

# Les Lipides

## I- Généralités

- Rôles biologiques et propriétés fonctionnelles des lipides
- Classification

## II- Les acides gras

- les acides gras saturés et insaturés
- nomenclatures
- propriétés physico-chimiques et réactivité

## III- Les lipides simples

- les acylglycérols : structures et propriétés
- les cérides et stérides

## IV- Les lipides complexes

- les glycérophospholipides
- les sphingolipides

## V- Les lipides polyisopréniques

## Définition

*‘Lipides’ désigne les matières grasses, huileuses ou cireuse que l’on extrait à l'aide de solvants organiques*

**Famille où toutes les molécules ont en commun un caractère **hydrophobe** important**

## Rôles biologiques des lipides

Fonctions biologiques :

1- Source énergétique

2- Eléments de structure :

- Constituants des biomembranes (plasmiques ou intracellulaires)
- Composants des cuticules cireuses des végétaux (protège de la déshydratation)

3- Précurseurs de métabolites essentiels :

- Vitamines
- Hormones
- Récepteurs cellulaires

## Propriétés fonctionnelles

Les lipides sont très largement utilisés en industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique. et ponctuellement utilisés dans les industries textiles métallurgiques et pétrolières

1- Propriétés tensio-actives :

- agent émulsifiant / surfactant
- agent moussant
- agent mouillant
- détergent

## Propriétés fonctionnelles

2- Propriétés anti-oxydante ( $\beta$ -carotènes/tocopherol)

3- Dépresseur de l'activité de l'eau (agent de conservation)

4- Pouvoir colorant ( $\beta$ -carotènes)

5- Pouvoir aromatique (terpènes) / Sapidité

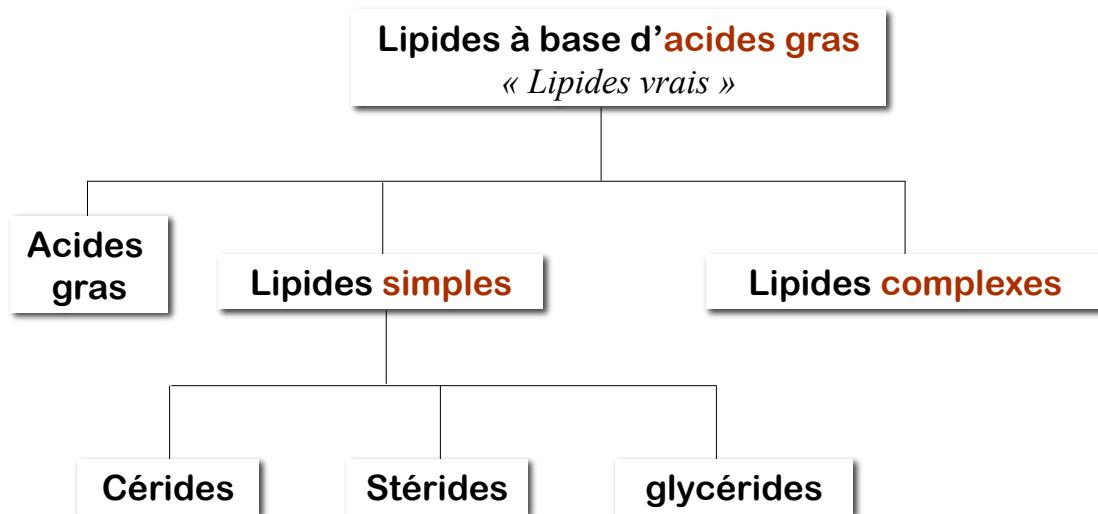
6- Agent de texture : onctuosité, malléabilité (point de fusion bas)

