



LES LIPIDES

Bioch'love
tut rentrée !

A cartoon illustration of Spider-Man in his red and blue suit, holding a large burger with both hands. The background is a light blue gradient.

PLAN DU COURS

I. Introduction

- A) Structure
- B) Propriétés physico-chimiques
- C) Grandes fonctions

II. GENERALITES

III. LIPIDES SIMPLES

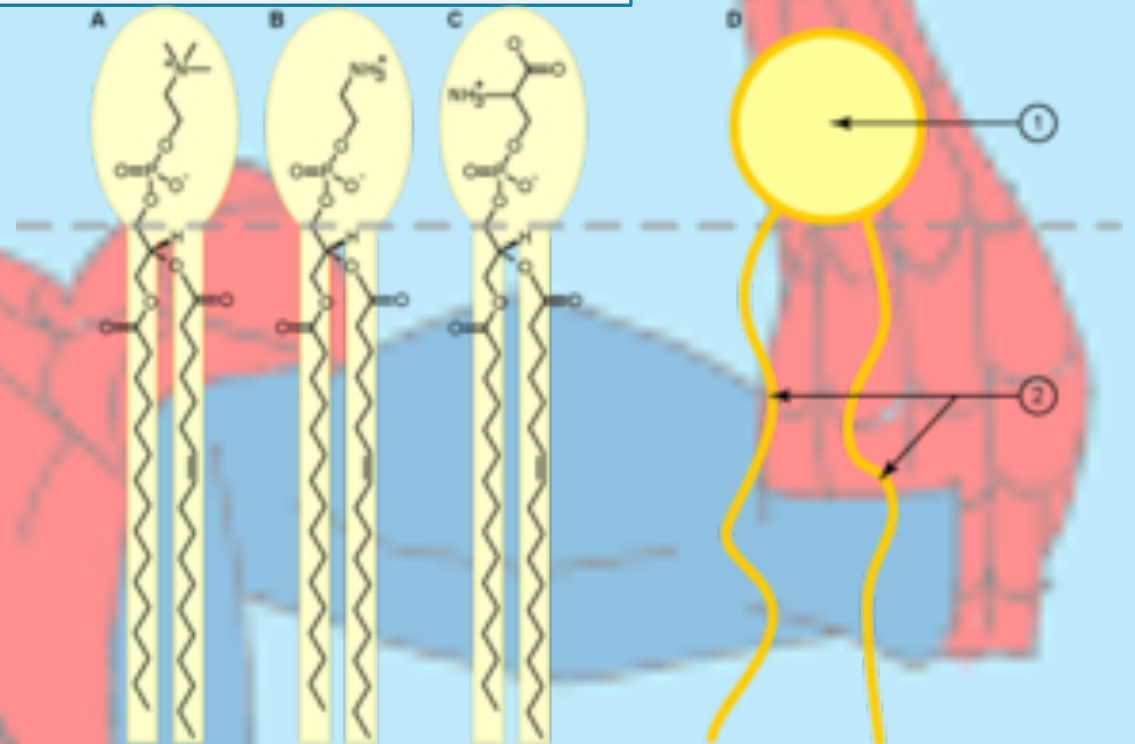
- A) Les Acides gras
- B) Les stérides /ester de stérol
- C) Les glycérolipides

IV. LES LIPIDES COMPLEXES

- A) les phospholipides
- B) Les sphingolipides

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**.



A) Structure

- Soit **apolaires** : lipides neutres
- Soit **bipolaire** : tête hydrophile et une chaîne hydrophobe => Molécule amphiphile/amphipathique

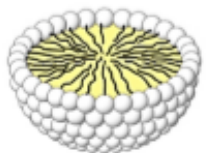
lipide apolaire



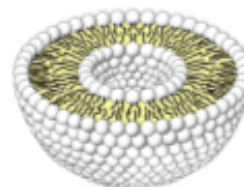
milieu hydrophobe

En milieu aqueux, ils peuvent s'agréger sous forme de :

ou **micelles**



ou **liposomes**



Amorce de « compartimentation » → membranes biologiques



Fonction polaire

lipide amphiphile



milieu hydrophobe

Eau

Interface

B. Propriétés Physico-Chimiques

- ✓ **insolubles** dans l'eau
- ✓ **solubles** dans les solvants organiques

C. 3 Grandes Fonctions

- 1) **Principale réserve d'énergie**
- 2) formation des **membranes et des lipoprotéines**
PATHO : à la base de l'athérosclérose
- 3) **Fonctions biologiques** spécifiques

$$1 \text{ cal} = 4,185 \text{ J}$$
$$1 \text{ J} = 0,238 \text{ cal}$$

II. GENERALITÉS

Formation des lipides : condensation d'**AG** + **alcools** par une liaison ester.

Il en existe 2 types :

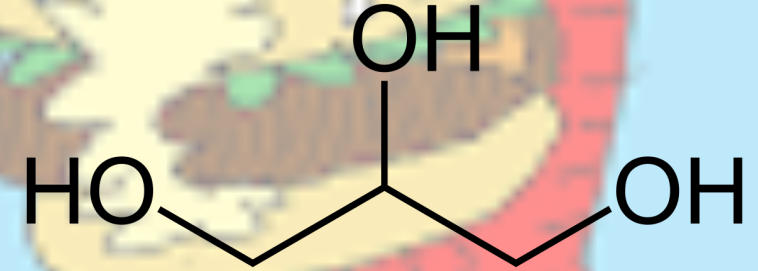
Lipides simples : **C, O et H** uniquement

Lipides complexes : contenant en plus du **P, du N ou des oses**

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		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** + AG => **acylglycérides/acylglycérol**



