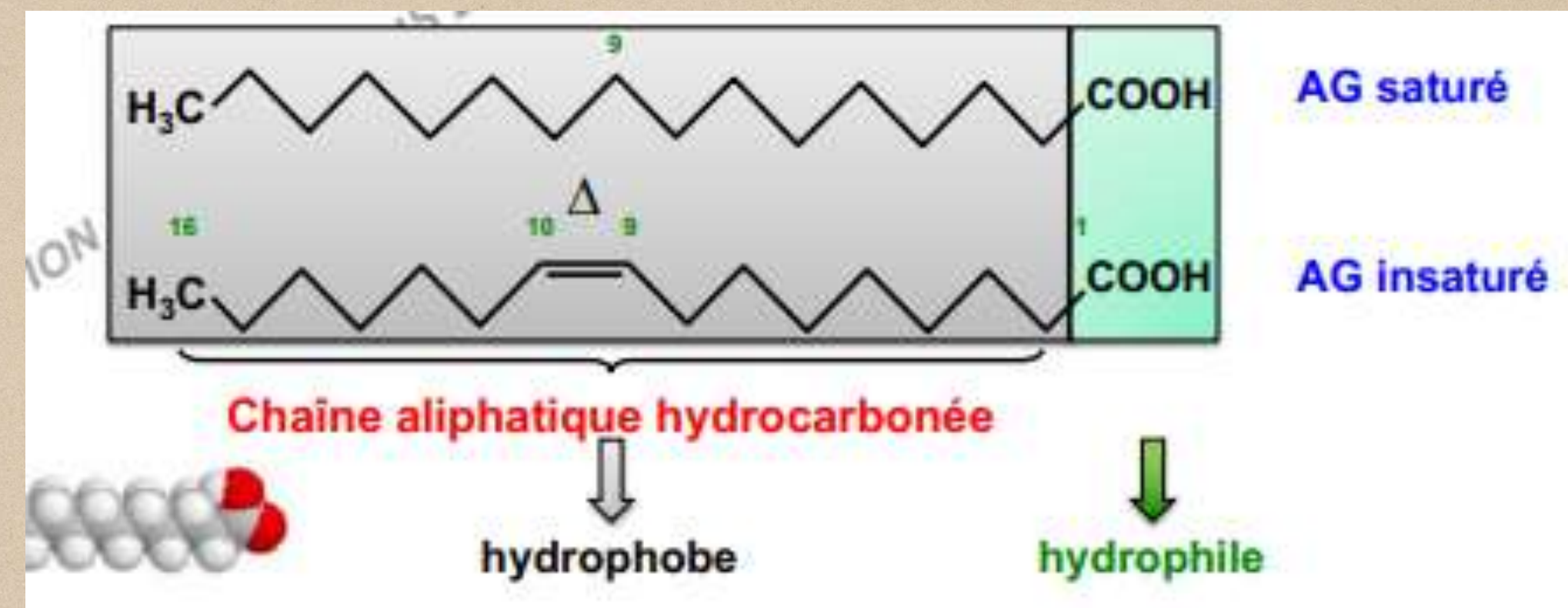
Louis Tomlinson « J'aime les filles qui mangent des carottes. »

Ouï il a vrmt dis ça

LES ACIDES GRAS

A. DEF:

- structures monocarboxyliques $R\text{-COOH}$.
- le radical R est une chaîne aliphatique de longueur variable d'au moins 4C, la plupart du temps entre 14 et 22C
- Le radical R est responsable du caractère hydrophobe et Le COOH donne l'aspect hydrophile à la molécule
- Possèdent une chaîne aliphatique ayant un nombre pair de carbones (\Rightarrow l'élongation des AG se fait par l'ajout de structures qui contiennent 2 carbones)
- Ont une chaîne aliphatique saturée (pas de double liaison) ou en partie insaturée (présente des doubles liaisons) avec un nombre maximum de 6 doubles liaisons +++



« La vie m'a fait connaître des putains d'braves avec des têtes de lossbar »

Nomenclature des AG

Dénomination Usuelle:

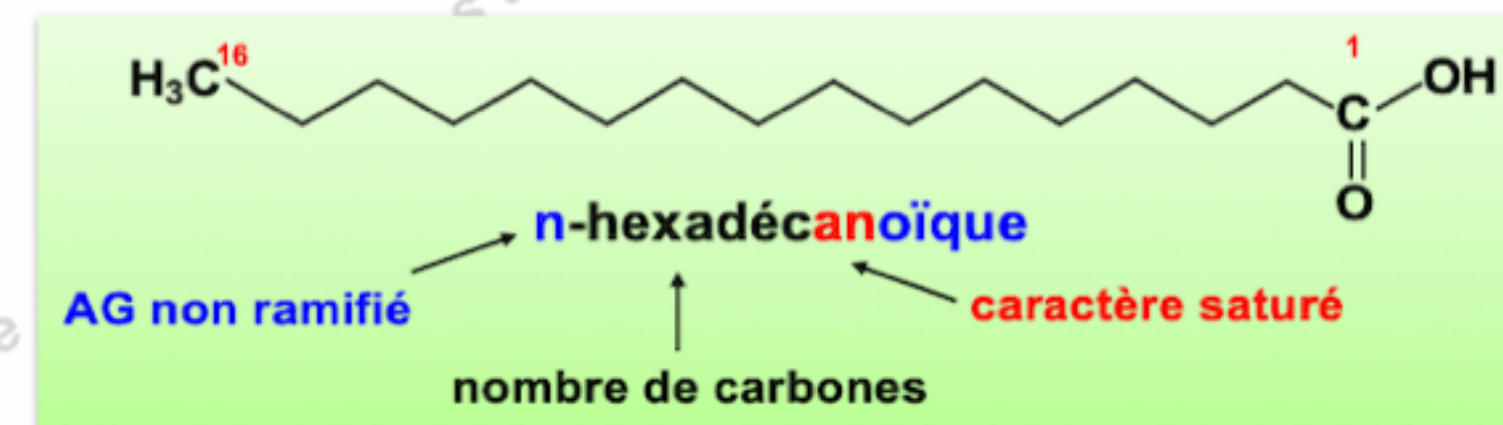
La dénomination usuelle correspond au **nom** donné à l'acide gras à la suite du contexte dans lequel il a été découvert.

Ex ++ : l'acide hexadécanoïque est nommé acide palmitique (retrouvé dans l'huile de palme)

Dénomination Officielle:

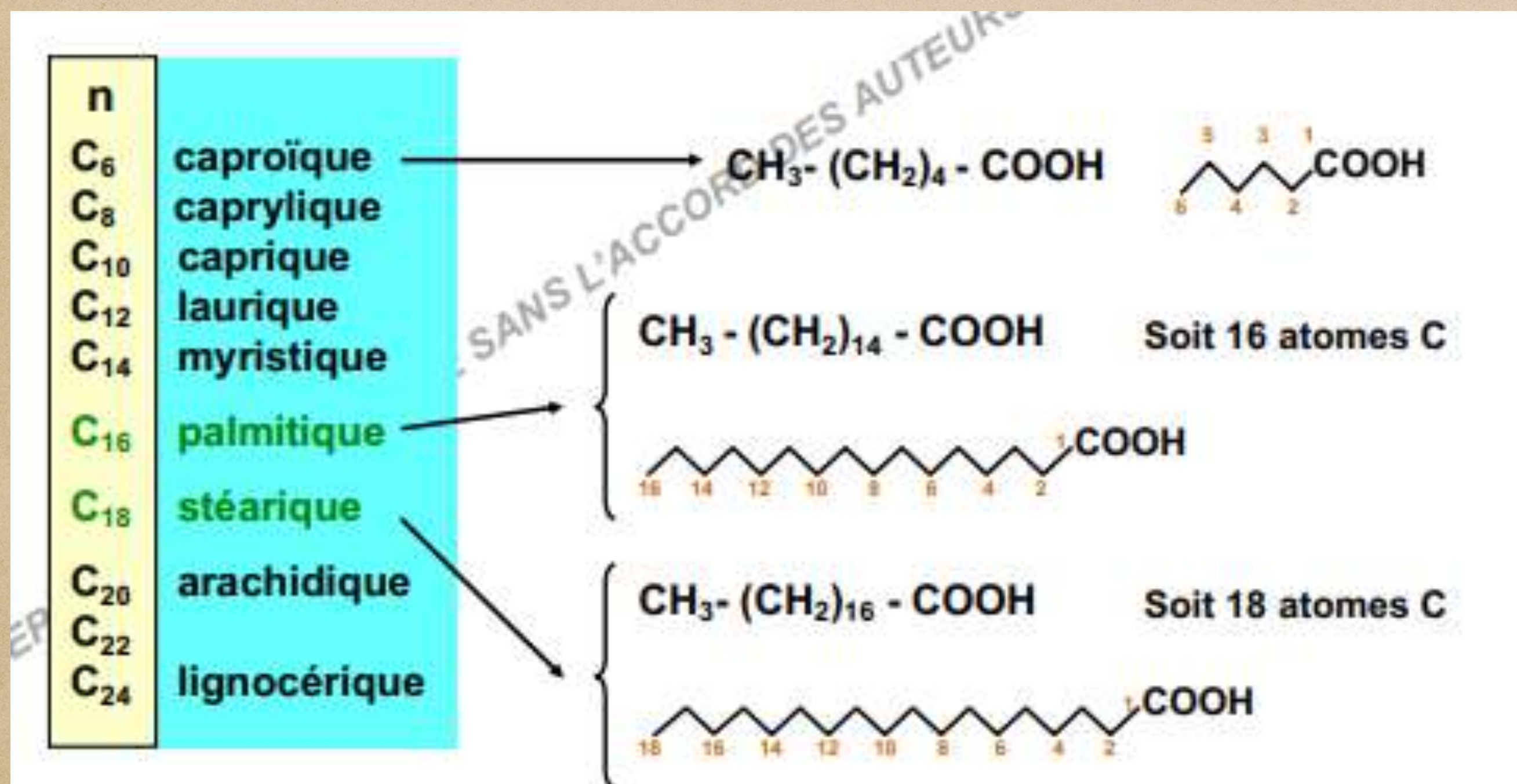
Les AG linéaires saturés sont **nommés** à partir de l'alcane correspondant (qui a le même nombre de C) auquel on ajoute le suffixe **-oïque**. hexadécanoïque pour l'acide palmitique ++

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



« Vous pouvez être tout ce que vous voulez être, il suffit de vous transformer en tout ce que vous pensez que vous pourriez être. »

LES AG SATURES



AG à chaîne **courte** -> jusqu'à 6 carbones

AG à chaîne **moyenne** -> entre 8 et 12C

AG à chaîne **longue** -> entre 14 et 20C

AG à chaîne **très longue** > + de 22C

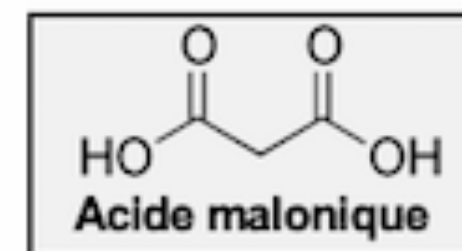
« Tout ce que vous voulez être, vous l'êtes déjà. Vous êtes simplement sur le chemin de le découvrir »



LES AG INSATURES

2) AG polyinsaturés

DEF: AG avec plusieurs doubles liaisons, elles sont TOUJOURS en position malonique +++ cad qu'il y a toujours 3 carbones entre deux doubles liaisons (= insaturations), en général en stéréoisomérie CIS.