7- Conducteur de chaleur

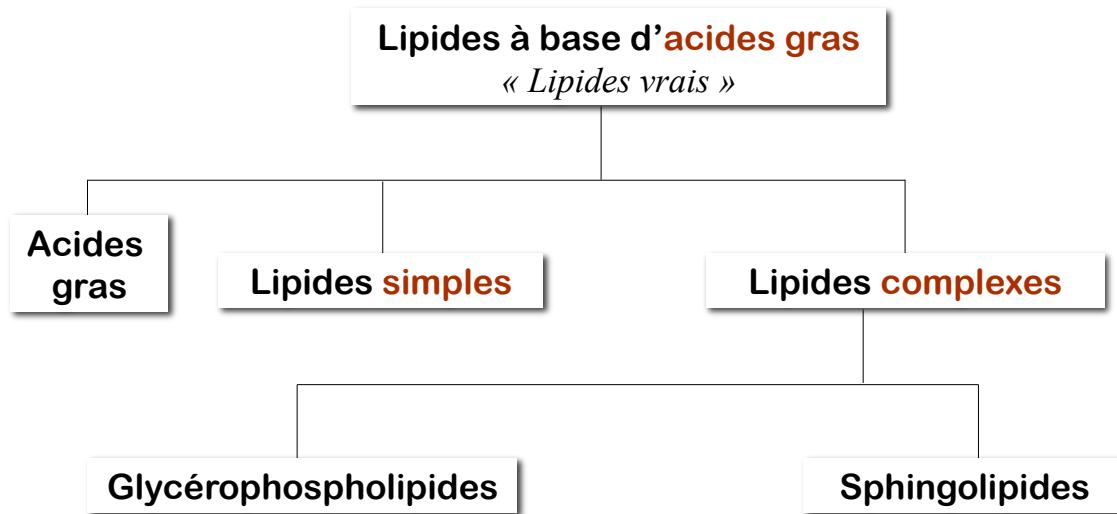
## Classification



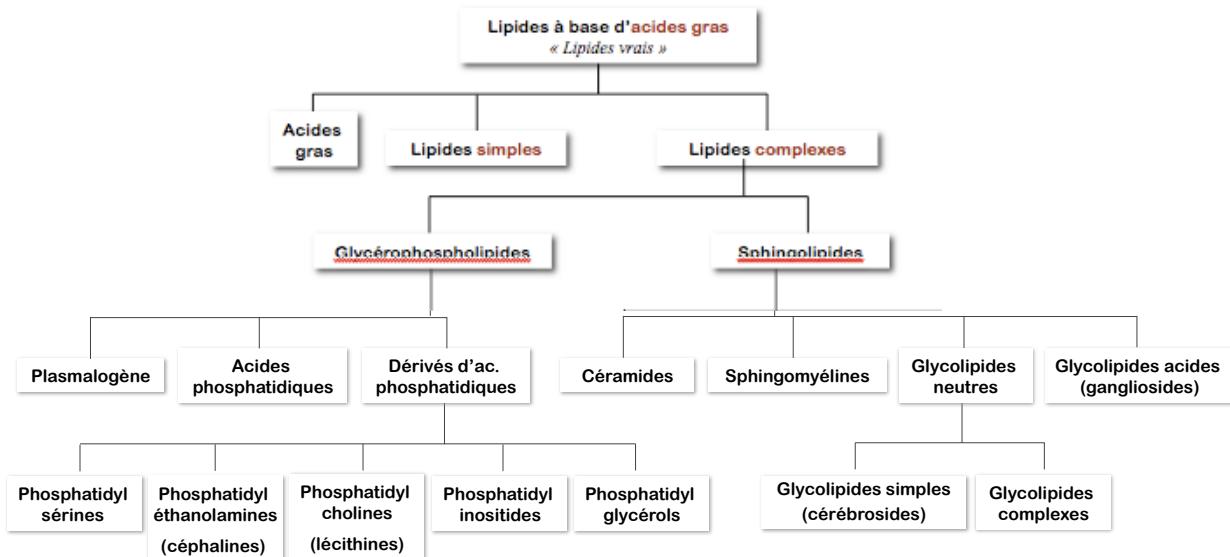
## Classification



## Classification

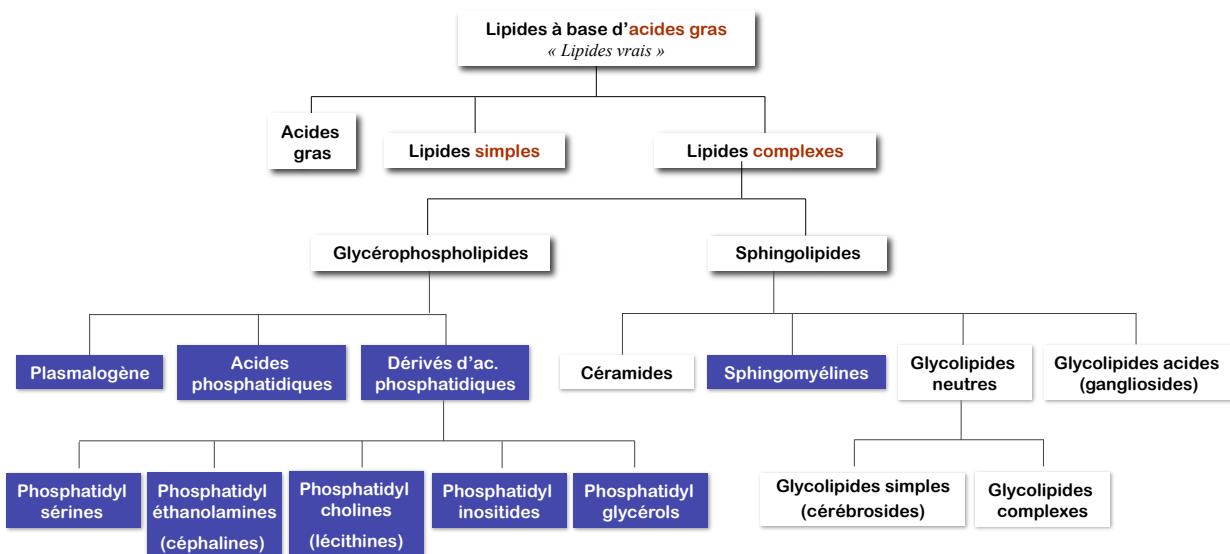


# Classification



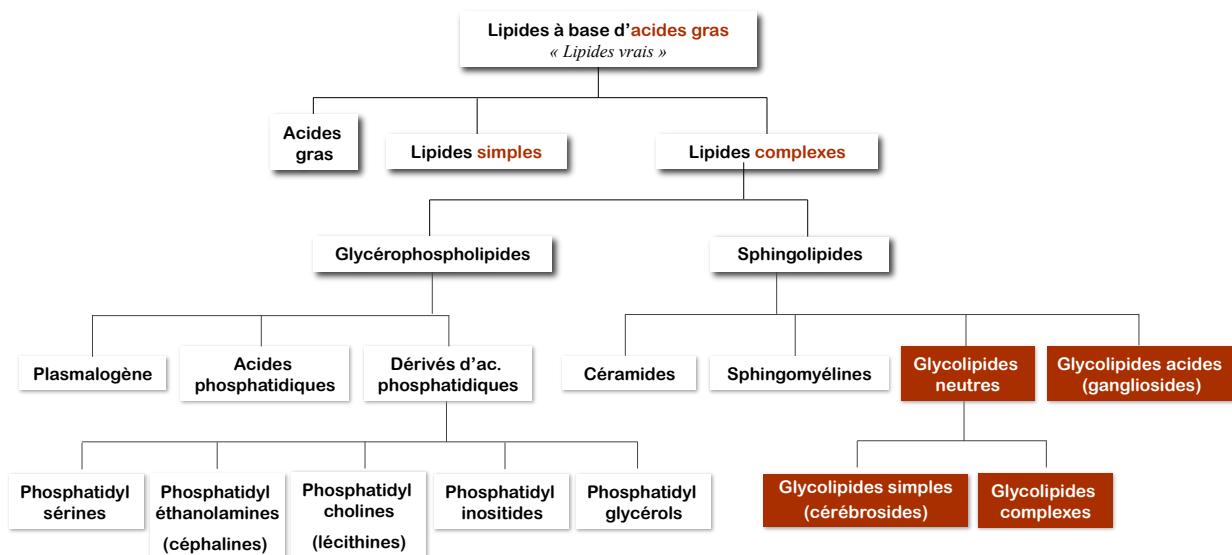