◆ **Alcools Gras** (chaines très longues) + AG => **Cérides**

◆ **Stérol** + AG => **stérides**



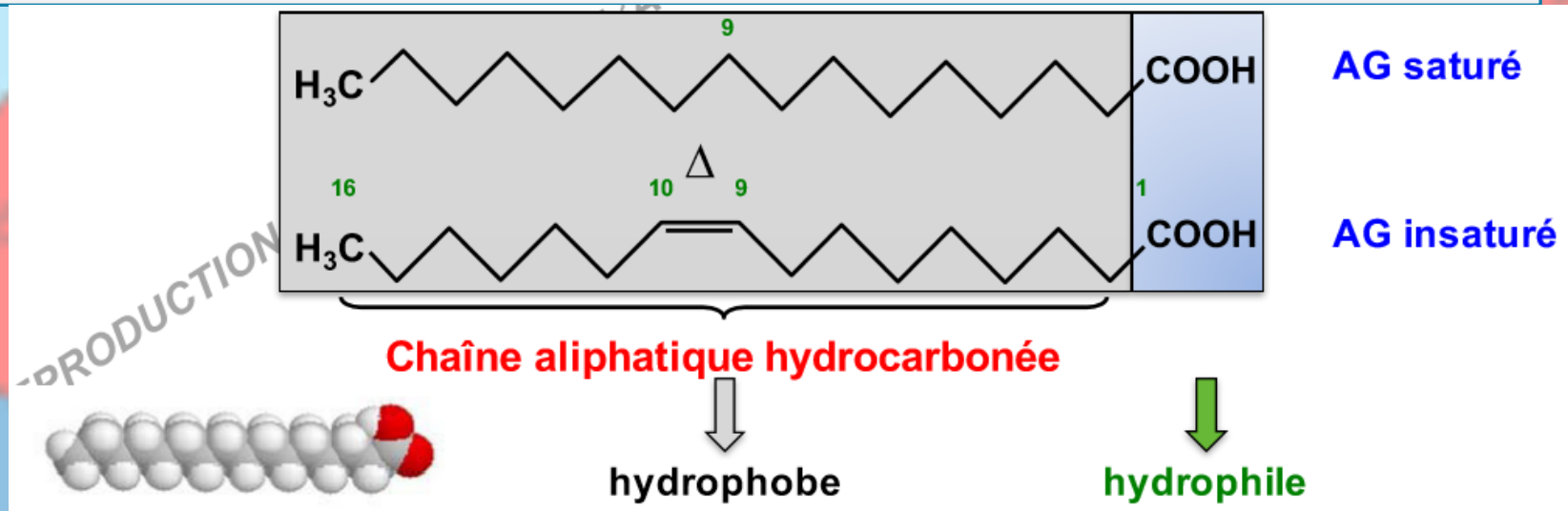
III. LES LIPIDES SIMPLES

A. Les Acides Gras

1) Structure

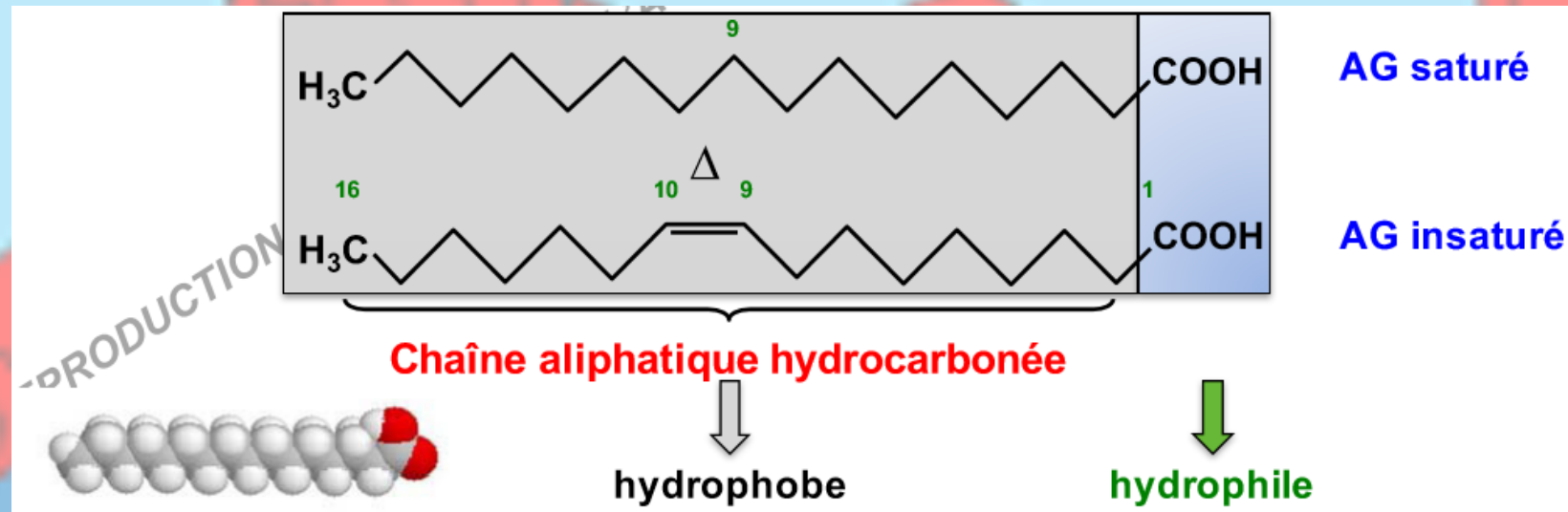
Ce sont des **acides monocarboxyliques** de forme **[R-COOH]**

R = chaîne aliphatique hydrocarbonée avec au minimum 4C (souvent entre 14 et 22C)



Caractéristiques :

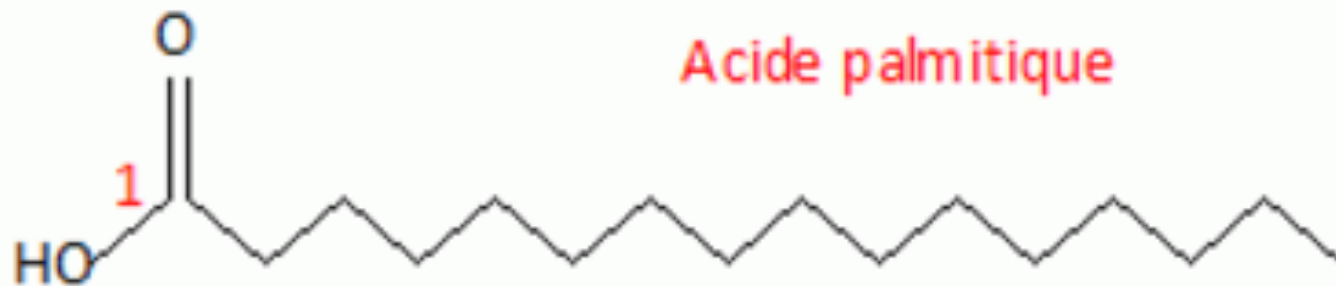
- ❖ Les AG naturels, ont en général ont un **nombre de carbones pair**.
- ❖ La chaîne peut être **saturée ou insaturée** avec au maximum 6 doubles liaisons le plus souvent en **CIS**



2) Dénomination des Acides Gras

Dénomination usuelle : nom que l'on donne à l'AG suite au **contexte** dans lequel on l'a découvert.

Ex : acide palmitique (16C)



Dénomination officielle : AG nommés à partir de **l'alcane correspondant**

Pour la numérotation des carbones **on part du carbone de la** fonction carboxylique.

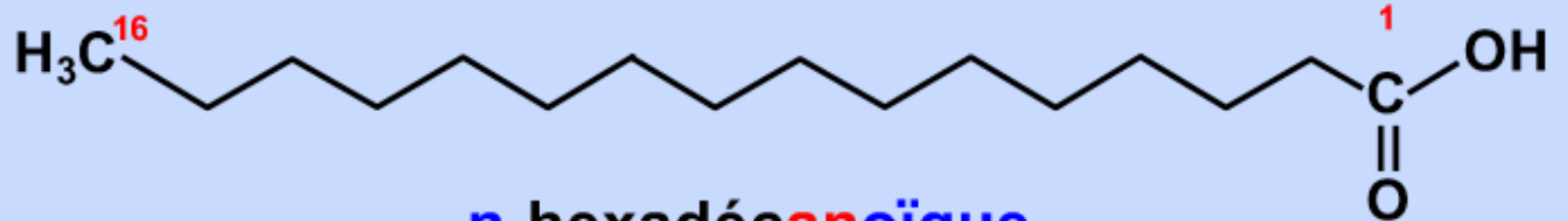
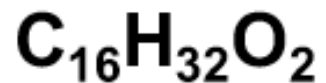
Ex : acide palmitique = acide hexadécanoïque.

Elle informe sur :

Le **nombre de carbones**

Le nombre de **doubles liaisons**, leur(s) position(s) et leur(s) configuration(s) CIS ou TRANS

Acide palmitique :



n-hexadécanoïque

AG non ramifié

caractère saturé

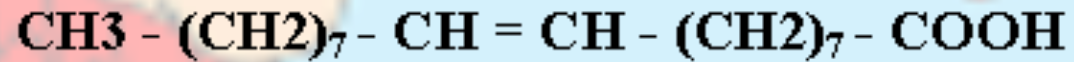
nombre de carbones

3) Nomenclature

La nomenclature simple : on numérote à partir du **1^{er} carbone du groupement COOH.**



CIS et TRANS ne sont pas précisés



C18 :1(9c)

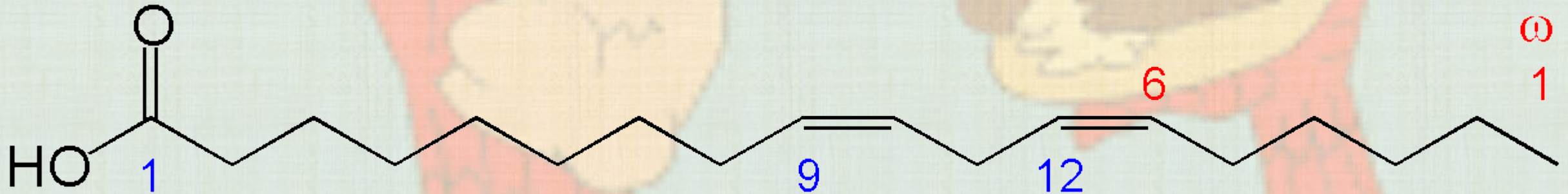
C18 :1(Δ^9)



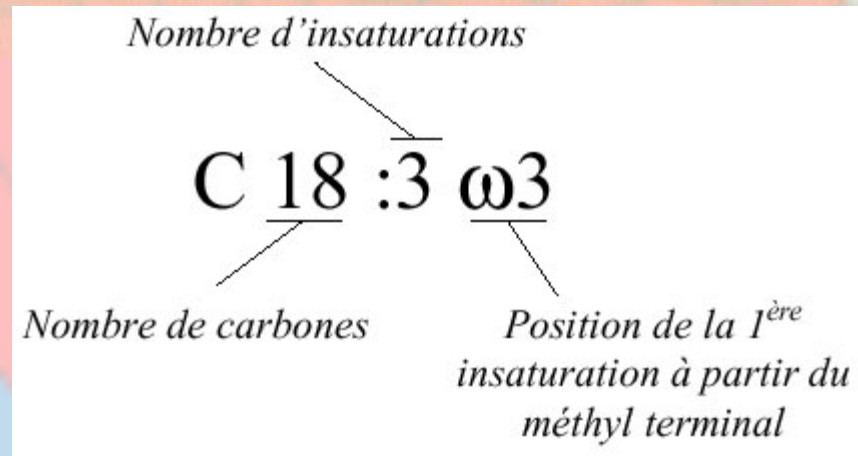
La nomenclature oméga (ω) : Elle numérote les C à partir du CH₃ terminal.