1)

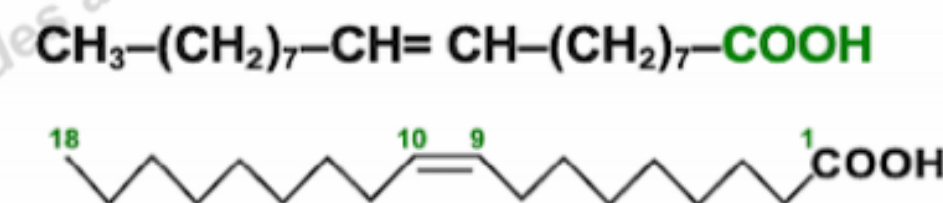
AG monoinsaturés

AG monoinsaturés

acide oléique : C₁₈H₃₄O₂

acide cis-9-octadécénoïque

caractère insaturé



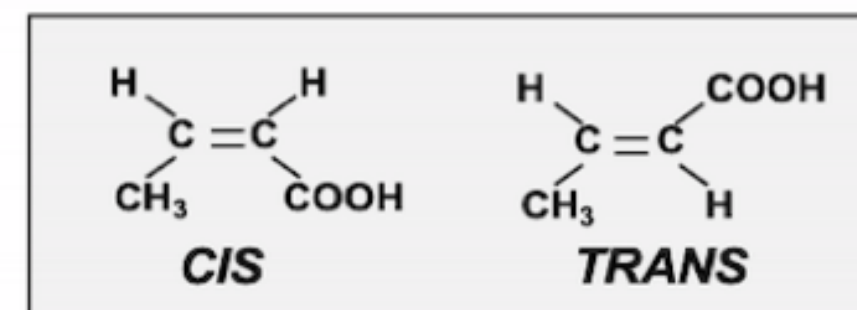
Nomenclature :

C18 :1(9c)

C18 :1(Δ⁹)

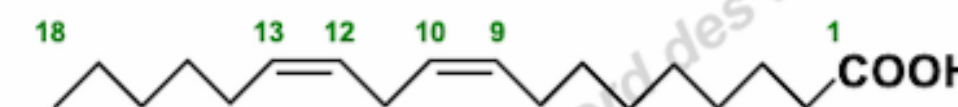
nombre de carbones

nombre de doubles liaisons



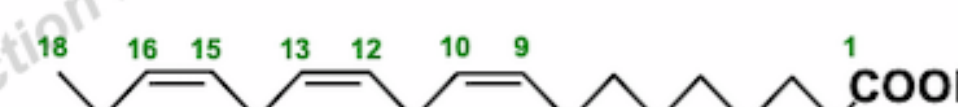
doubling liaison entre C9 et C10 en partant du COOH terminal

Acide linoléique; C18:2(Δ^{9,12}) ; C18:2(9c,12c)



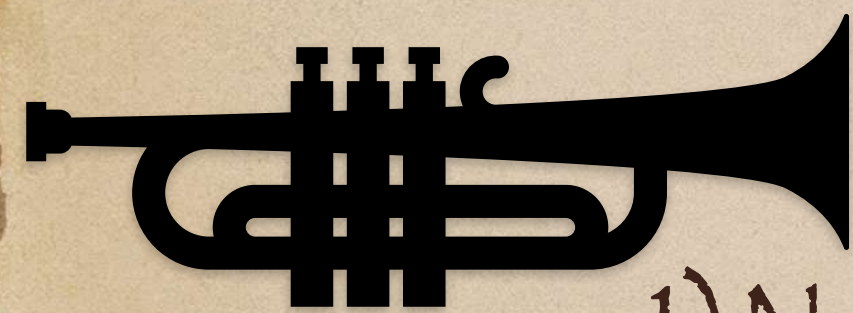
AG indispensable, non synthétisé par l'organisme humain

Acide α-linolénique; C18:3(Δ^{9,12,15}) ; C18:3(9c,12c,15c)



AG indispensable, non synthétisé par l'organisme humain

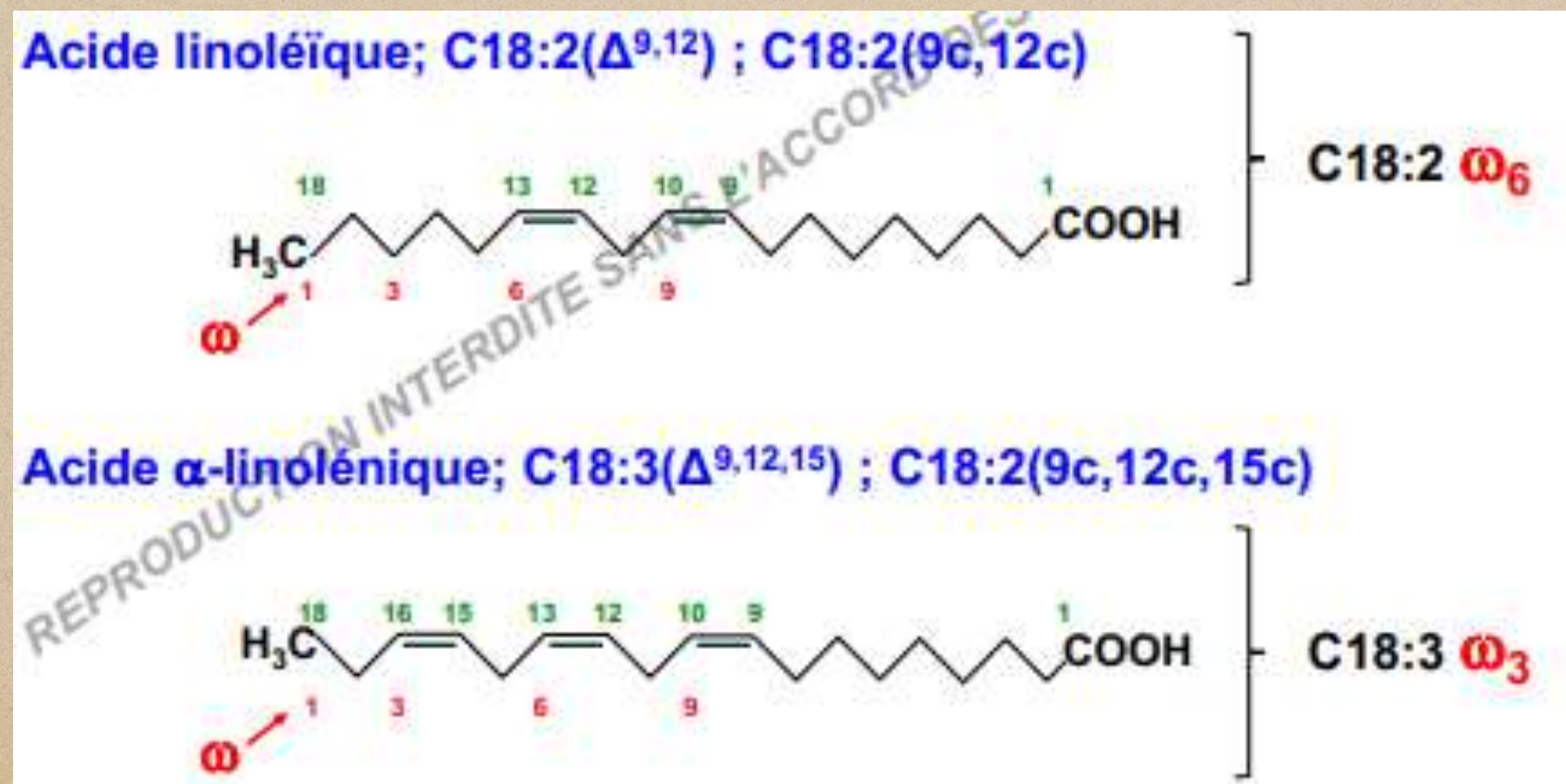
AUTRES NOMENCLATURES



1) Nomenclature Omega

En nomenclature officielle, on numérote les C à partir du groupement carboxyle. Cependant, pour la nomenclature oméga on part du groupement CH_3 terminal pour aller vers le COOH /!/ +++

On l'exprime ωx où x = le numéro du carbone positionnant la 1ère insaturation, à partir du CH_3 final.



2) Nomenclature N:

N = nb de C de l'acide gras - le numéro de la double liaison la plus éloignée du $\text{C}1$ en utilisant la numérotation à partir du COOH .

On retrouve $N = \omega$

“C’est le moment d’y aller, c’est le moment de le faire.
Fais ce pourquoi tu es né. Tu dois juste te faire confiance”



Familles d'AG polyinsaturés



Famille des $\omega 6$ ++:

Acide linoléique C18:2 ($\Delta 9,12$)

$$12-9=6$$

donc c'est bien un $\omega 6$

AG indispensable, vient seulement de l'alimentation.

Acide arachidonique C20:4 ($\Delta 5,8,11,14$)

$20-14=6$ donc c'est bien un $\omega 6$.

AG non indispensable, on peut le synthétiser à partir de l'acide linoléique avec une élongation de 2 carbones et l'ajout de 2 doubles liaisons.

famille des $\omega 3$ ++ :

Acide α -linolénique C18:3 ($\Delta 9,12,15$)

acide gras indispensable

$18-15=3$ donc c'est bien un $\omega 3$

Acide Eicosapentanoïque (EPA) C20:5 ($\Delta 5,8,11,14,17$)

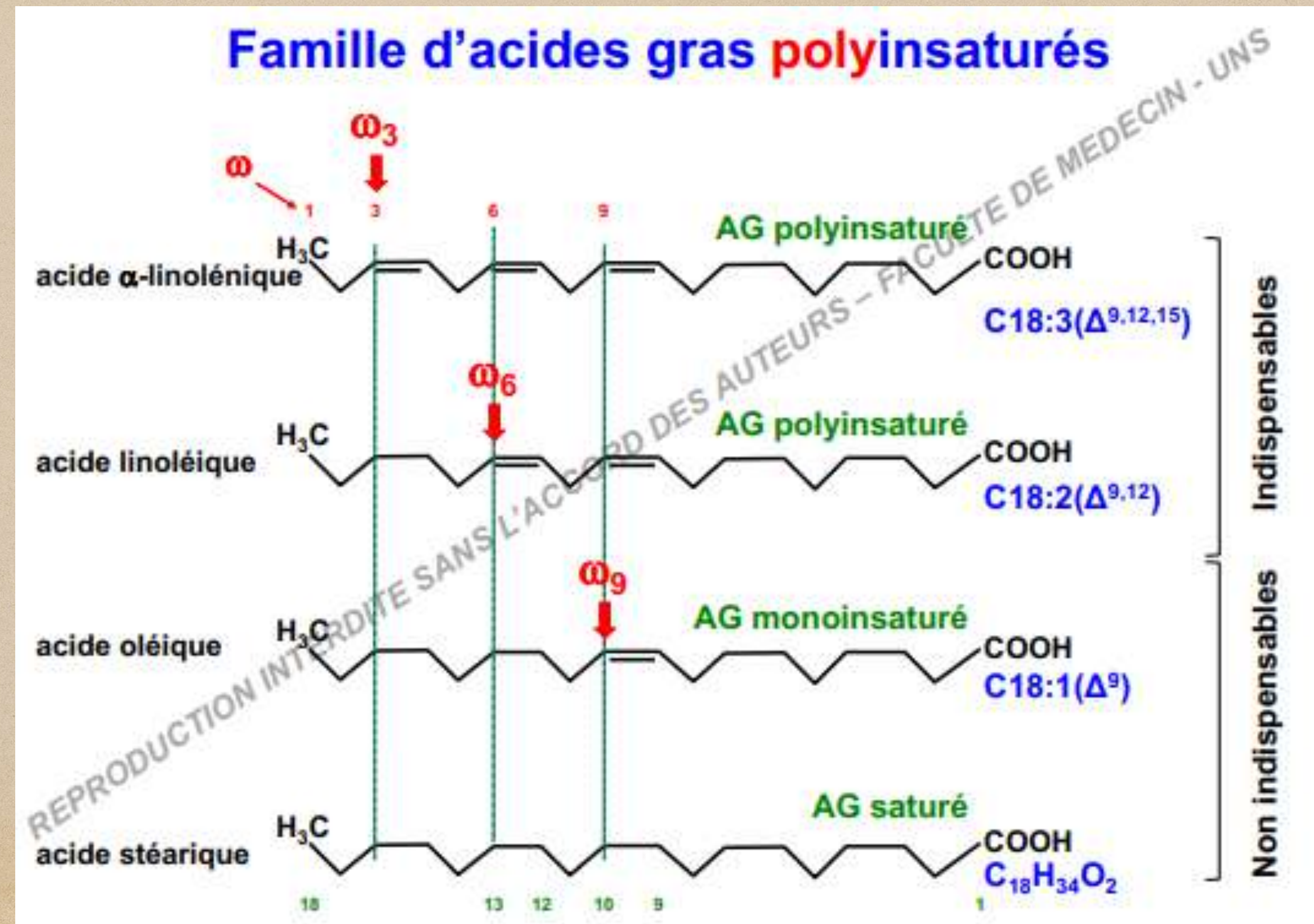
$20-17=3$ donc c'est bien un $\omega 3$

acide gras non indispensable car on peut le synthétiser à partir de l'acide α -linolénique par une élongation de 2 carbones et l'ajout de 2 doubles liaisons.