# Classification

## Les Phospholipides :



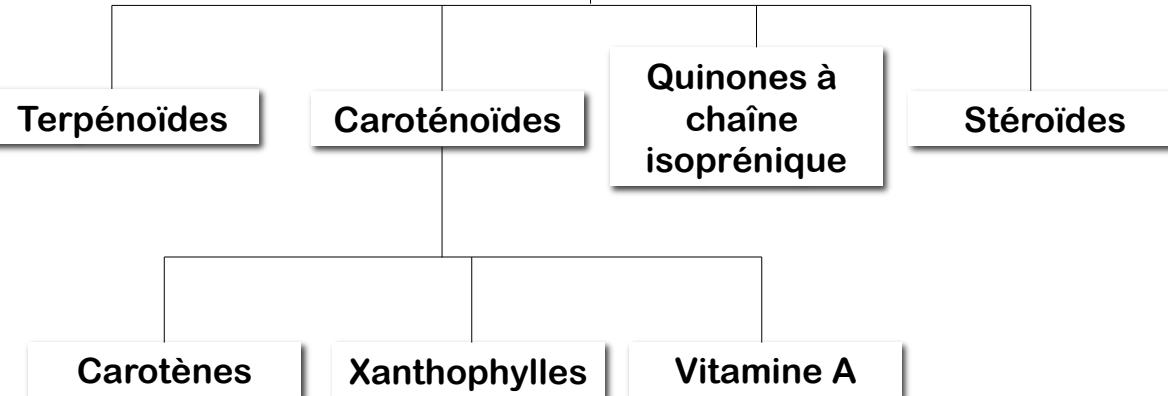
# Classification

## Les Glycolipides :

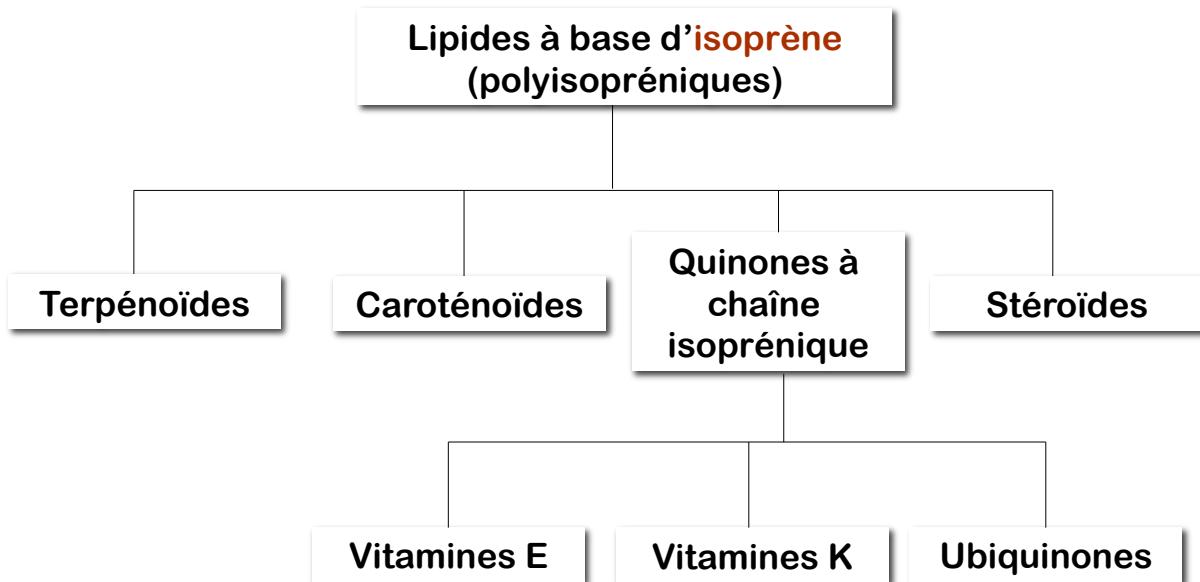


# Classification

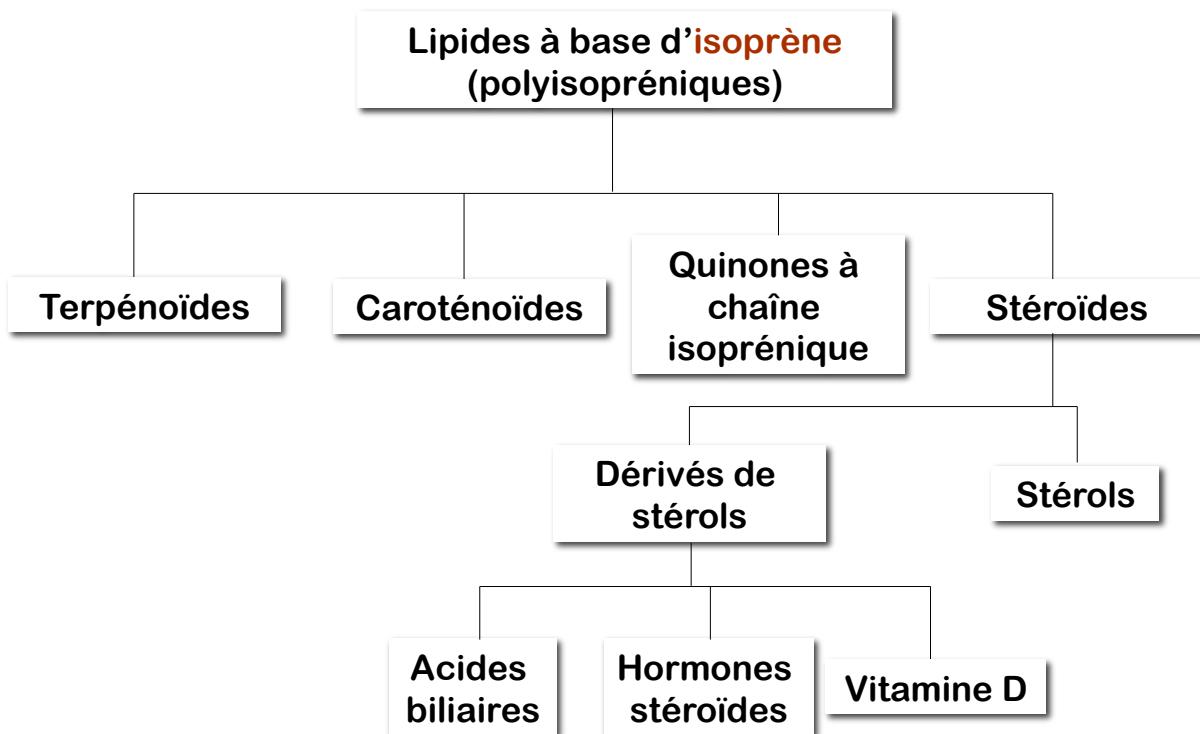
## Lipides à base d'isoprène (polyisopréniques)