On note ωx , où x est le nombre de carbones positionnant la 1^{ère} insaturation

Pour savoir la position des autres insaturations, on se réfère à la **structure malonique**.



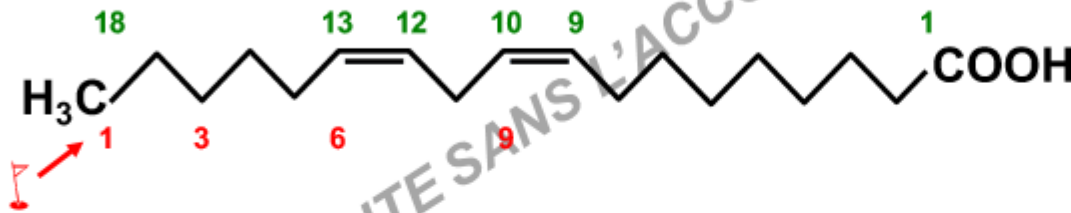
Exemples : L'acide linoléique est un $\omega 6$, car 1^{ère} double liaison se trouve sur le C6 en partant du CH₃



La nomenclature n : => on a n = ω

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

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



C18:2 \downarrow 6
n = 18 - 12 = 6

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



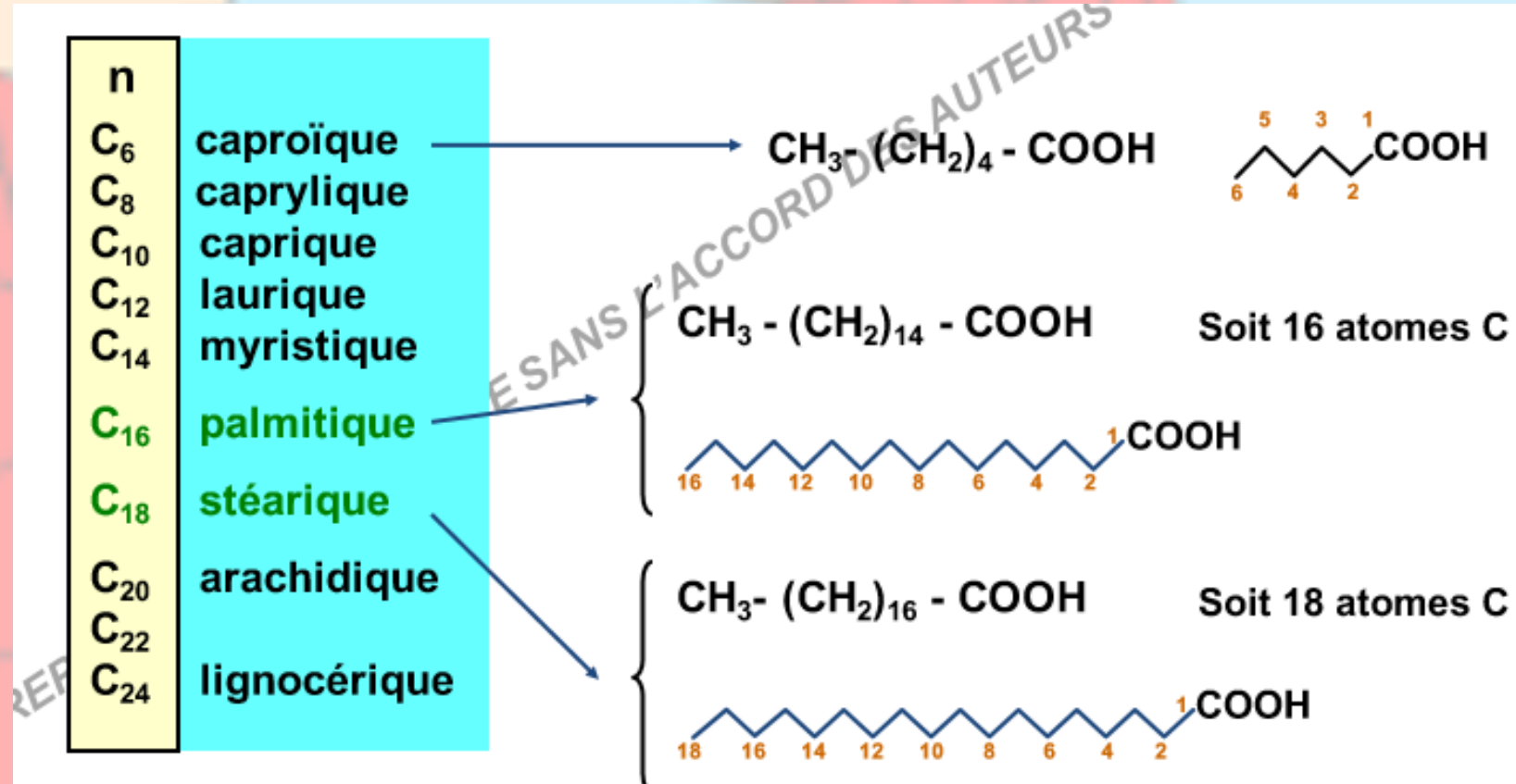
C18:3 \downarrow 3
n = 18 - 15 = 3

4) Les Acides Gras Saturés

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

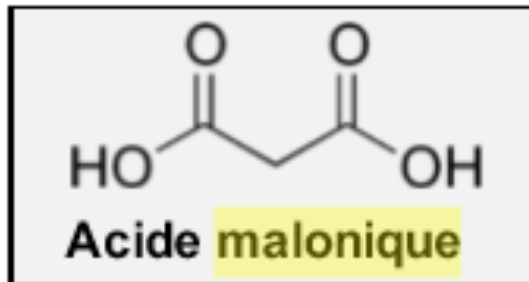
On a différents groupes d'AG en fonction de **la longueur de la chaîne** qui dépend des tissus.