« Tu ne sais pas à quel point tu es fort jusqu'au jour où être fort est ta seule option ».

Comment passer d'un AG saturé à un AG insaturé?



🎵 CAS PARTICULIERS 🎵

1) Les AG indispensables:

- Apport alimentaire indispensable et sont non synthétisés chez l'homme
- Acide linoléique (C18 :2, $\omega 6$) et alpha linoléique (C18:3, $\omega 3$)

2) Les AG fabriqués en petite quantité chez l'Homme

- L'acide docosahexaénoïque (DHA) (C22:6 $\omega 3$) et l'EPA (C20 :5, $\omega 3$) (acide eicosapentaénoïque).
- Ils sont synthétisés à partir de l'acide alpha linoléique. (C18:3, $\omega 3$)

3) Les AG indispensables

—> acides gras TRANS.

conséquences:

- Modification de la structure de l'AG
- Modification de la fluidité des membranes du fait des contraintes de configuration et donc une modification de leurs propriétés biologiques

Les AG TRANS sont donc toxiques pour la santé.

« Il faut aimer pour être capable de jouer. »

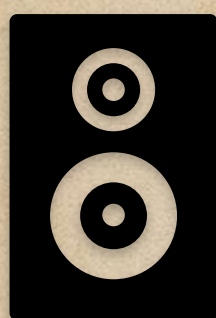


STEROLS ET STEROIDES CLASSIFICATION

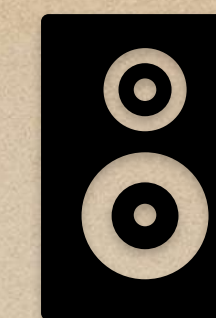
Classification classique (privilégié en médecine) où les stérols comprennent:	Classification de l'union internationale de chimie :
Sterols	Inclus tous les lipides ayant un noyau stérane ou dérivant de celui-ci sont des stéroïdes.
Stérides (ester d'AG et stérol)	
Hormones stéroïdiennes œstrogènes (femme), androgènes (homme) , minéralocorticoïdes qui régulent le métabolisme des minéraux, des sels et les glucocorticoïdes régulant le métabolisme.	
Les stéroïdes conjugués: glycine/taurine	
Acides biliaires	
Sécostéroïdes : vitamine D	



JE SUIS UN POUCE

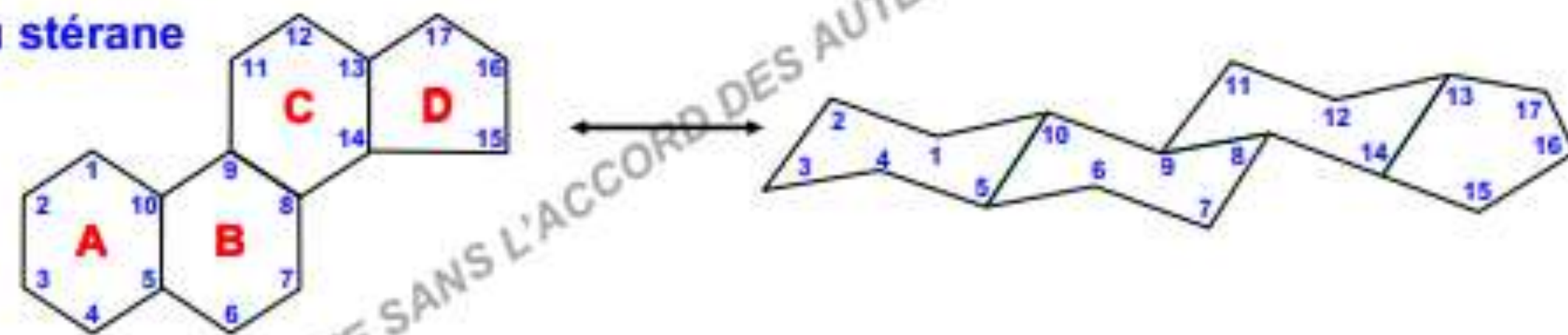


LES STEROLS ET STERIDES



Les stérols sont des **composés hydrophobes polycycliques**.
Leur structure de base est le **noyau stérane**, résultant de la
condensation de 4 cycles:
3 cyclohexanes A,B et C et un **cyclopentane D** formant une
structure rigide en forme de chaise

noyau stérane



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



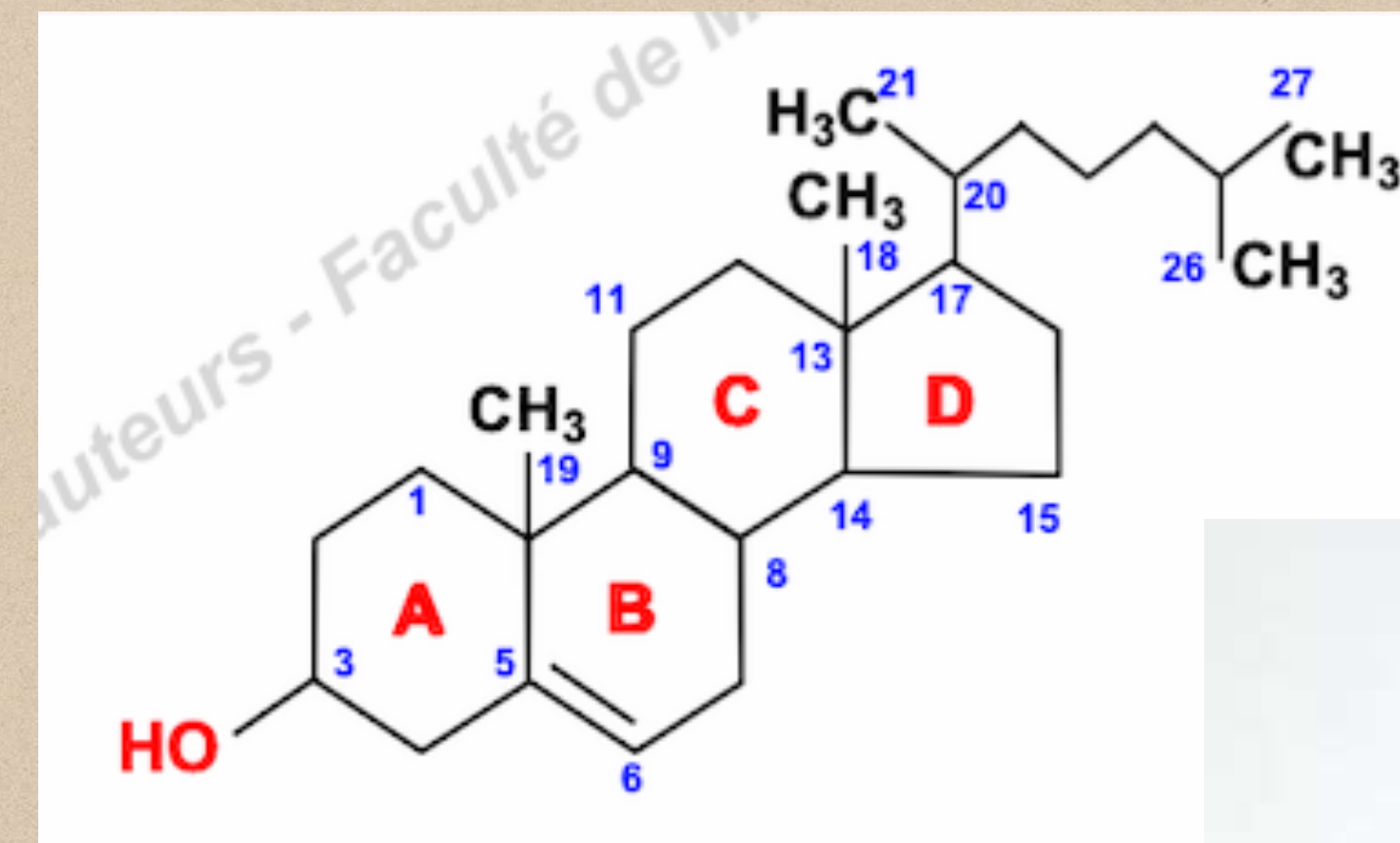
DERIVES STEROLS

1) Le cholestérol

Précurseurs de nombreux dérivés dont les stéroïdes, hormones sexuelles et hormones corticosurréaliennes et vitamine D.

Structure : Noyau de base cholestane :

- Ajout en **C₃ d'un OH sur le cycle A** => rend la molécule **amphiphile** (un des très rares cas des stérïdes qui sont majoritairement hydrophobes)
- Double liaison de C₅ à C₆ dans le cycle B
- Ramification alphasique +++ en C₁₇ de 8 carbones qui donne les spécificités ++ particulières du cholestérol.