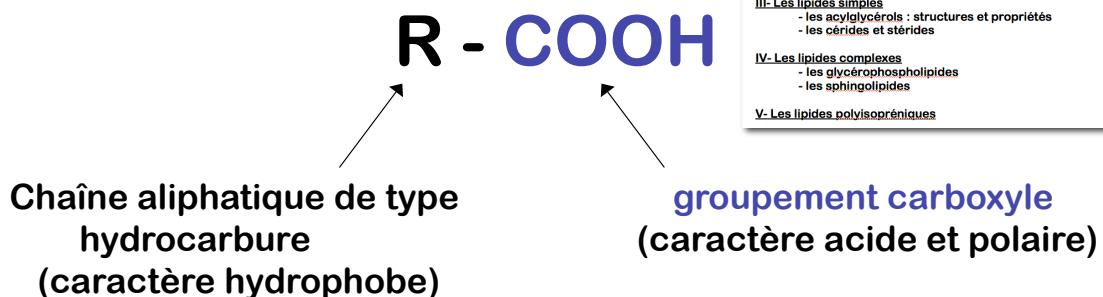
## Classification



## Classification



# Les acides gras : présentation

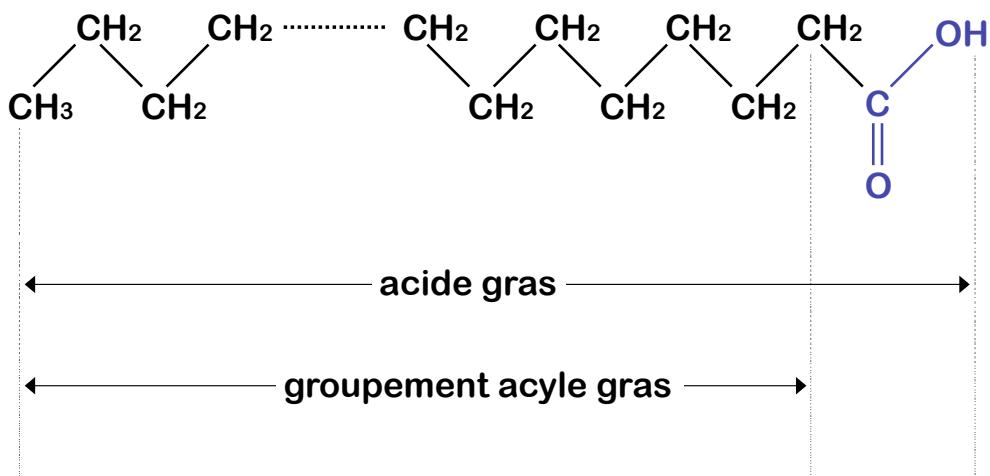


- I- Généralités
  - Rôles biologiques et propriétés fonctionnelles des lipides
  - Classification
- II- Les acides gras
  - les acides gras saturés et insaturés
  - nomenclatures
  - propriétés physico-chimiques et réactivité
- III- Les lipides simples
  - les acylglycérols : structures et propriétés
  - les cérides et stérides
- IV- Les lipides complexes
  - les glycérophospholipides
  - les sphingolipides
- V- Les lipides polyisopréniques

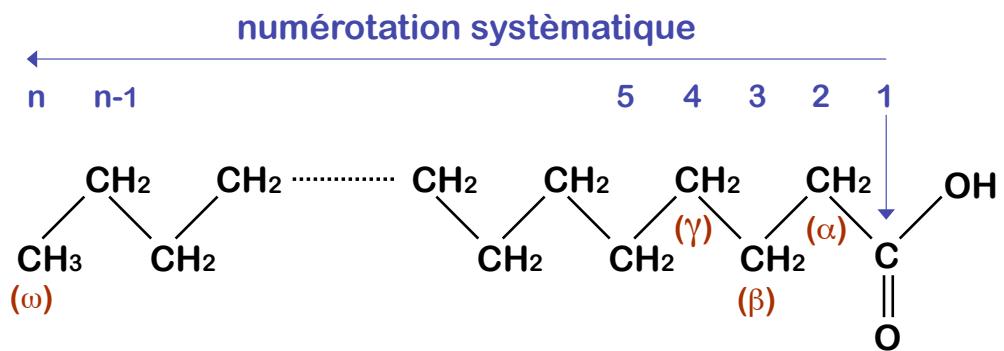
La majorité des acides gras naturels présente les caractères communs suivants :

- **monocarboxylique**
- chaîne **linéaire** avec un nombre pair de carbones (de 4 à 36)
- **saturés** ou en partie **insaturés** avec un nombre de double liaisons maximal de 6