- 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 : $C \geq 22$



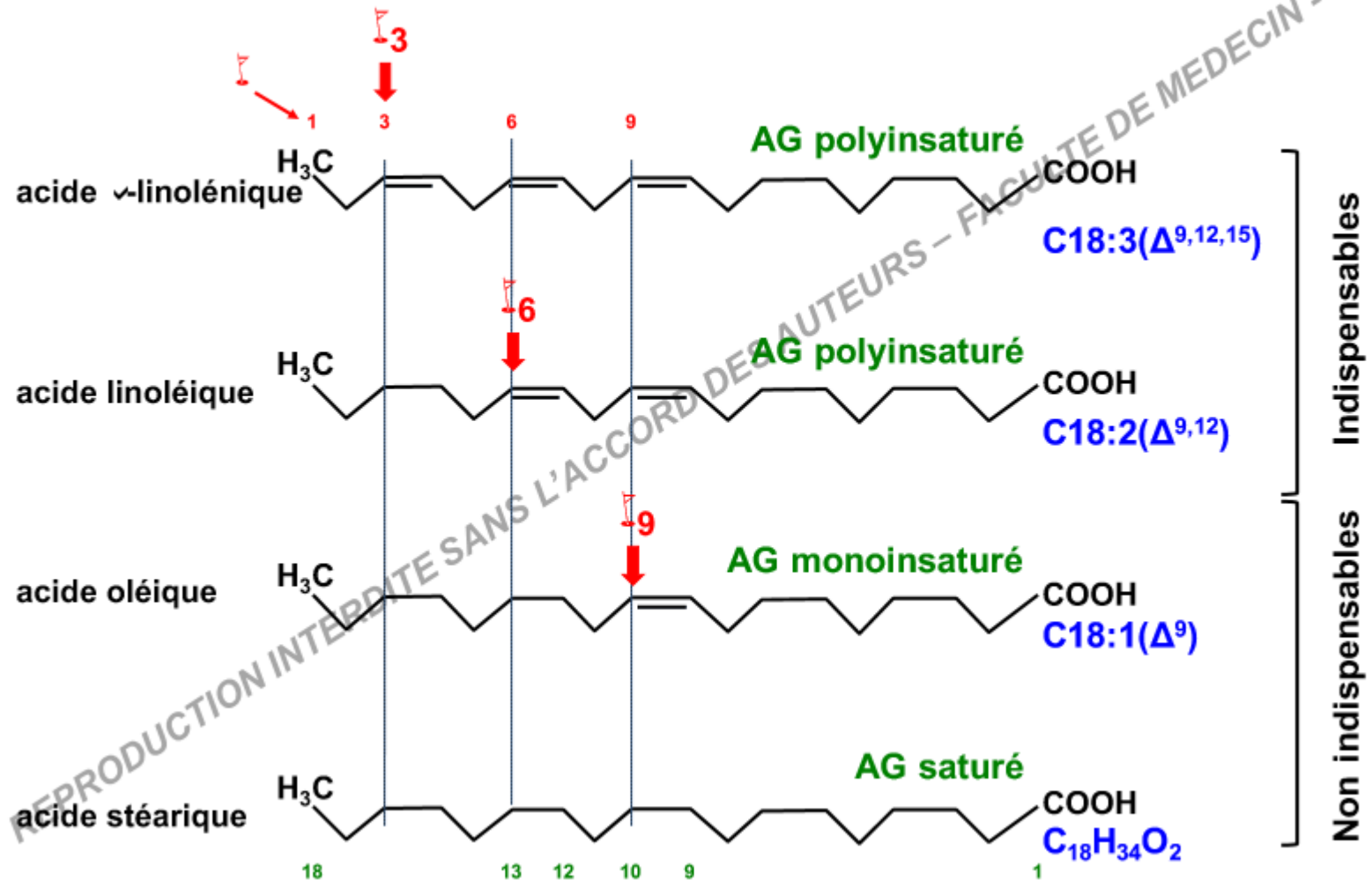
5) Les Acides Gras Insaturés

- ❑ 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**.



Définition Famille AG polyinsaturés (AGPI) : ensemble des AG polyinsaturés dont la 1^{ère} double liaison, en **nomenclature oméga**, est située en position identique. Chez l'homme, 2 principales familles des AGPI : les $\omega 3$ et les $\omega 6$

Famille d'acides gras polyinsaturés

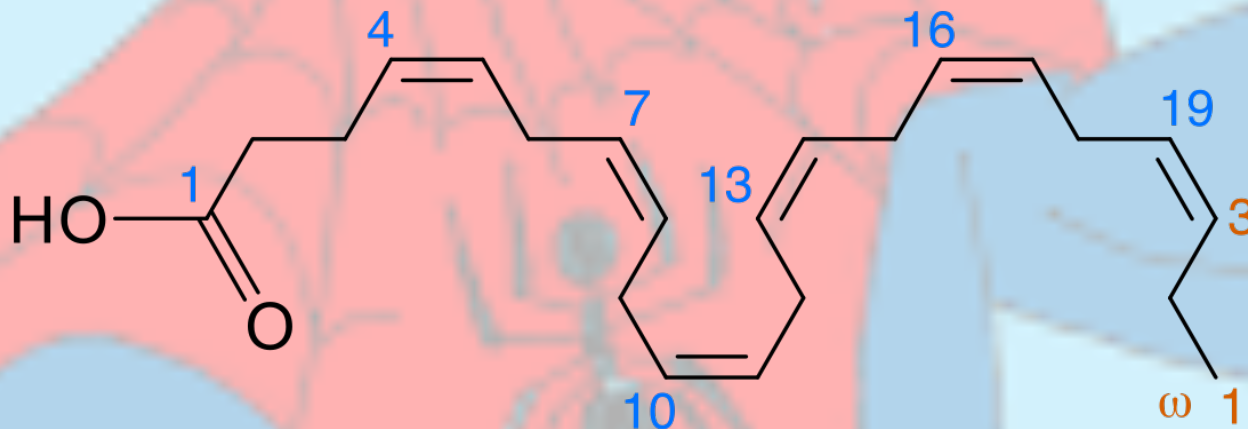


6) Les acides gras indispensables/ non indispensables :

AGPI indispensables : apportés **QUE** par l'alimentation.

AGPI non indispensables : provenant de l'organisme et de l'alimentation.

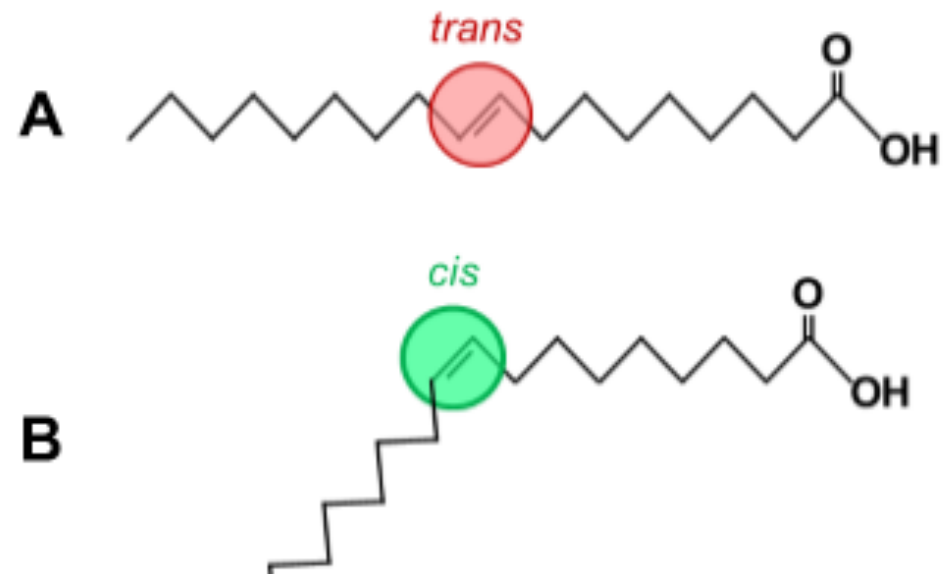
- ❖ L'acide **linoléique et alpha-linoléique** sont les **2 seuls indispensables** chez l'homme.
- ❖ L'acide **Docosahexaénoïque (DHA)** (C22 : 6, ω 3) peut être synthétisé mais pas en quantité suffisante qui comble par l'alimentation : il est donc considéré comme **indispensable**.



7) Les Acides Gras Atypiques

Définition des AG atypiques : **AG en TRANS**, ce qui entraîne des changements dans la fluidité de la membrane. Ces AG sont **toxiques** pour nous et les animaux.

- Source naturelle, mineure : les **ruminants**
- Source industrielle majeure : hydrogénisation des aliments pour les conserver
- **PATHO** : augmente le **risque cardio-vasculaire**