« Tout le monde a des buts, des aspirations ou quoi que ce soit, et tout le monde a été à un moment de sa vie où personne n'a cru en eux. »



Acides et sels biliaires

Les sels biliaires sont synthétisés par le foie et stockés dans la bile +++

Ils ont 2 rôles majeurs :

o participent à éliminer le cholestérol

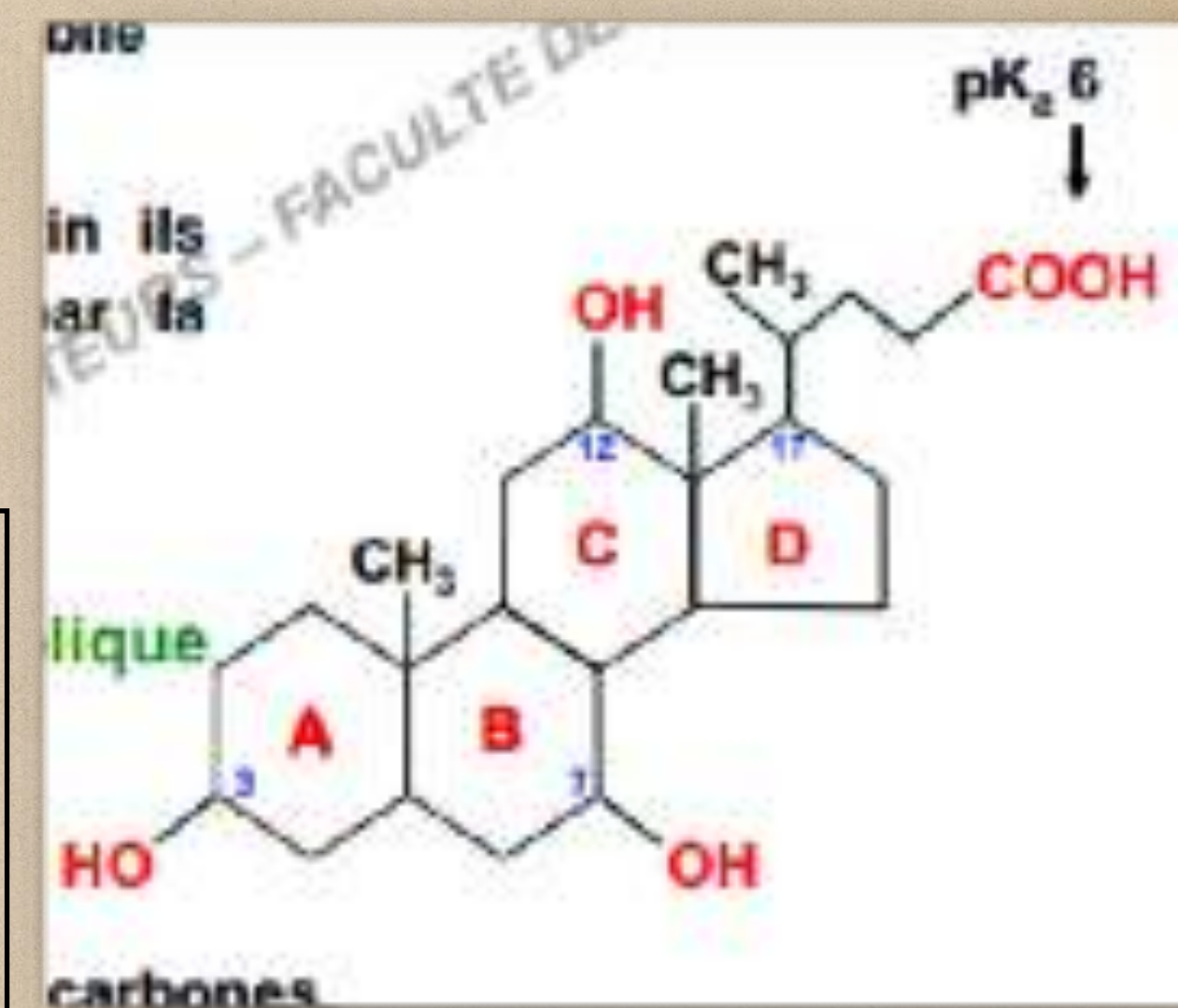
o Permettent l'émulsification des lipides

2 acides biliaires à connaître:

- Acide cholique (AC)
- Acide chénodésoxycholique (ACDC)

Structure : Dérivés du cholestérol par :

- Raccourcissement de la chaîne latérale de 3 carbones (il n'y a plus que 5 carbones)
- Réduction de la double liaison du cycle B
- Oxydation de la chaîne latérale (présence de groupement carboxylique)
=> cela change le Pka (à environ 6) de cette molécule par la présence des carboxyles donnant une ionisation partielle dans le duodénum (pH6)



« Je pense que beaucoup de gens ont peur d'être heureux à cause de ce que les autres pourraient penser. »

CONJUGAISON DES SELS BILIAIRES

3 glycines pour 1 Taurine.

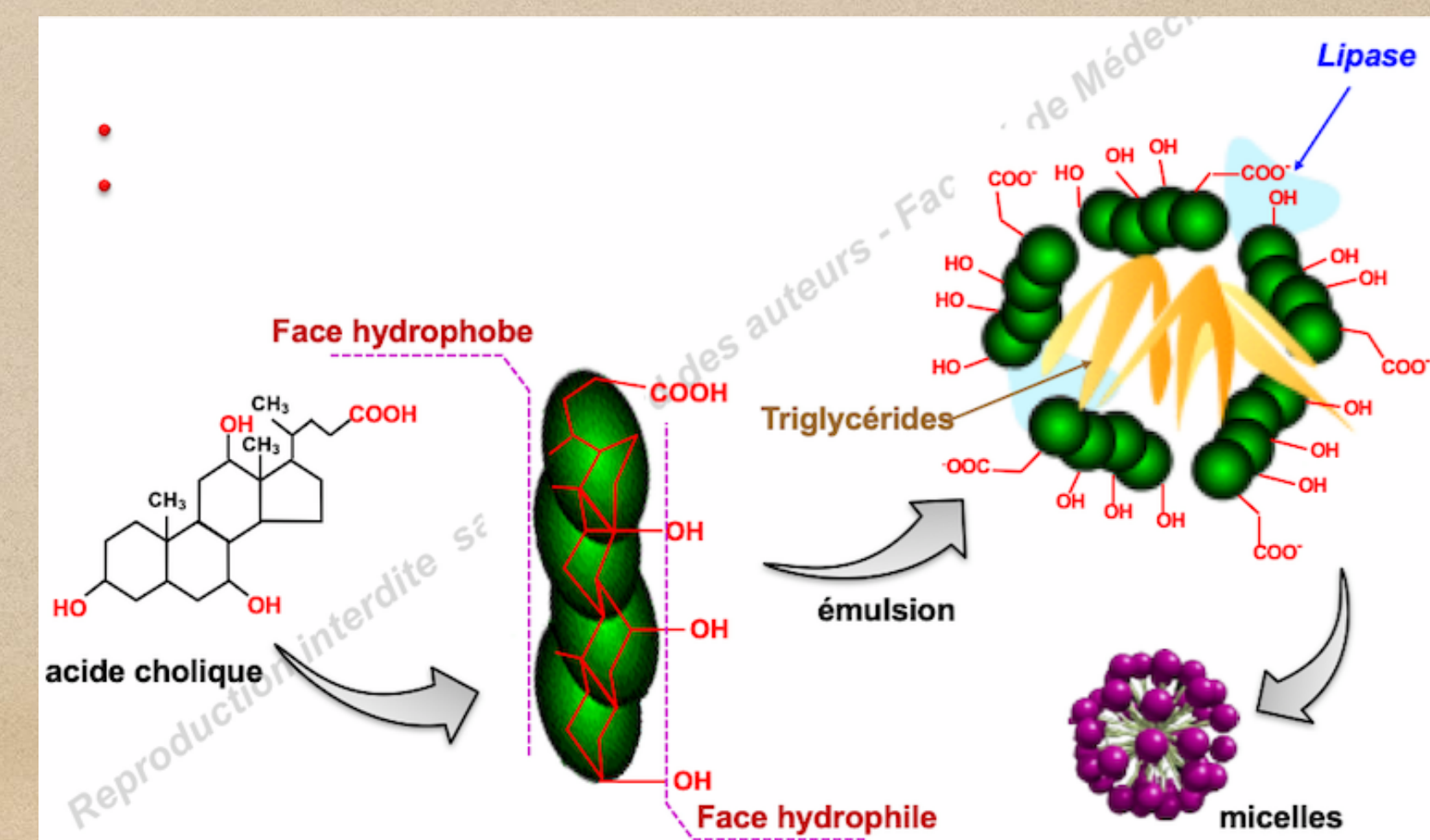
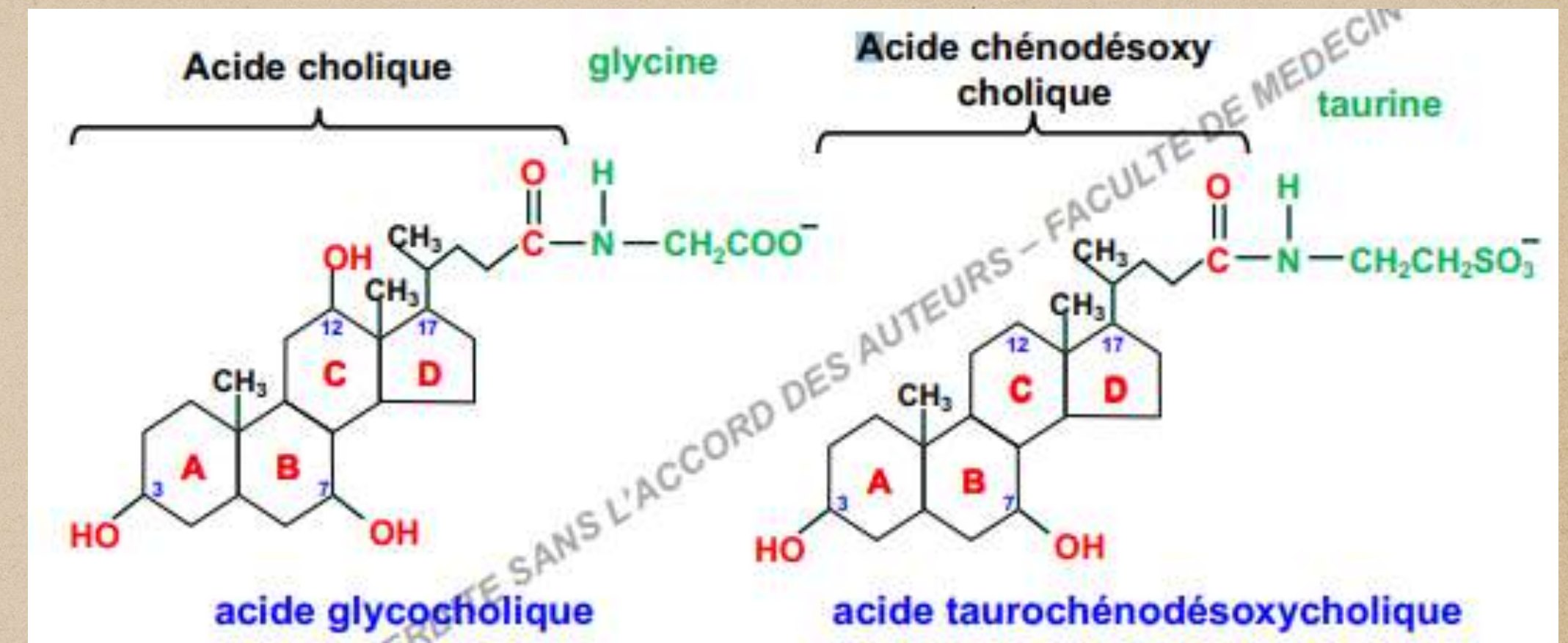
Une fois que les acides sont conjugués, on parle alors de sels et non plus d'acide (voir schémas juste en haut).