## Les acides gras : nomenclature

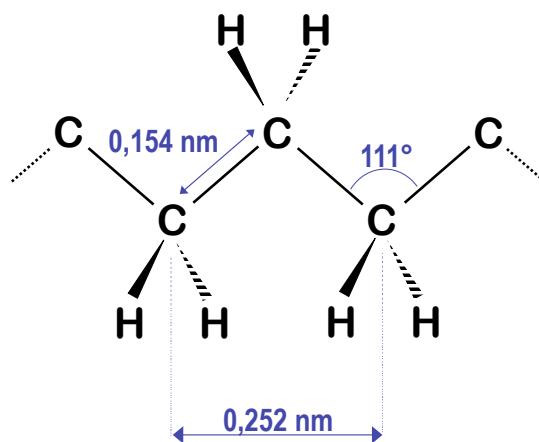


## Les acides gras : nomenclature



## Les acides gras saturés

**Formule générale :  $C_n H_{2n} O_2$**



La structure des différents acides gras saturés ne **diffère que par le nombre de carbone de la chaîne hydrocarbonée**

## Les acides gras saturés

- Nom systématique : n-[nC] « an oïque »

n : indique qu'il s'agit d'une chaîne

linéaire non branchée

[nC] : nombre de carbones

« an » : indique que la chaîne est saturée

- Symbole : C<sub>n</sub>:0 (0 indique que la chaîne est saturée)

- Le nom courant rappel l'origine

## Les acides gras saturés : exemple

- Nom systématique : « acide n-hexanoïque »

n : indique qu'il s'agit d'une chaîne

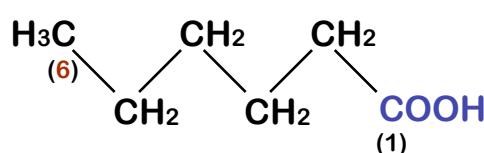
linéaire non branchée

[nC] = 6

« an » : indique que la chaîne est saturée

- Symbole : C<sub>6</sub>:0 (0 indique que la chaîne est saturée)

- Le nom courant = acide caproïque



## Les acides gras saturés : exemple

- Nom systématique : « acide **n-hexadécanoïque** »

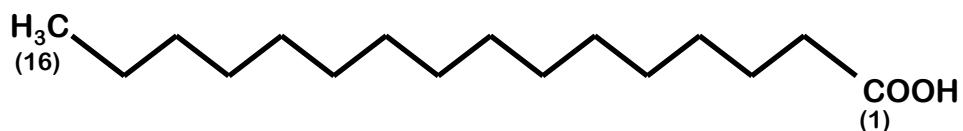
**n** : indique qu'il s'agit d'une chaîne linéaire non branchée

**[nC] = 16**

« **an** » : indique que la chaîne est saturée

- Symbole : **C 16:0** (0 indique que la chaîne est saturée)

- Le nom courant = **acide palmitique**



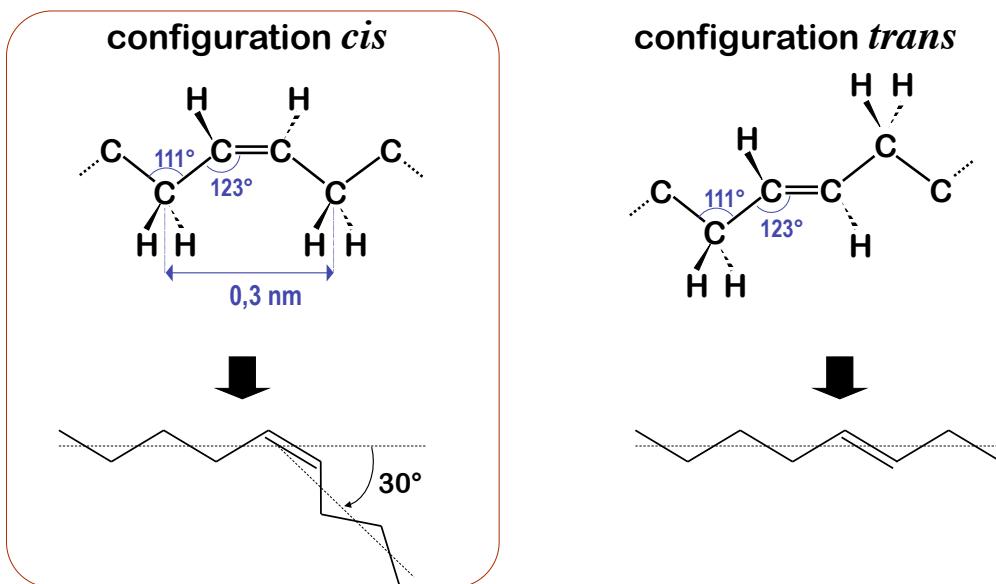
## Les acides gras saturés

<i>longueur relative</i>	<i>nC</i>	<i>nom systématique</i>	<i>nom courant</i>	<i>origine</i>
chaîne courte	4	n-butanoïque	butyrique	beurre
	6	n-hexanoïque	caproïque	lait de
	8	n-octanoïque	caprylique	chèvre
	10	n-décanoïque	caprique	
chaîne moyenne	12	n-dodécanoïque	laurique (laurier)	huile,
	14	n-tétradécanoïque	myristique (muscade)	graisses
	16	n-hexadécanoïque	palmitique (palmier)	animales et
	18	n-octadécanoïque	stéarique (suif)	végétales
chaîne longue	20	n-icosanoïque	arachidique	
	22	n-docosanoïque	béhénique	graines
	24	n-tétracosanoïque	lignocérique	
	26	n-hexacosanoïque	cérotique	
	28	n-octacosanoïque	montanique	cires des
	30	n-triacontanoïque	mélissique	plantes,
	32	n-dotriacontanoïque	lacéroïque	bactéries,
				insectes

## Les acides gras insaturés

Formule générale :  $C_n H_{2n-2x} O_2$  ( $x$  = nombre d'insaturation)  
les plus courants :  $C_{16} \rightarrow C_{20}$

2 isomères pour chaque liaison éthylénique :



## Les acides gras insaturés

- Nom systématique : *conf-p-[nC] x* « én oïque »