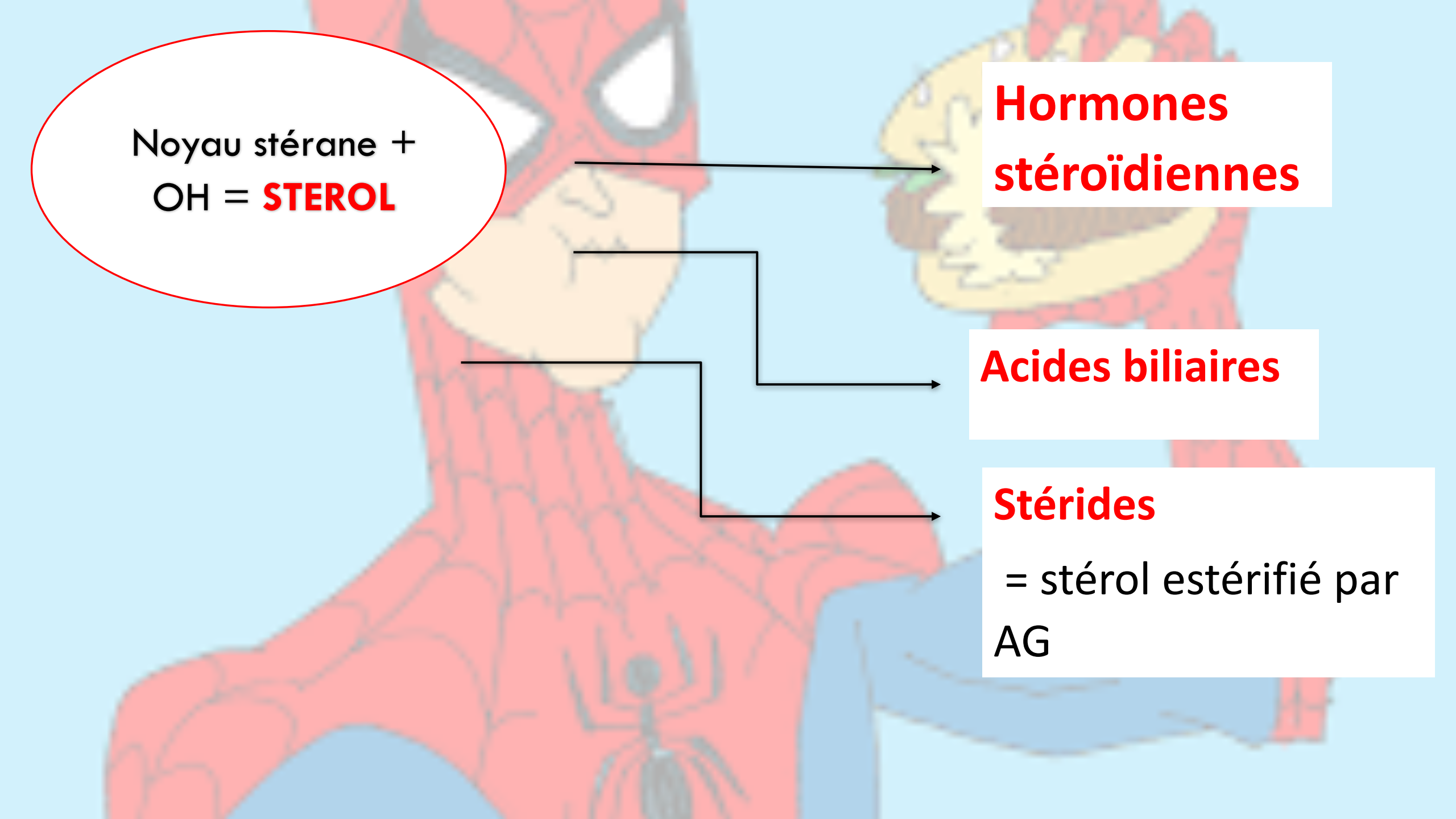


B) Les Stérides/esters de Stérol

➤ 2 classifications :

❑ Une classique

❑ 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.

A background image of Spider-Man in his red and blue suit, holding a large burger. The image is used as a visual metaphor for the biological molecules being discussed.

Noyau stérane +
OH = **STEROL**

**Hormones
stéroïdiennes**

Acides biliaires

Stérides
= stérol estérifié par
AG

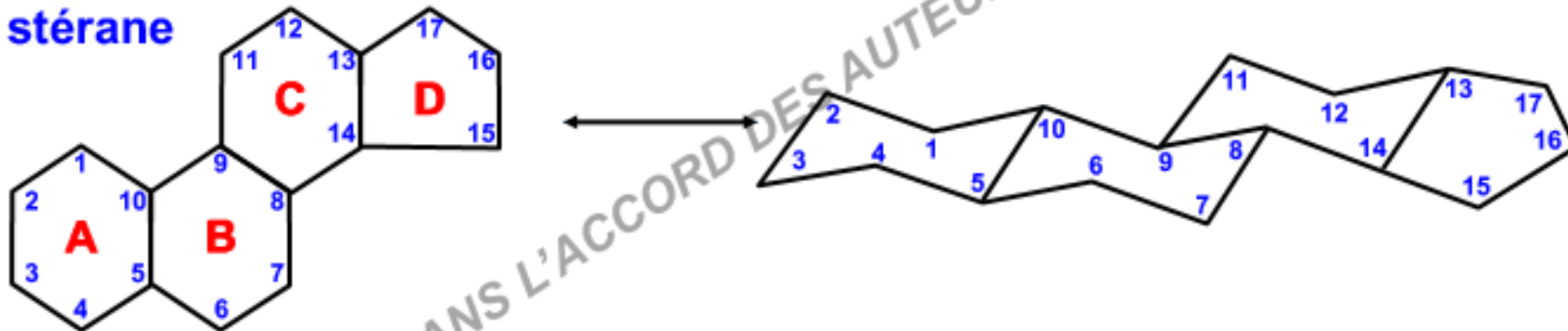
La structure de base : **un noyau stérane** à 4 cycles

➤ 3 cyclohexanes (6C)

➤ 1 cyclopentane (5C)

⇒ structure polycyclique, rigide et hydrophobe

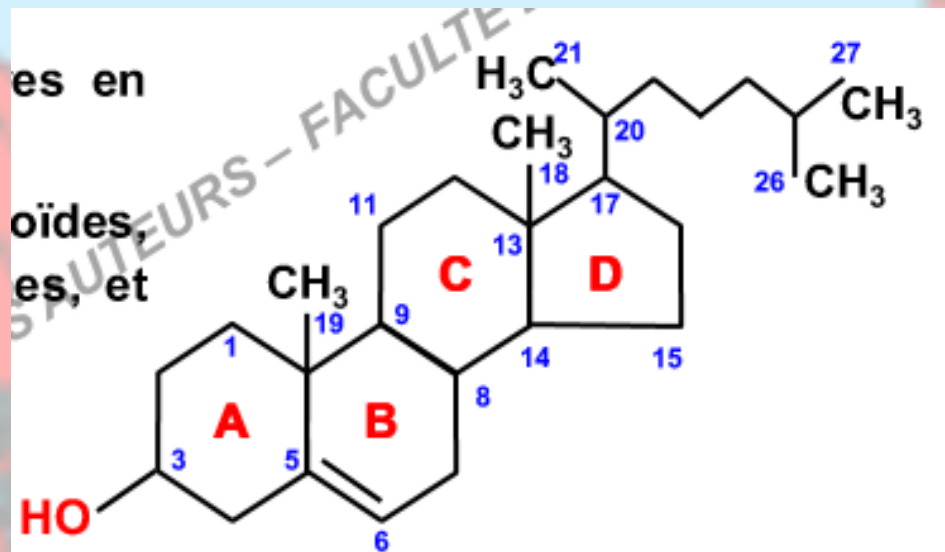
noyau stérane



Dérivés stéroïds

➤ Le cholestérol:

- Principal **stérol** d'origine animale
- Présent dans les structures membranaires pour donner de la **fluidité**
- Molécule **amphiphile**



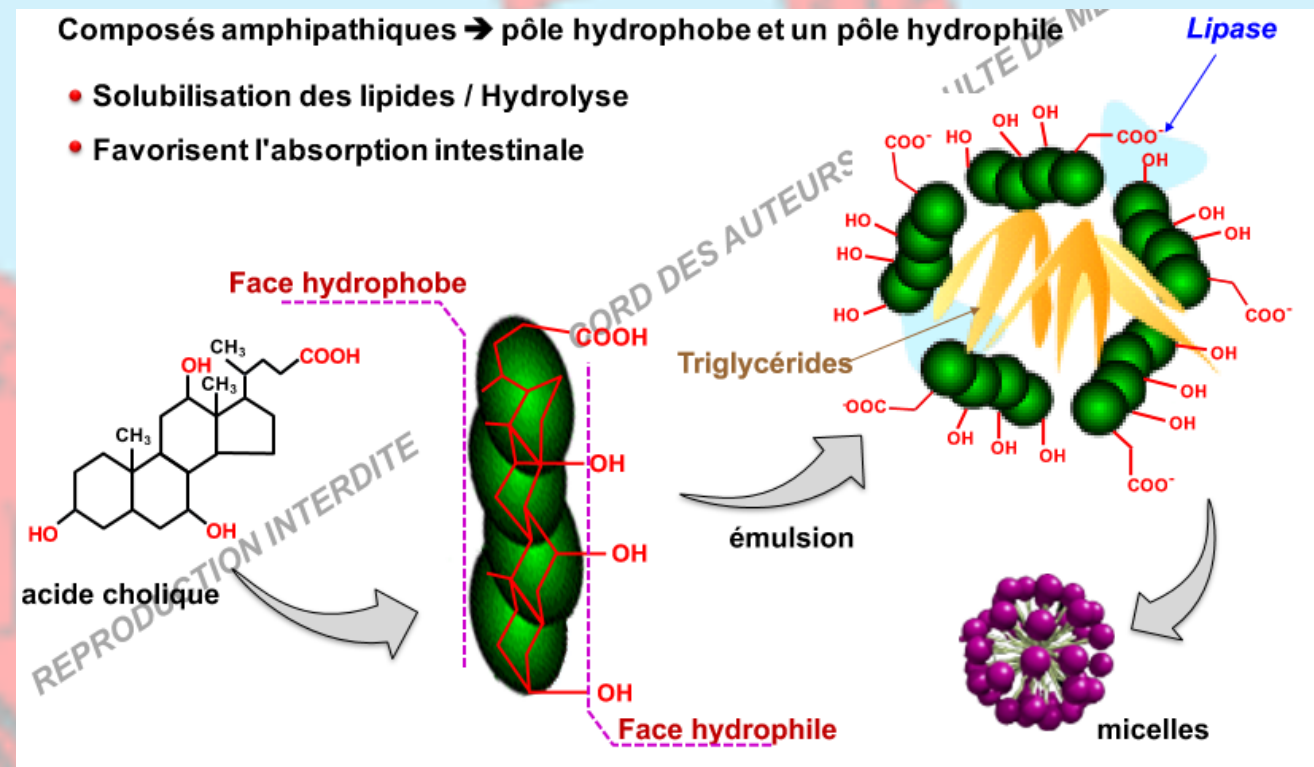
➤ Les acides biliaires

- Synthétisés par le **foie** et stockés dans la bile, ce sont des molécules **amphipatiques**

- Rôles :

❖ Permettent l'absorption intestinale + la solubilisation des lipides en formant une structure micellaire.