- Acide glycocholique
- Acide taurochenodésoxycholique



Ø Acide cholique : + glycine \rightarrow acide glycocholique / + taurine \rightarrow acide taurocholique

Ø Acide chenodésoxycholique : + glycine \rightarrow acide glycochenodésoxycholique / + taurine \rightarrow acide taurochenodésoxycholique



HORMONES STÉROÏDIENNES

Il y a 2 grandes familles:

Hormones stéroïdiennes sécrétée par les glandes sexuelles + placenta

Androgènes

oestrogènes

progestagènes

Hormones stéroïdiennes sécrétée par les glandes cortico surrénales :

Mineralocorticoïdes (contrôle de l'équilibre **minéral**)

Glucocorticoïdes (contrôle métabolisme des glucides/lipides/ protéines + actions anti-inflammatoires+++)

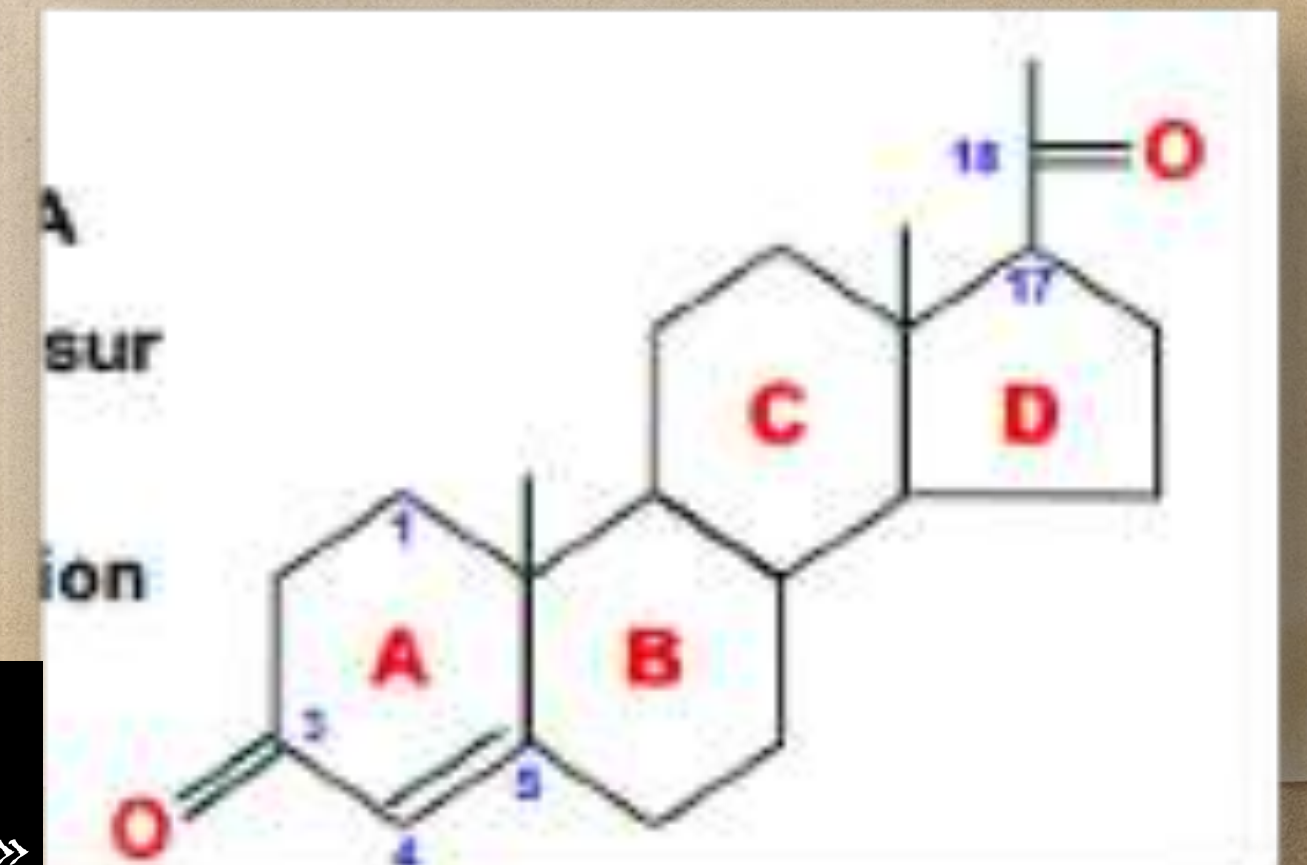
Structure: à partir du noyau cholestane :

- ~ **Carbonyle en C3** + 1 carbonyle sur la ramification
- ~ **Double liaison C4-C5** sur le cycle A conjuguée avec le carbonyle.
- ~ Présence d'un carbonyle au niveau de la ramification aliphatique

Ex de la progesterone:



« Si c'était si facile, tout le monde le ferait
Qui tu serais pour réussir où tous les autres ont échoué? »



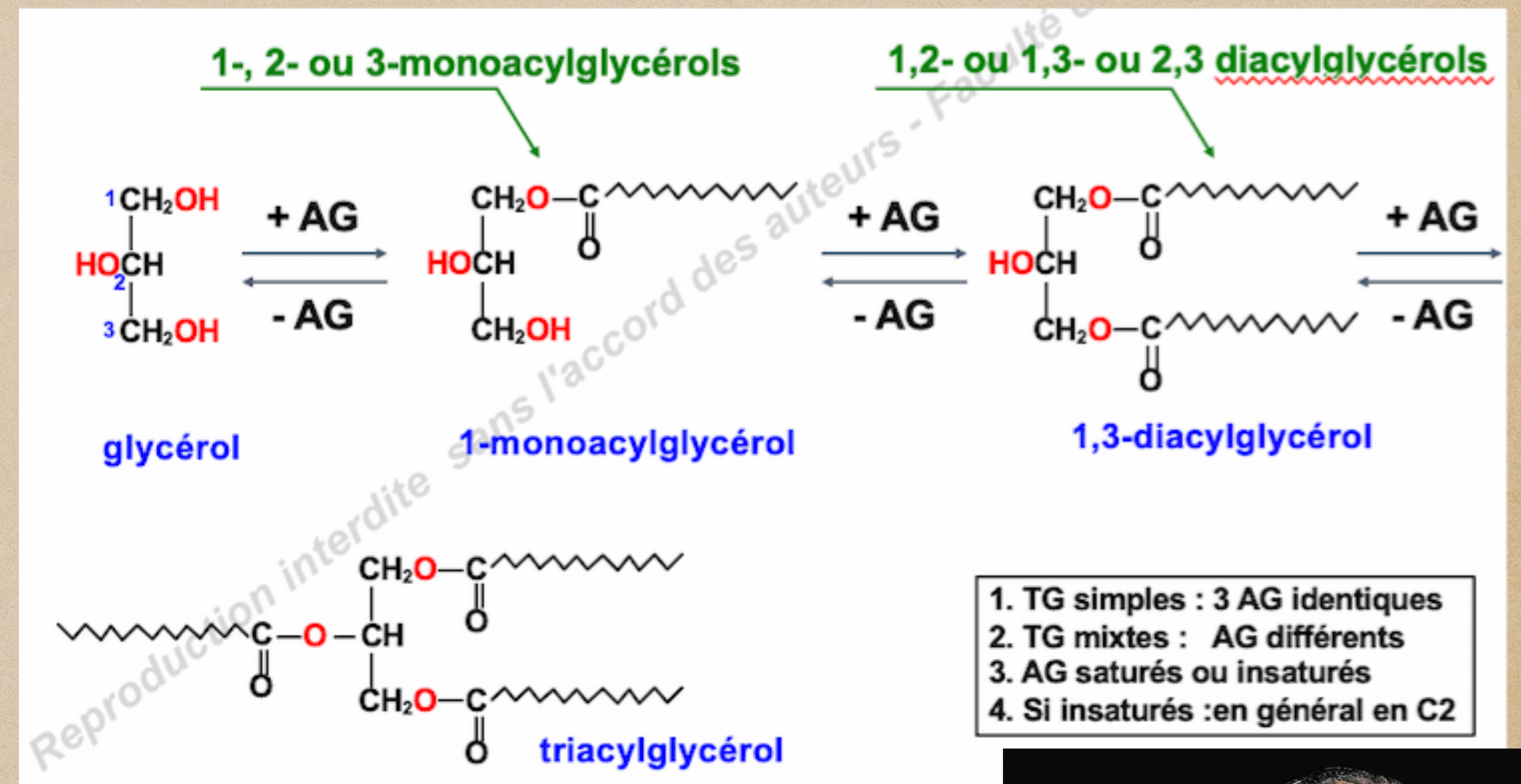
LES GLYCEROLIPIDES

DEF: lipides attachés à l'alcool glycérol qui a 3 -OH pouvant accueillir les AG

Il y a des TG :

- **simples** (les 3 AG sont **identiques**),
- **mixtes** (les 3 AG sont **différents** mais pas nécessairement les 3)
- **saturés**, ou **insaturés**

Pour des raisons enzymatiques, si il y a un AG insaturé, il se placera en général en C2 ++



« Je voudrais aller jusqu'au bout de mes forces si dieu me le permet. »



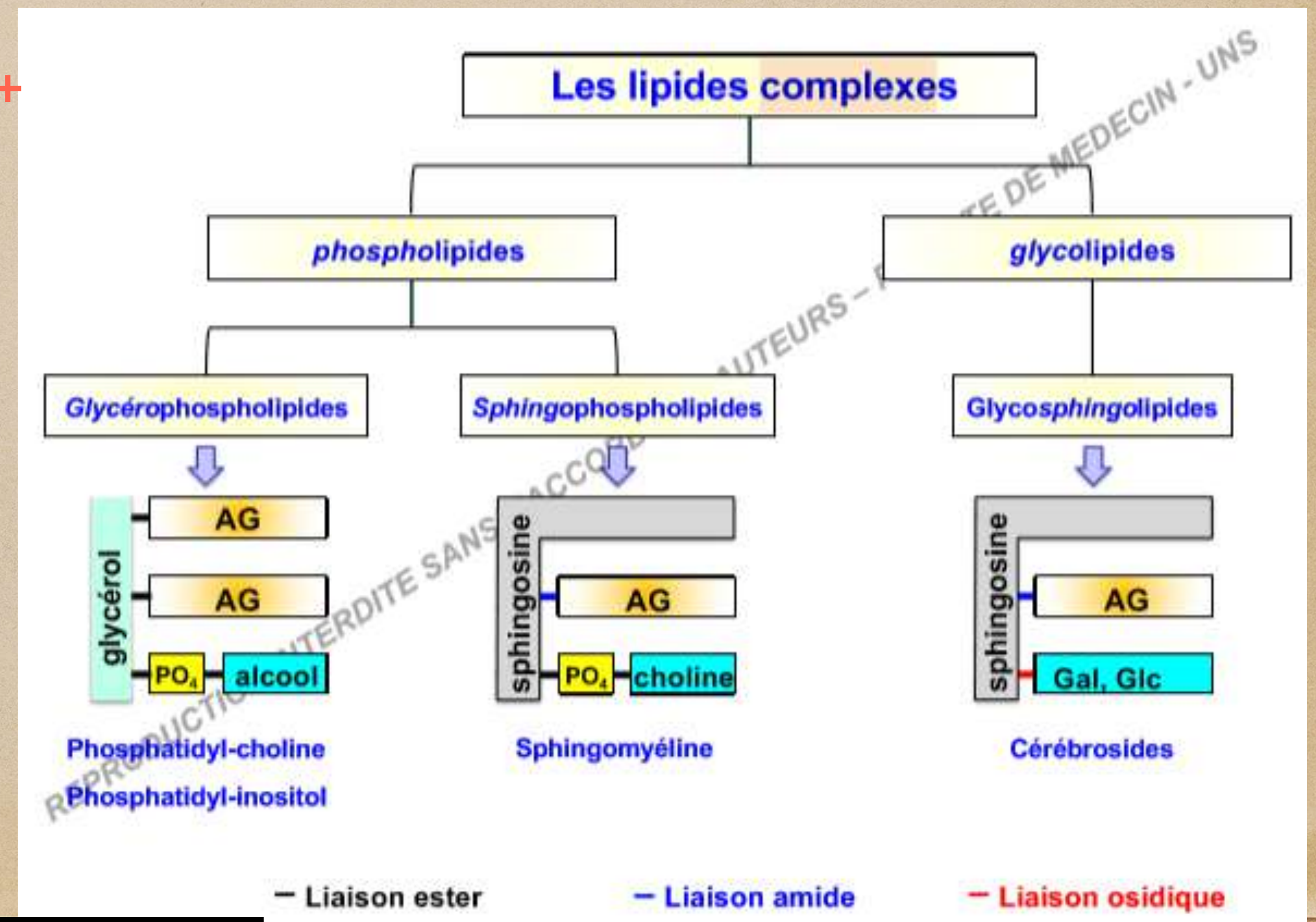
LES LIPIDES

COMPLEXES=HETEROLIPIDES

DEF: Ce sont des hétérolipides, qui possèdent en plus du C, H, O il peuvent avoir du P, N, S ou desoses.