*conf-p-* : configuration (*cis/trans*) et position des doubles liaisons

[*nC*] : nombre de carbones

*x* : indique le nombre de double liaisons (di,tri...)

$$\begin{cases} x = 1 : \text{acide monoénique ou } \underline{\text{monoinsaturé}} \\ x > 1 : \text{acide polyénique ou } \underline{\text{polyinsaturé}} \end{cases}$$

- Symbole :  $C_n:m\Delta(p,p')$

$C_n$  : nombre de carbones

$m\Delta$  : nombre de double liaisons

$p,p' \dots$  : position des doubles liaisons

## Les acides gras insaturés : exemple

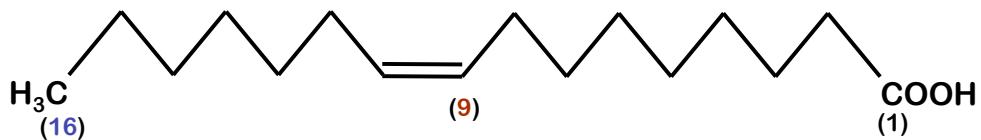
- Nom systématique : *cis*-9-hexadécénique

*conf-p-* : *cis*-9-

[nC] : 16

*x* = 1

- Symbole : C 16:1Δ<sup>(9)</sup>



- Nom courant = acide palmitoléique

## Les acides gras insaturés : exemple

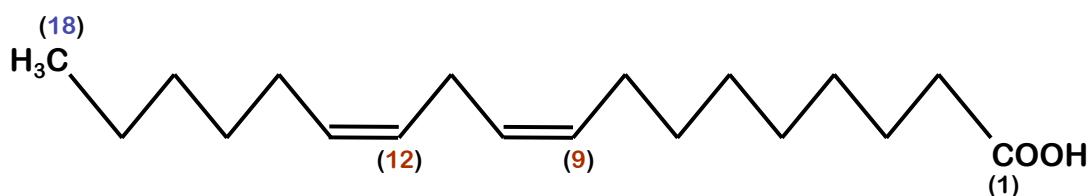
- Nom systématique : *cis, cis*-9,12-octadécadiénique

*conf-p-* : *cis, cis*-9,12-

[nC] : 18

*x* = 2

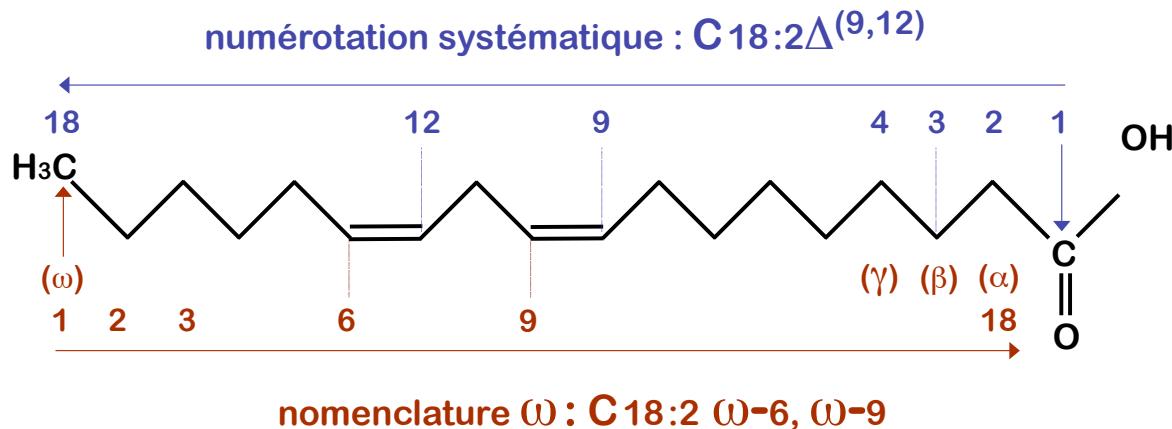
- Symbole : C 18:2Δ<sup>(9,12)</sup>



- Nom courant = acide linoléique

## La nomenclature $\omega$

exemple de l'acide linoléique :



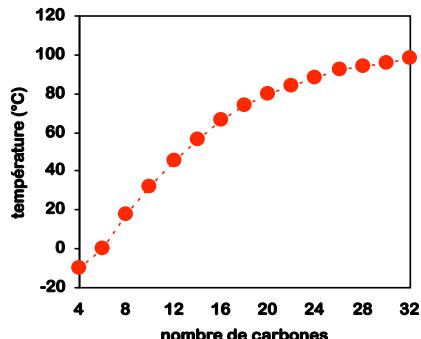
## Les acides gras insaturés

$nC$	nom systématique	nom courant	symbole	série
16	<i>cis</i> -9-hexadécénoïque	palmitoléique	$\mathbf{C16:1\Delta^{(9)}}$	$\omega 7$
	<i>cis</i> -9-octadécénoïque	oléique	$\mathbf{C18:1\Delta^{(9)}}$	$\omega 9$
	<i>cis</i> -11-octadécénoïque	vaccénique	$\mathbf{C18:1\Delta^{(11)}}$	$\omega 7$
	<i>cis,cis</i> -9,12-octadécadiénoïque	linoléique	$\mathbf{C18:2\Delta^{(9,12)}}$	$\omega 6$
	<i>tout cis</i> -9,12,15-octadécatriénoïque	linolénique	$\mathbf{C18:3\Delta^{(9,12,15)}}$	$\omega 3$
20	<i>tout cis</i> -5,8,11,14-icosatétraénoïque	arachidonique	$\mathbf{C20:4\Delta^{(5,8,11,14)}}$	$\omega 6$
	<i>tout cis</i> -5,8,11,14,17-icosapentaénoïque		$\mathbf{C20:5\Delta^{(5,8,11,14,17)}}$	$\omega 3$
24	<i>cis</i> -15-tétracosénoïque	nervonique	$\mathbf{C24:1\Delta^{(15)}}$	$\omega 9$

## Le point de fusion des acides gras

Le point de fusion est dépendant de la longueur de la chaîne\* et du nombre d'insaturations\* :