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



A cartoon illustration of Spider-Man in his red and blue suit, holding a large burger with cheese, lettuce, and tomato. The background is light blue.

➤ Les Hormones stéroïdiennes

Elles dérivent toutes du **cholestérol**

C) Les glycérolipides

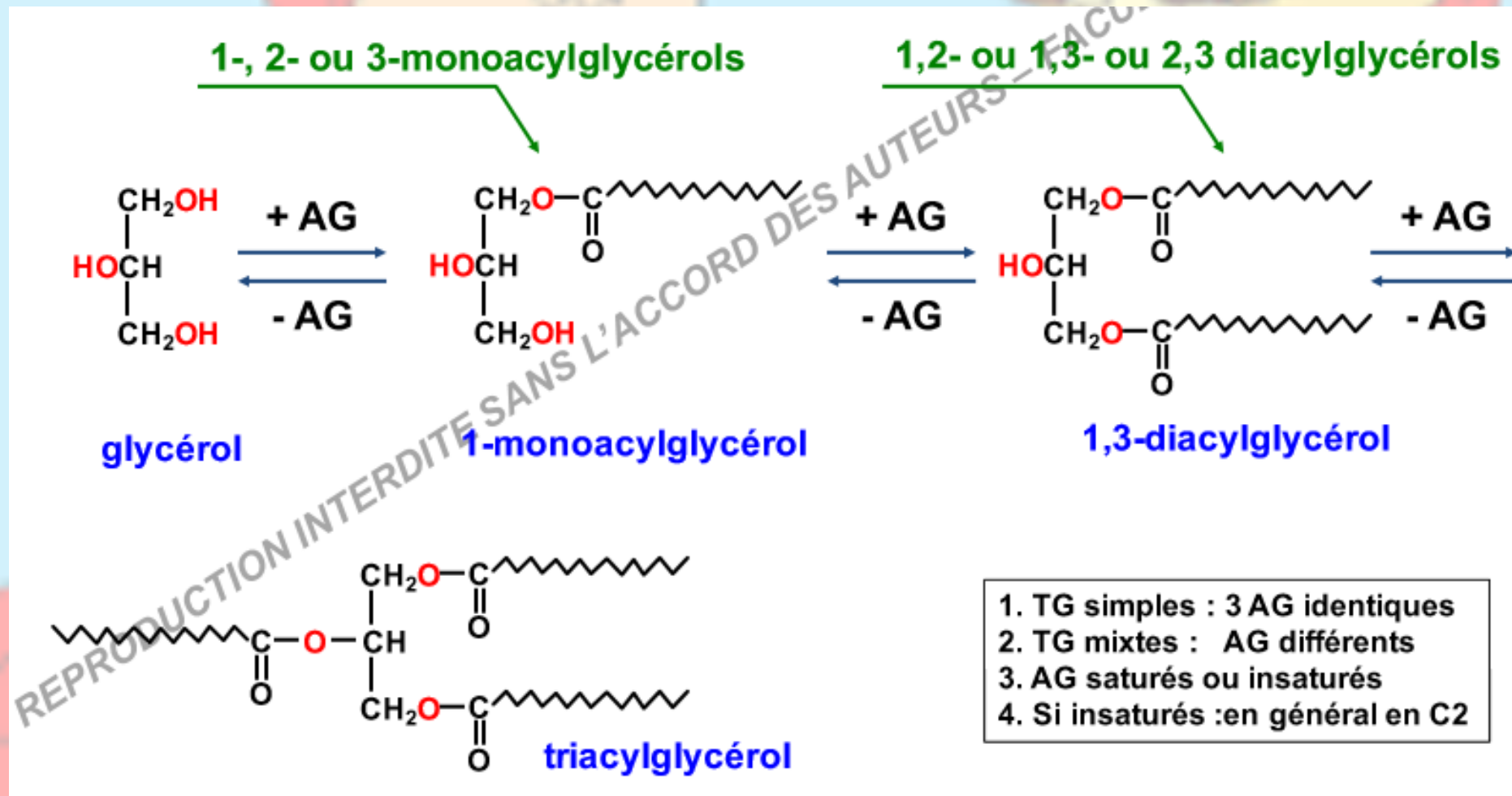
Les AG sont soit :

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

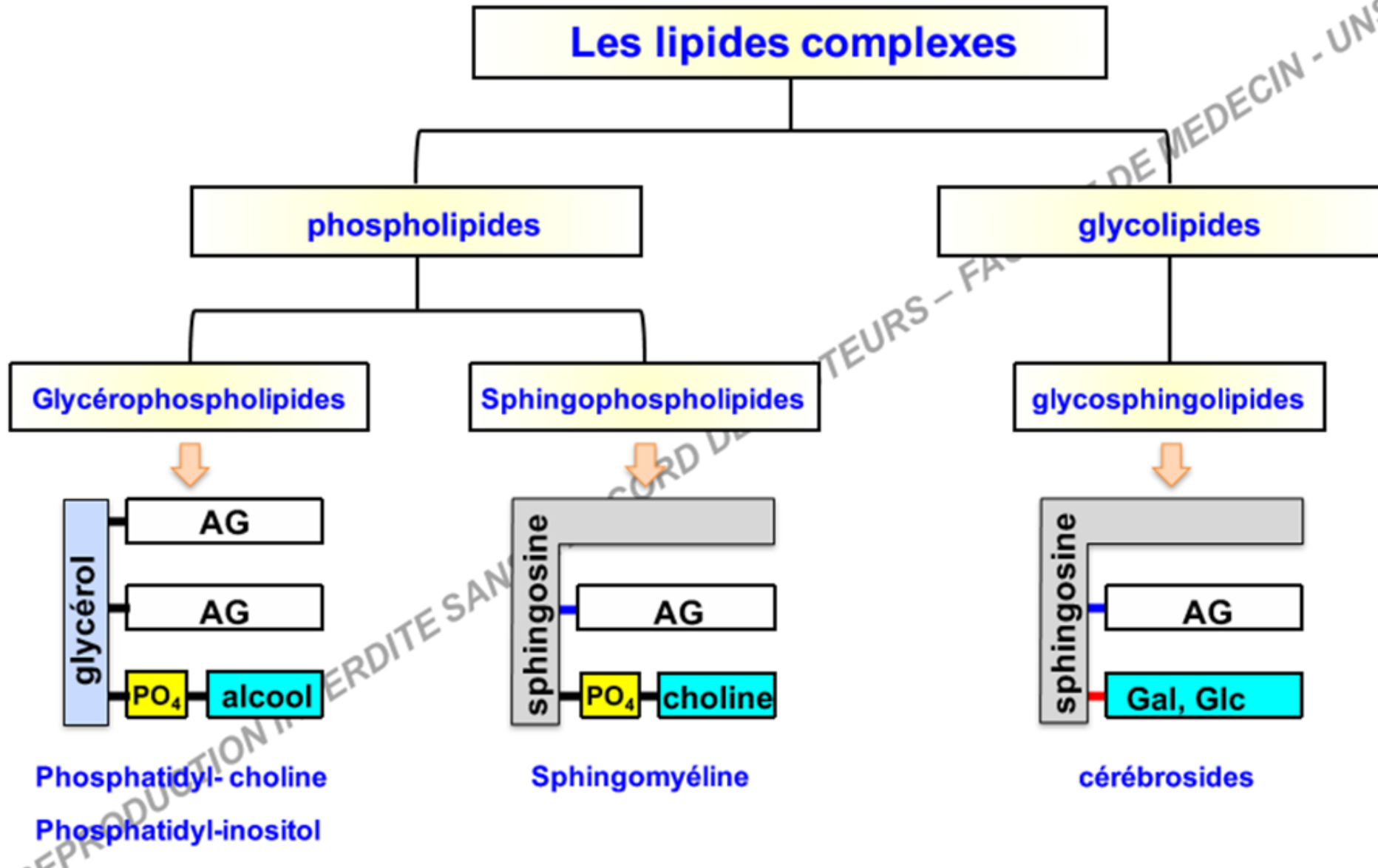
Définition triglycérides/triacylgcérols: produits de **l'estérification des 3 OH du glycérol** avec **3 AG** formant 3 liaisons esters