Les glycérophospholipides sont les constituants majeurs des membranes biologiques avec le cholestérol++

PATHO: La **sphingomyéline** est le constituant principal de la gaine de myéline des nerfs au niveau du système nerveux central. Une **perte de la sphingomyéline** donc une **perte de myéline** entraîne la **sclérose en plaque** : pathologie menant à la **paralysie** du patient.



« Je suis guidé par mon étoile un peu comme les rois mages »



LES PHOSPHOLIPIDES



1) Glycerophospholipides:

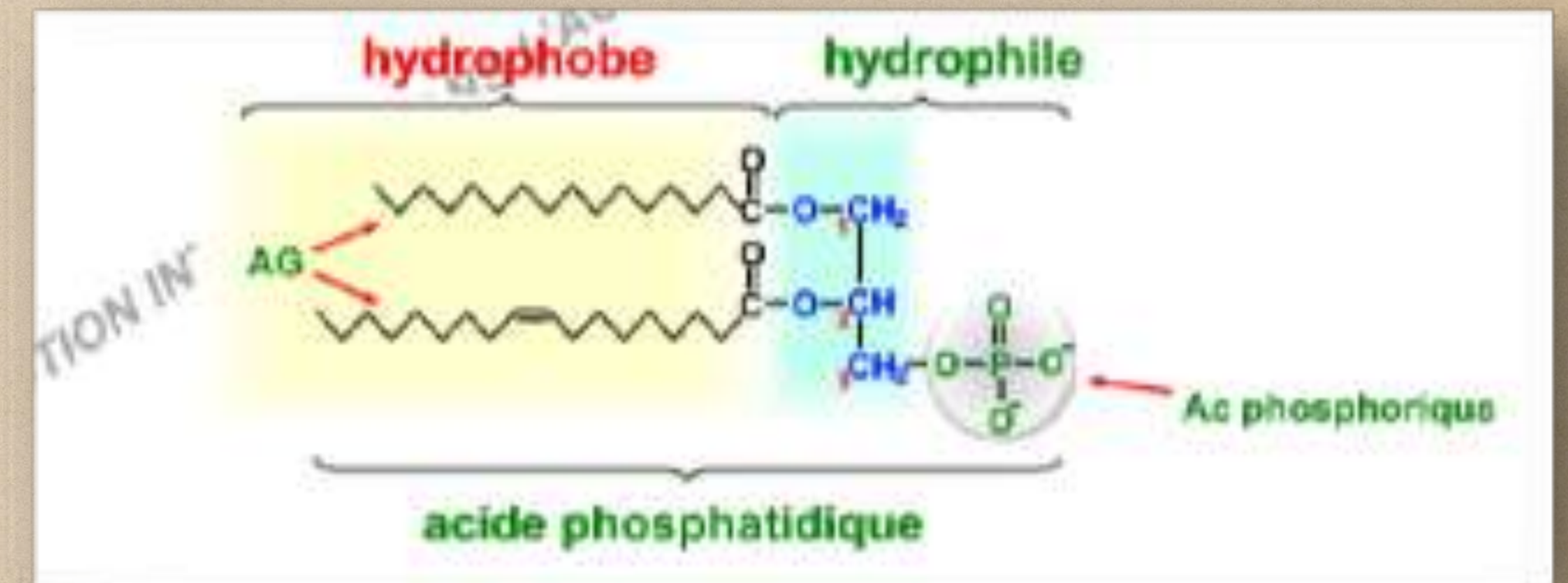
Acide phosphatidique : précurseur de tous les glycérophospholipides ++

±

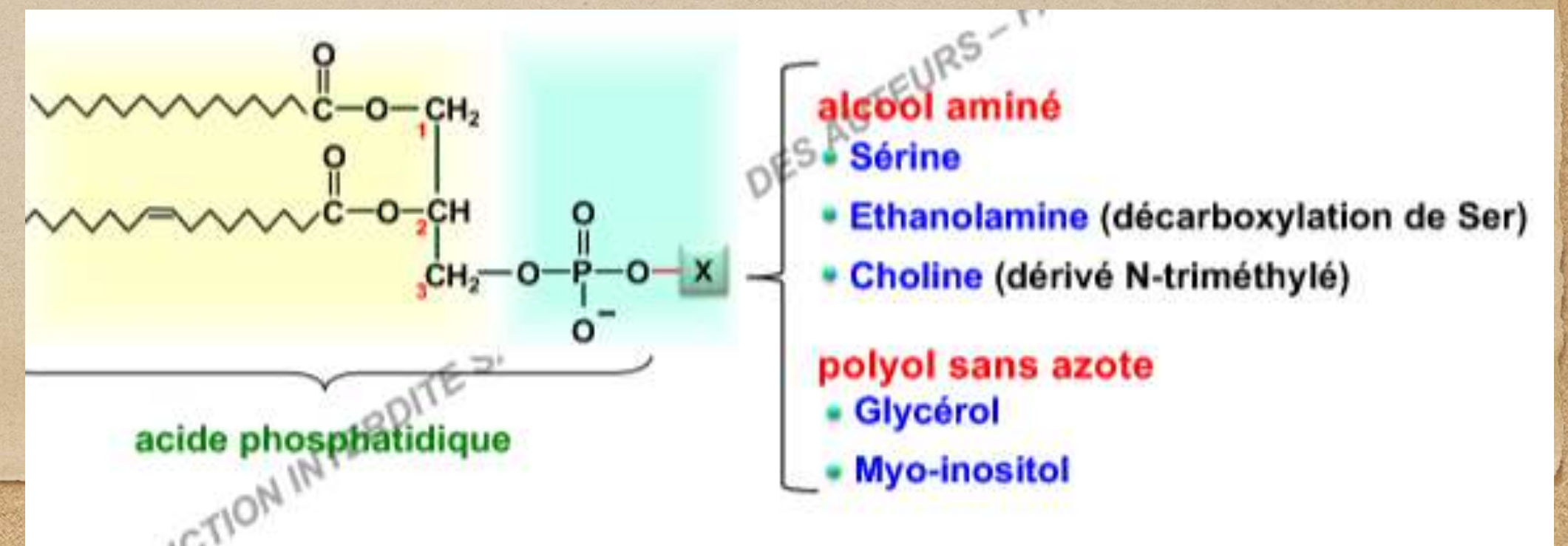
Structure de l'acide phosphatidique:

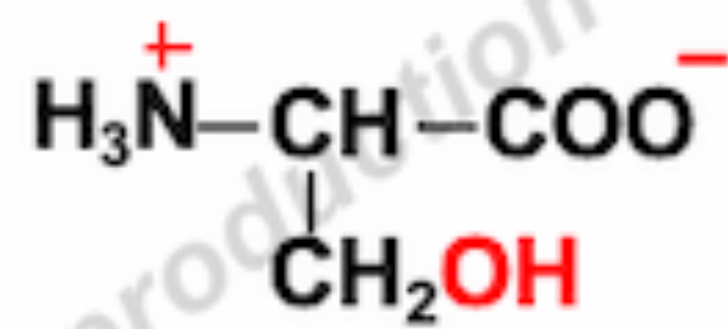
- Un glycérol estérifié par 2 AG à chaîne longue (> ou = à 14C) en C1 et C2 et par un acide phosphorique (sur le C3 du glycérol).

L'acidité de cette molécule provient des 2 H libres de l'acide phosphorique.

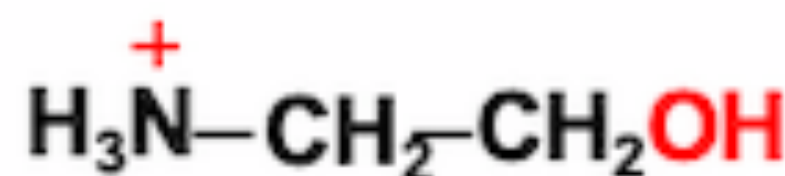
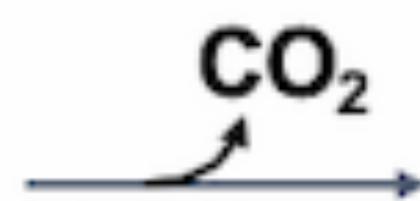


Définition Glycerophospholipides: constituants majeurs des membranes biologiques. Ils sont très importants +++

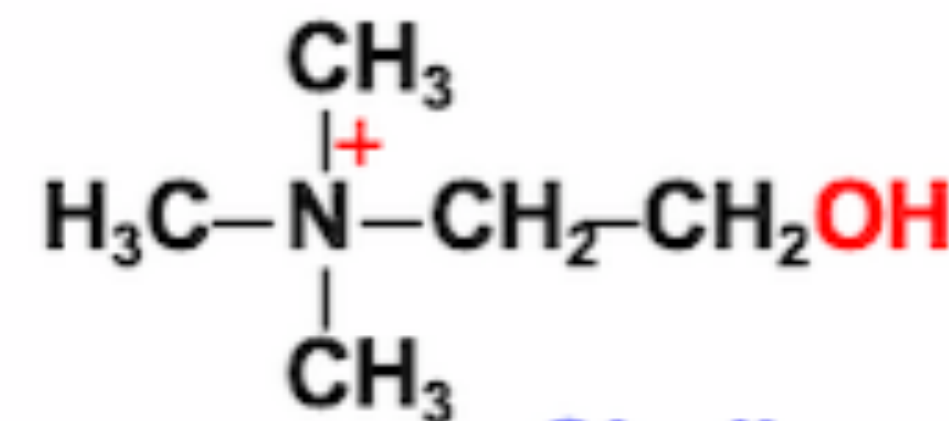
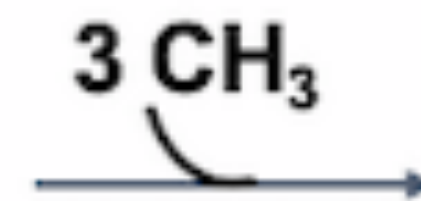