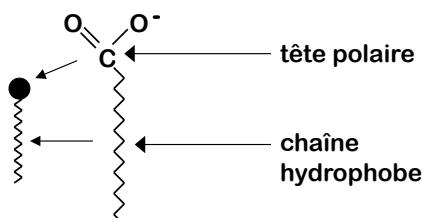
\* Pour les acides gras saturés le point de fusion augmente avec la longueur de chaîne



\* Pour les acides gras possédant le même nombre carbones, le point de fusion diminue lorsque le nombre d'insaturations augmente

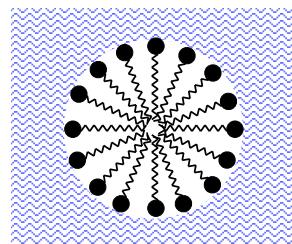
ac. gras	symbole	point de fusion
stéarique	C18:0	69,6 °C
oléique	C18:1	16,3 °C
linoléique	C18:2	- 5,0 °C
linolénique	C18:3	- 11,0 °C

## La solubilité des acides gras

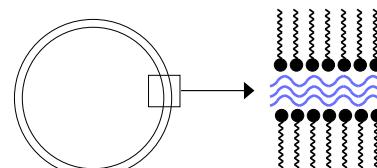


Diminution de la solubilité dans l'eau avec le nombre de carbone de la chaîne hydrocarbonée (insolubilité pour  $nC > 5$ )

organisation en micelle dans l'eau

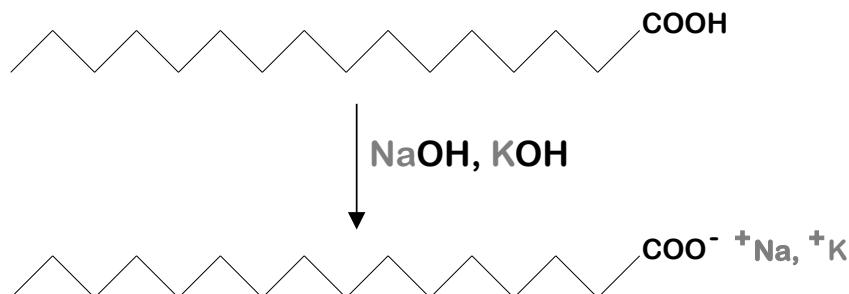


film moléculaire à l'interface air-eau



## Réactivité chimique : formation de savons

En présence d'hydroxides métalliques les acides gras se mettent sous forme de sels alcalins (« *savons* ») : calcul de l'**indice de saponification**



*Indice de saponification (IS) = masse (mg) de potasse nécessaire à l'hydrolyse (saponification) d'1g d'ac.gras*



$$IS = \frac{PM_{KOH} \times 1000}{PM_{AG}} \quad \leftrightarrow \quad PM_{AG} = \frac{56 \times 1000}{IS}$$

## Réactivité chimique : réduction

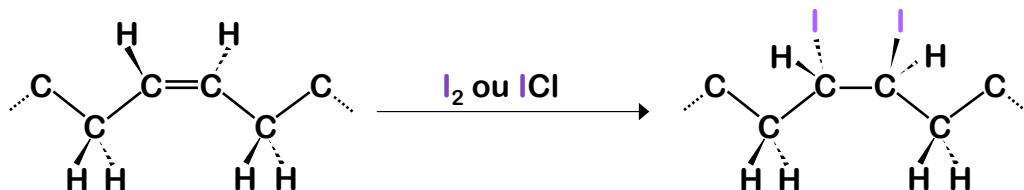
Saturation de la double liaison par hydrogénéation catalytique.



ex : ac palmitoléique → ac. palmitique  
ac. oléique → ac. stéarique

## Réactivité chimique : addition d'iode

Fixation d'une mole d'iode par double liaison → réaction utilisée pour évaluer le taux d'insaturation d'une solution d'acides gras : “calcul de l'indice d'iode”



Indice d'iode = masse d'iode fixée / 100g d'acides gras

## Réactivité chimique : addition d'iode

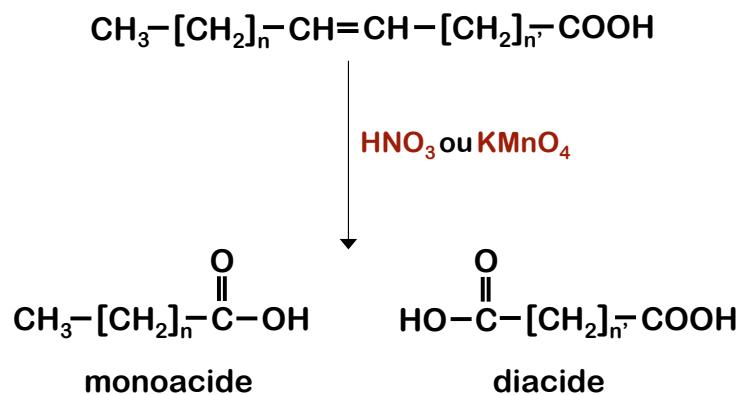
Calcul de l'indice diode :

$$I_{\text{iode}} = \frac{\text{Nbre doubles liaisons de l'AG insaturé} \times \text{PM } I_2}{\text{PM AG insaturé}} \times 100$$