Leur formation est **progressive**

On peut avoir des : Triglycérides simples, complexes, saturés ou insaturés
(généralement la **double liaison est en C2 du glycérol**)



IV – LES LIPIDES

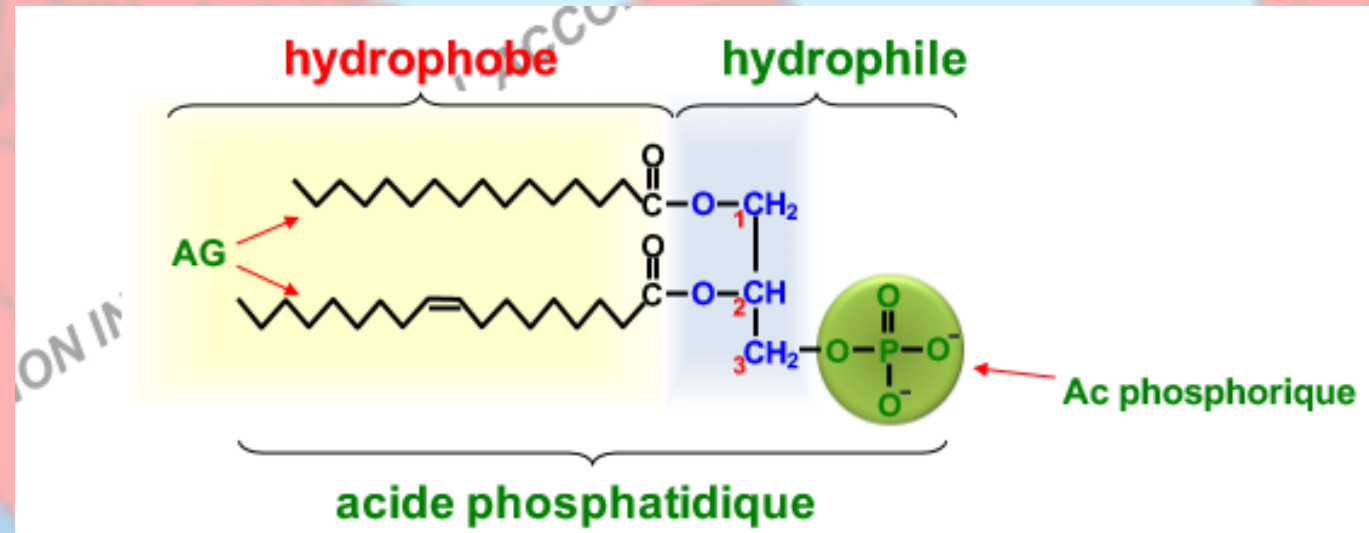


A) Les phospholipides

1) Les glycérophospholipides

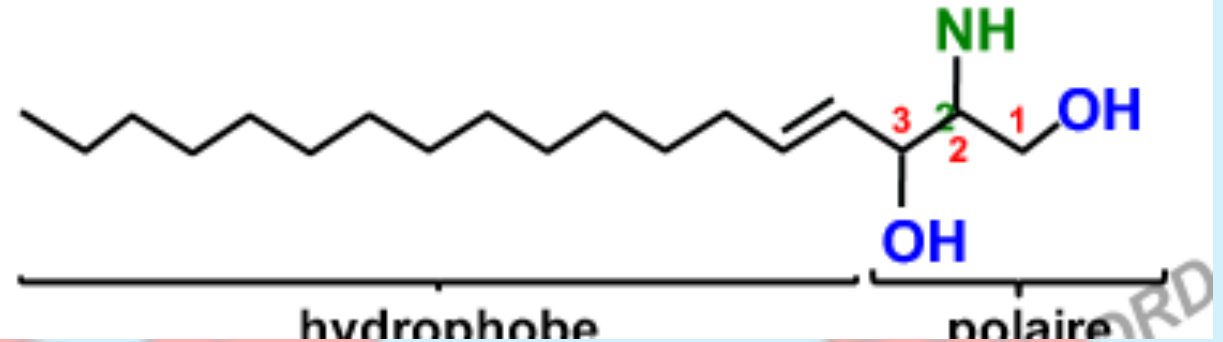
Définition Glycérophospholipides : constituants majeurs des membranes biologiques. Formé par l'estérification d'une des fonctions $-OH$ par un groupement $-X$ permettant de les classer selon 5 classes

Précurseur : **Acide phosphatidique** = Un **glycérol** estérifié par **2 AG** + **acide phosphorique** en C3. Molécule amphiphile.



2) Les Sphingolipides

Définition : composants essentiels des **membranes biologiques**, notamment dans le cerveau car ces molécules participent à la propagation de l'influx nerveux.



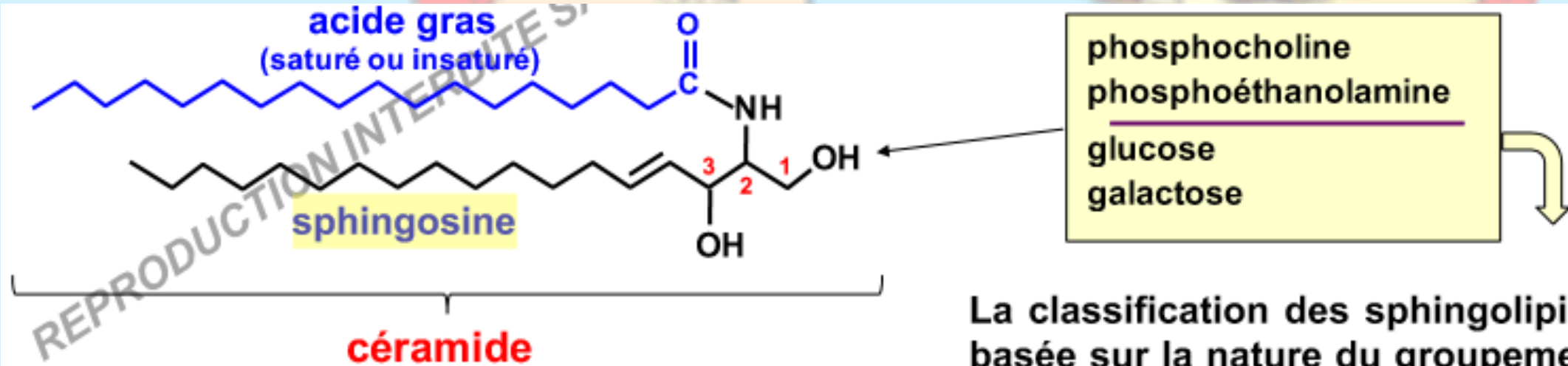
Formation :

Squelette de base : **Sphingosine**

➤ molécule amphiphile formée :

- Une chaîne **aliphatique de 16 à 18 C** + double liaison **trans**
- 2 fonctions **alcool** + fonction **amine**