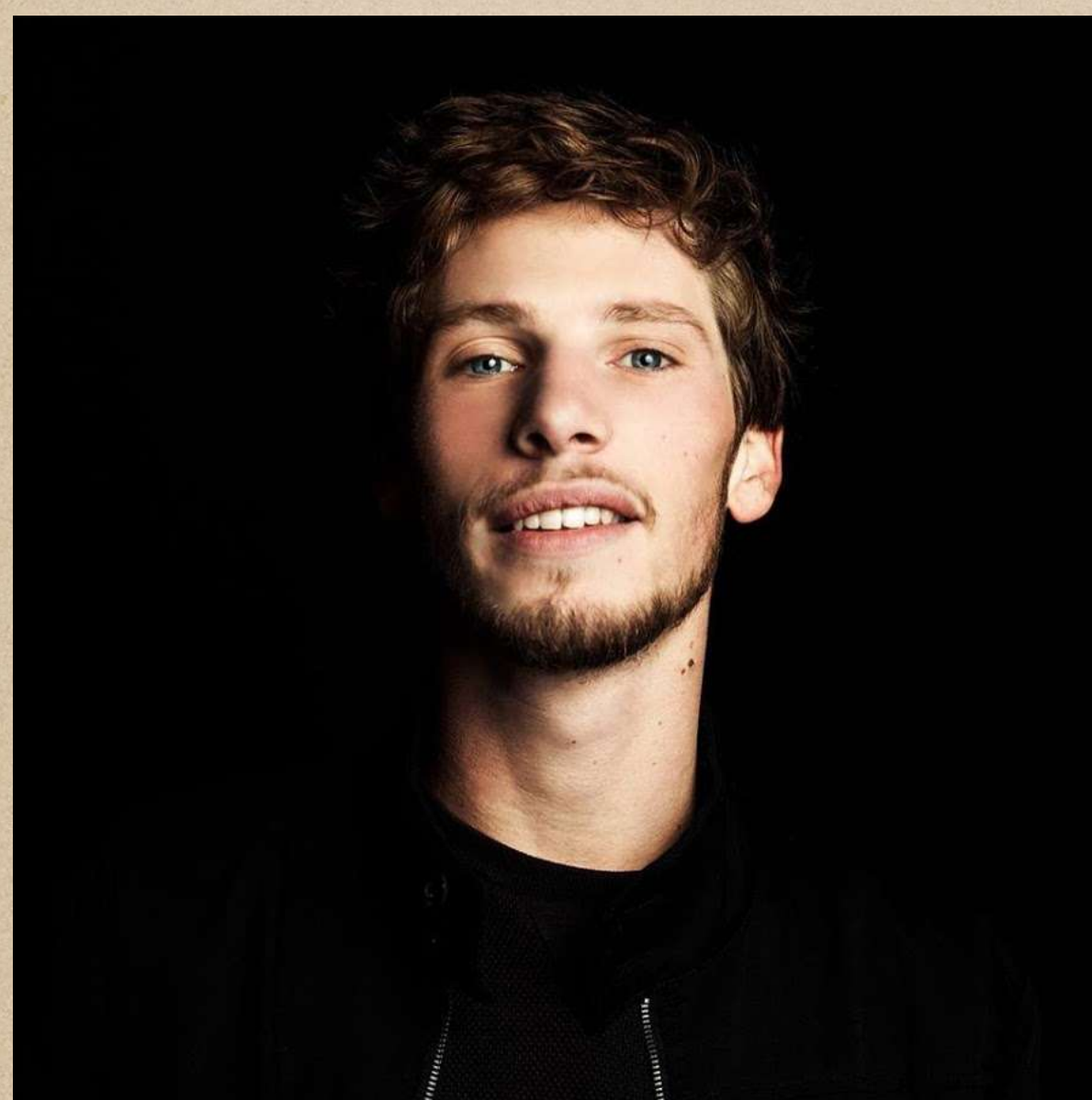
Sérine



Ethanolamine

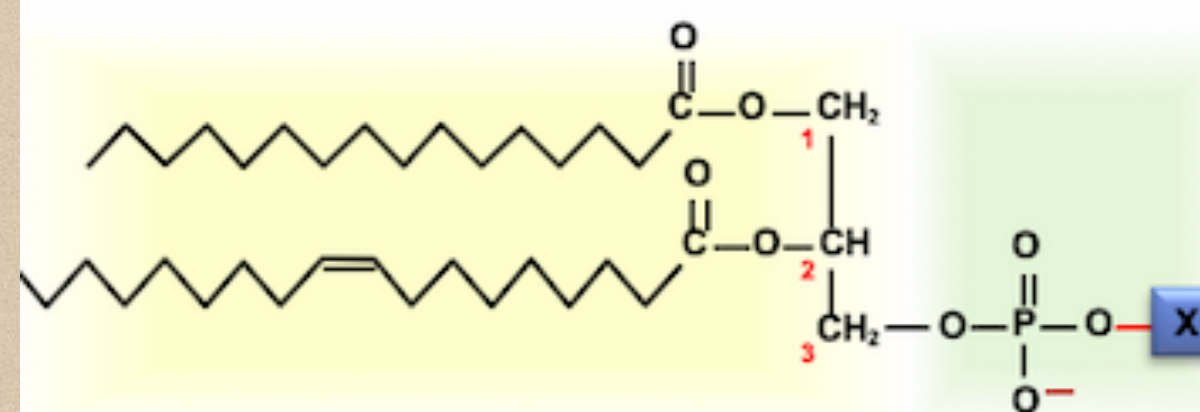


Choline



« Chaque jour à sa leçon
et qui tourne le dos y perdra la
raison »

Les glycérophospholipides



La nature du groupement X est responsable de la classe des phospholipides (5 classes)

X = H : acide phosphatidique

X = alcools aminés (ionisés à pH 7,4)			X = polyols sans azote	
$-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COO}^-$ $ $ NH_3^+ sérine ↓ Phosphatidyl-sérine	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+$ éthanolamine ↓ Phosphatidyl-éthanolamine	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2$ choline ↓ Phosphatidyl-choline (lécithines)	$-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ glycérol ↓ Phosphatidyl-glycérol	 myo-inositol ↓ Phosphatidyl-inositol précurseur 2 nd messenger

CARACTERISTIQUE DES PHOSPHOLIPIDES



molécules amphiphiles:

dans la membrane :

- sa partie **hydrophobe** (queue des AG) est **dans la bicouche lipidique de la membrane**
- sa partie **hydrophile** se retrouve en contact avec le **milieu extracellulaire** (de nature aqueuse) et dans la partie **intracellulaire** (cytoplasme).

molécules amphotères:

- Fonction **Acide** : par l'**acide phosphorique (H_3PO_4)**
- Fonction **Basique** : **alcool aminé** (sérine, éthanolamine ou choline)

PLA1	PLA2	PLC	PLD
AG saturé + 1-lysophospholipide	AG insaturé + 2-lysophospholipide	Diacylglycérol + phosphate d'alcool	Acide phosphatidique + alcool



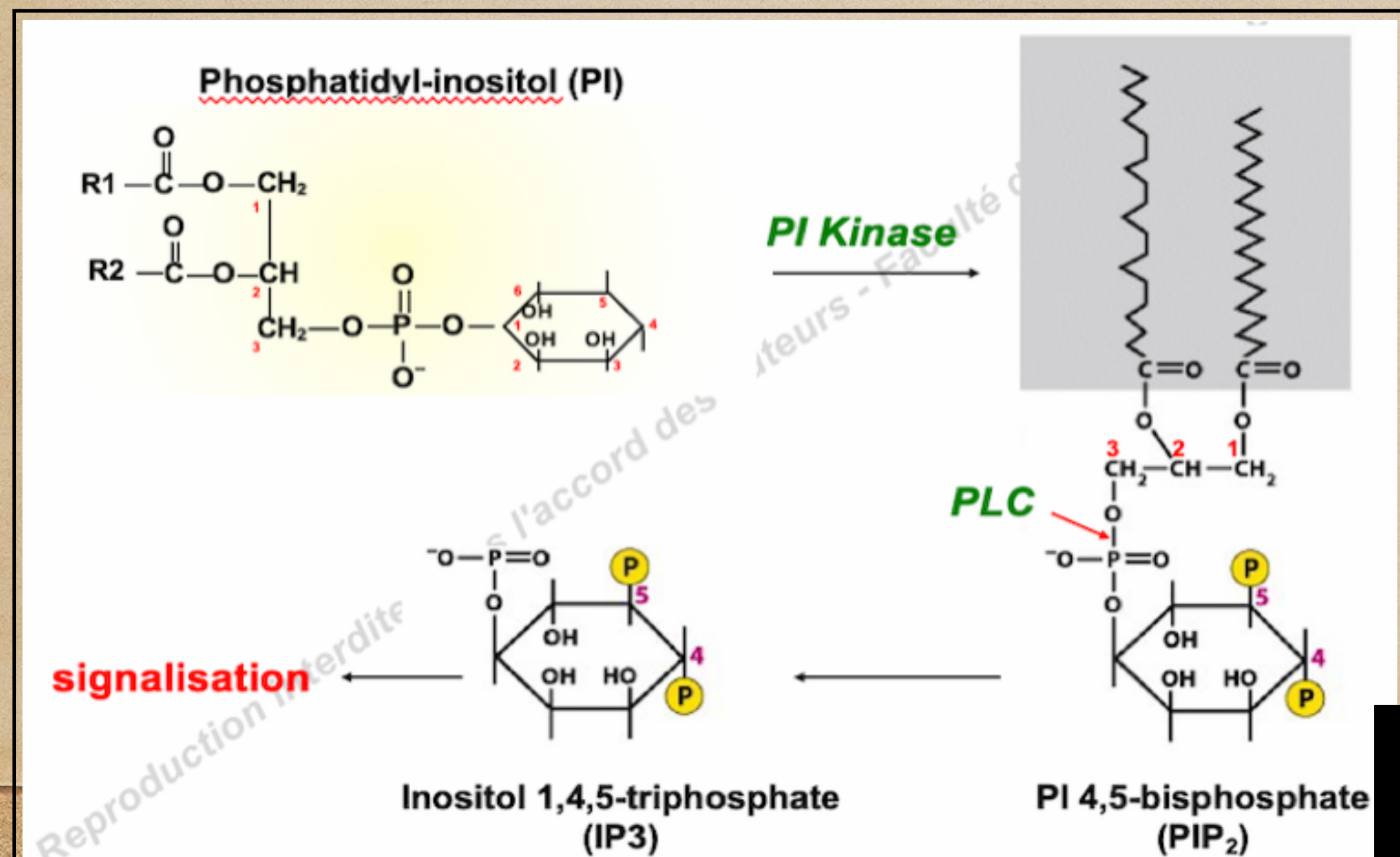
+++La PLA2 pancréatique va hydrolyser les phospholipides alimentaires lors de la digestion.+++

L'hydrolyse des phospholipides membranaires permet la synthèse de médiateurs lipidiques

- PLA2 → prostaglandines, leucotriènes, lysophospholipides
- PLC → diacylglycérol et inositol 1, 4, 5 triphosphate (médiateurs)
- PLD → acide phosphatidique



EX: Le phosphatidyl-inositol:



" Si on croit vraiment a quelque chose, il faut y croire jusqu'au bout et le faire. "



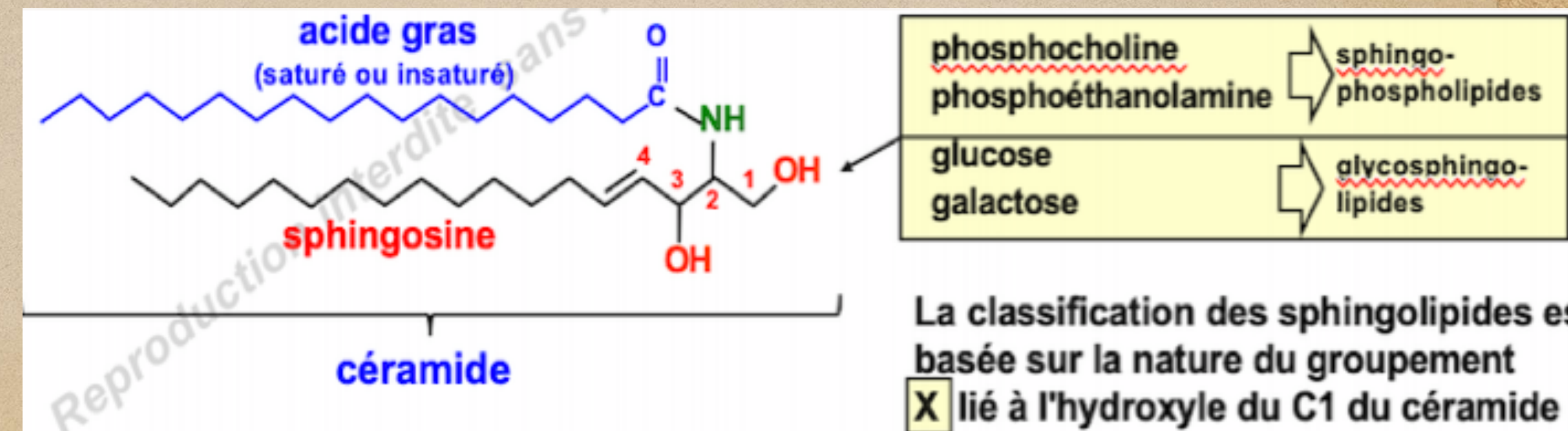
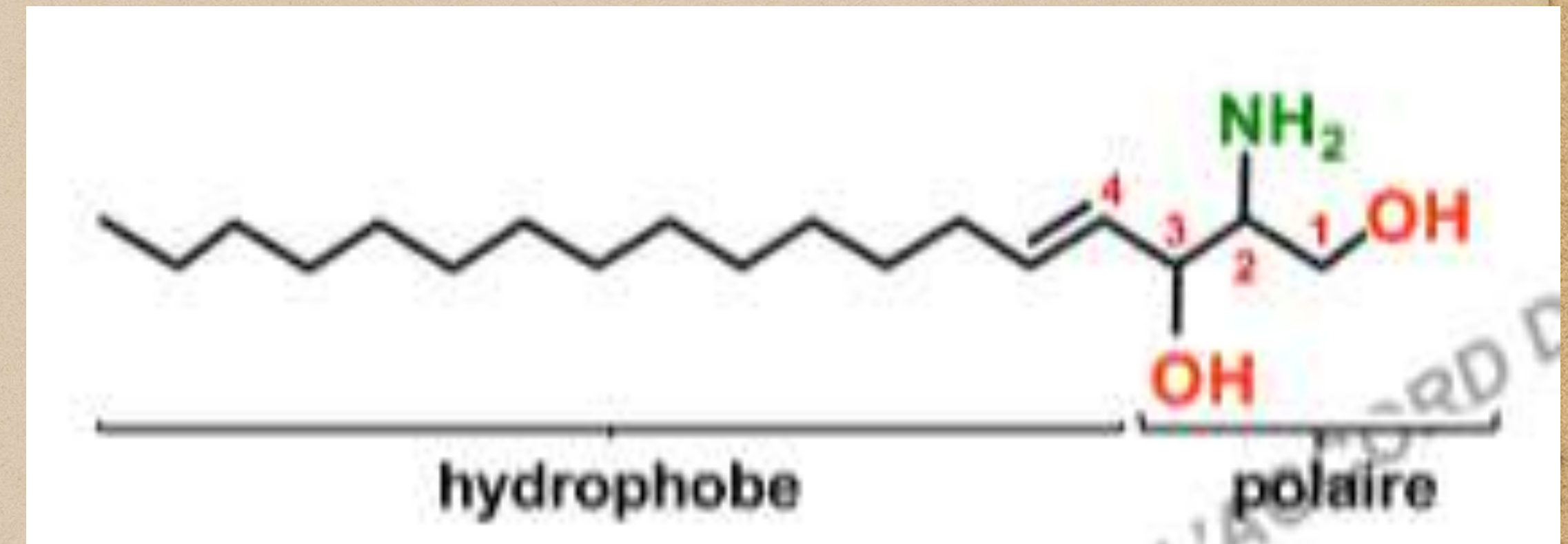
LES SPHINGOPHOSPHOLIPIDES

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

Définition : Ce sont les composants **essentiels** des **membranes biologiques** au niveau des **cellules nerveuses du cerveau**. Ce sont des phospholipides dont l'alcool n'est plus le glycérol mais qui est la **sphingosine**.

Structure de la sphingosine:

- chaîne aliphatique en général de **16 à 18 C** insaturée
- 1 seule double liaison en **TRANS** entre **C4** et **C5** (alors que la plupart des AG sont en CIS)
- 2 fonctions alcool en C1 et C3
- un groupe **amine** en C2
- **molécule amphiphile** (hydrophile par les 2 OH et la chaîne aliphatique la rend en partie hydrophobe).

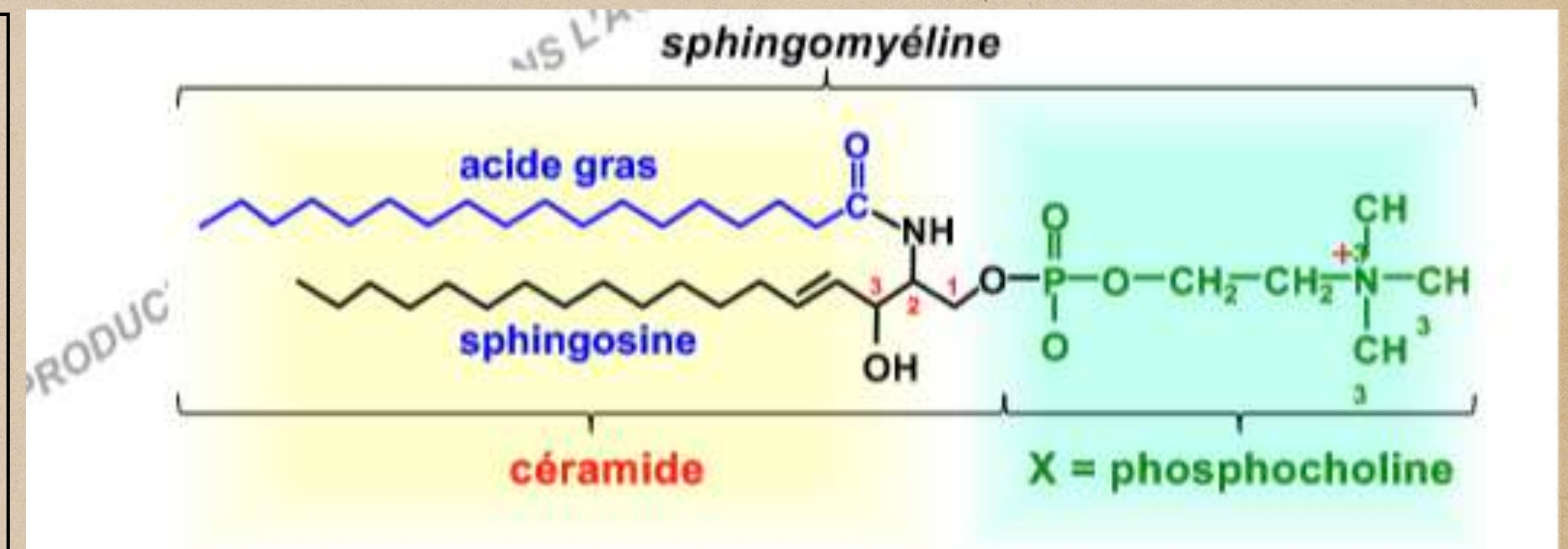


EXEMPLE: Sphingomyéline

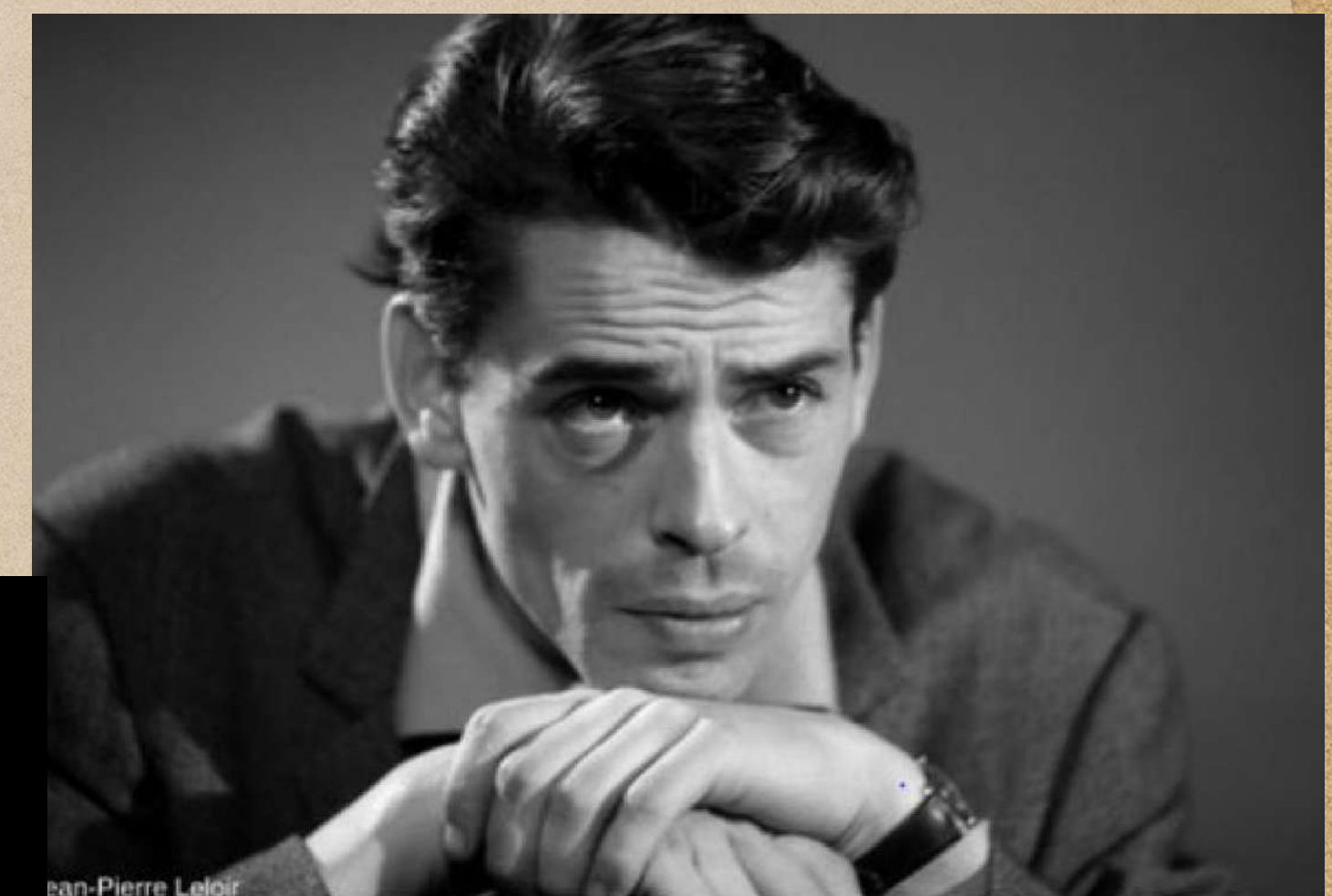
Structure :

- L'alcool primaire du céramide en C1 est lié par une **liaison O-glycosidique** à un ou plusieurs sucres (généralement le glucose ou galactose)
- Nombre et type de résidus déterminent la nature du glycosphingolipide
- Si X = galactose = membranes plasmiques du tissu neural
Si X = glucose = mb plasmiques autres que le tissu neural

+++ PAS DE PHOSPHATE dans la structure +++



« Le talent ça n'existe pas. Le talent c'est d'avoir envie de faire quelque chose. »



Glycerophospholipides

Définition : Très abondants dans le **tissu nerveux**, ce sont des molécules importantes pour les **feuilles externes des membranes plasmiques cellulaires**. Ils ont une partie **carbohydrate**.

FONCTIONS:

- Glycolipides sont fortement impliqués dans les **interactions cellulaires**, la **croissance et le développement**
- Ils sont **très antigéniques** (par exemple, les antigènes des groupes sanguins)
- Ils peuvent agir comme des **récepteurs de surface** pour des **toxines et des virus**

Exemple: Le galactocérébroside:

Structure: Sphingosine + Ag (= forme un céramide) et le **OH en C1** du **céramide** interagit avec le **galactose** par une **liaison O-glycosidique**

Quand il reste plus aucune
Pringles dans la boîte



3:06 PM · 22/10/2019 · [Twitter Web Client](#)

14,6K Retweets 54,4K J'aime

Glycosphingolipides : exemple les cérébrosides