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



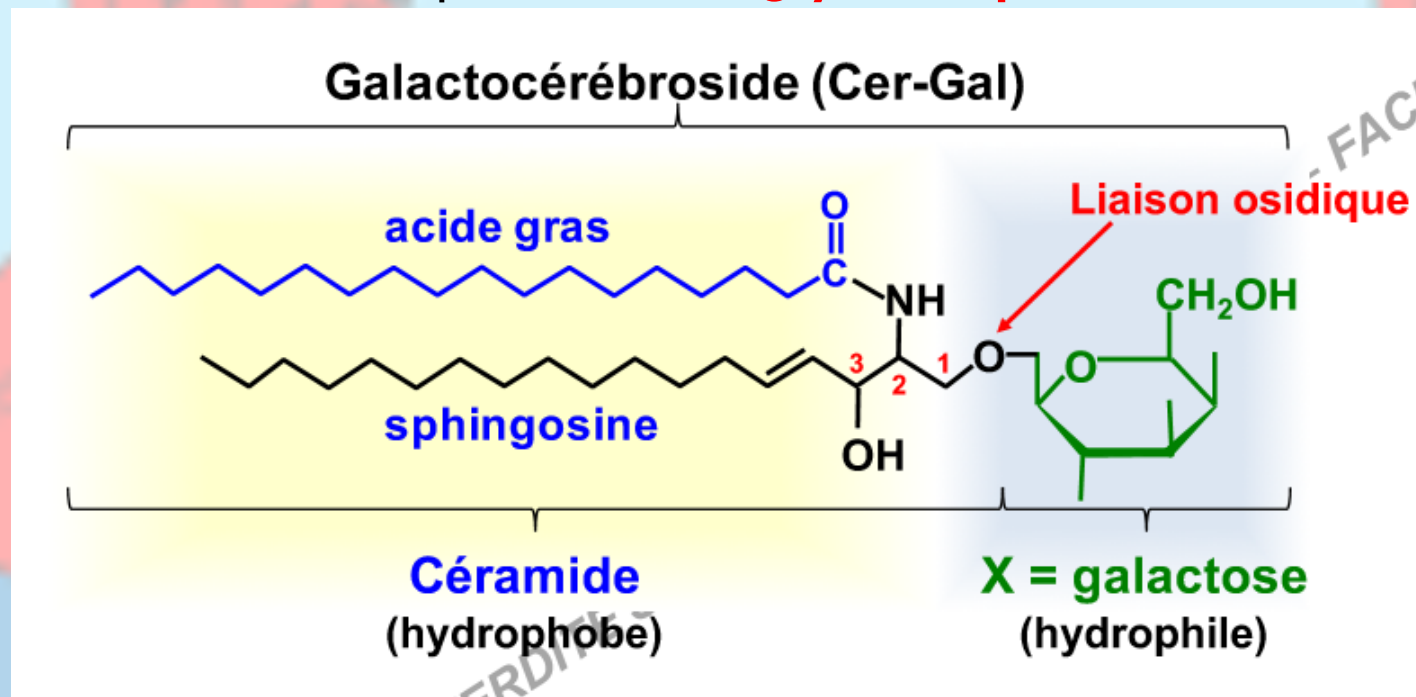
La classification des sphingolipides est basée sur la nature du groupement X lié à l'hydroxyle du C1 du céramide

B) Glycolipides (= glycosphingolipides)

Définition : composants essentiels du **feuillet externe** des membranes plasmiques cellulaires, notamment dans **le tissu nerveux**

Composition :

- **Alcool primaire** de la céramide lié par liaison **O-glycosidique** en C1 à un ou plusieurs **sucres**



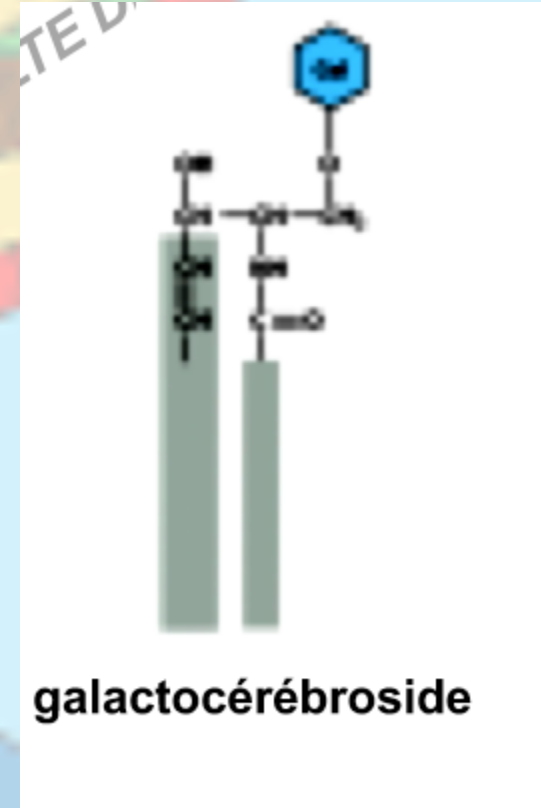
Principales fonctions :

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

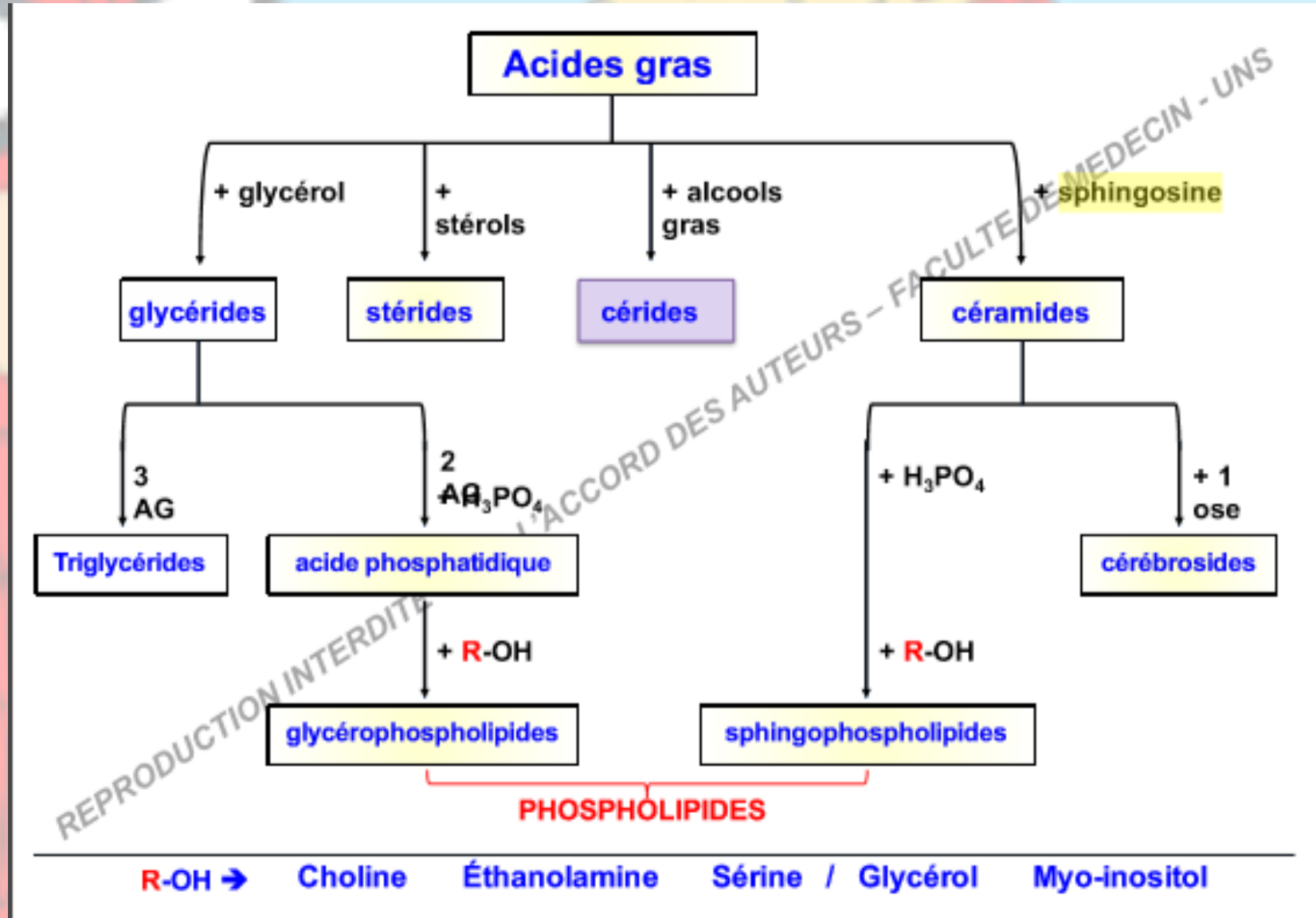


Le nombre et le type de résidus osidiques déterminent la **nature du glycosphingolipide**

- **PAS de phosphate** +++



BILAN



QCM TIME

QCM 1 : A propos de ce lipide :



- A) En nomenclature simple, la 1^{ère} double liaison de cet AG se trouve au 9^e carbone
- B) C'est un oméga 6
- C) Sa partie hydrophobe se trouve à droite de la figure
- D) $n = 6$
- E) Tout est faux

CORRECTION

QCM 1 : ABCD

A) Vrai

B) Vrai

C) Vrai

D) Vrai $n = 18 - 12 = 6$

QCM 2 : A PROPOS DES LIPIDES,

- A) La chaîne hydrocarbonée des acides gras peut contenir entre 4 et 22 atomes de carbones
- B) La tête polaire des acides gras, formée par une fonction acide carboxylique, est lipophile
- C) Lorsqu'un acide gras se lie à un glycérol il se produit une réaction d'estérification entre l'acide carboxylique de l'acide gras et la fonction alcool du glycérol
- D) Les triacylglycérols sont dits amphiphiles ou amphipathiques
- E) A, B, C, et D sont fausses

CORRECTION :

QCM 2 : ABC

- A) Vrai
- B) Vrai
- C) Vrai
- D) Faux : les triacylglycérols (ou triglycérides) sont totalement hydrophobes