	$I_{\text{iode}}$
$C_{16:1}$	100
$C_{18:1}$	90
$C_{18:2}$	181
$C_{18:3}$	274

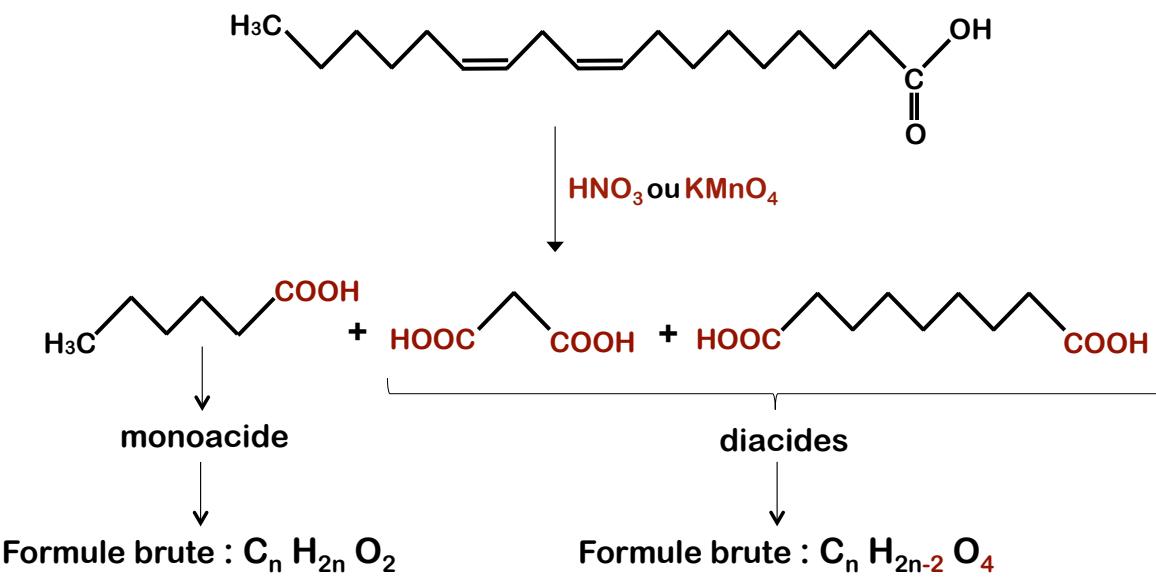
## Réactivité chimique : oxydation forte

Rupture des doubles liaisons des acides gras insaturés / formation de **groupement carboxyle** sur chaque carbone engagé dans la double liaison



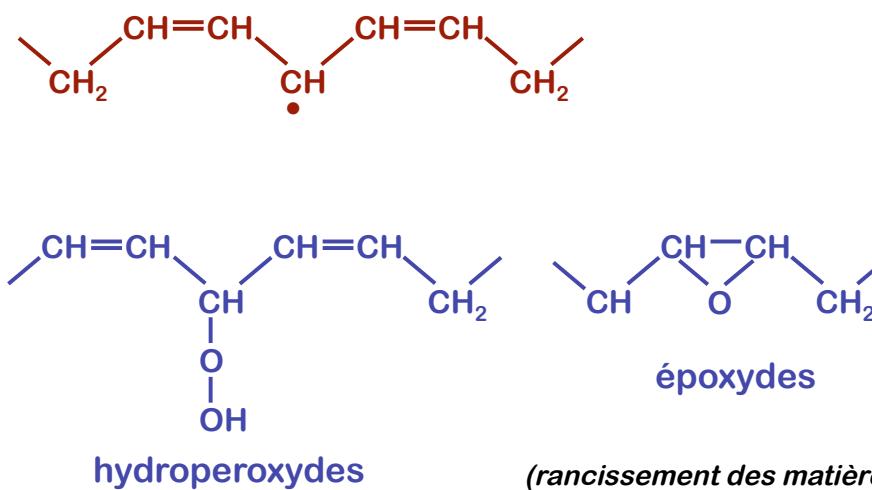
## Réactivité chimique : oxydation forte

## Exemple de l'acide linoléique

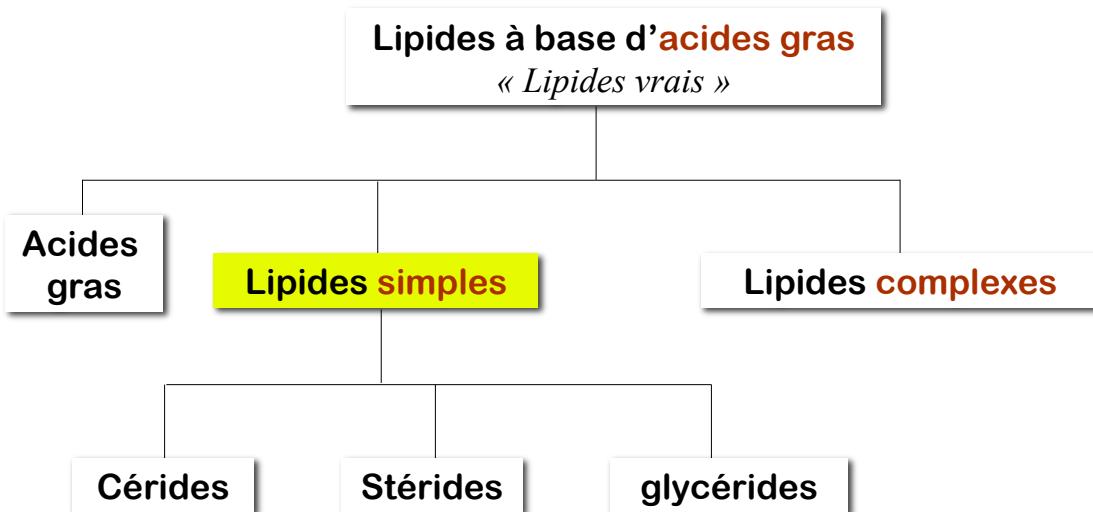


## Réactivité chimique : auto-oxydation

En présence d'oxygène radicalaire, les ac. gras insaturés peuvent se transformer spontanément pour former des **radicaux libres lipidiques** ainsi que des **dérivés peroxydes**



## Classification



# Les lipides simples : présentation

Aussi appelés « *homolipides* »  
= corps ternaires (C, H, O)

I- Généralités  
- Rôles biologiques et propriétés fonctionnelles des lipides  
- Classification

II- Les acides gras  
- les acides gras saturés et insaturés  
- nomenclatures  
- propriétés physico-chimiques et réactivité

III- Les lipides simples  
- les acylglycérols : structures et propriétés  
- les cérides et stérides

IV- Les lipides complexes  
- les glycérophospholipides  
- les sphingolipides

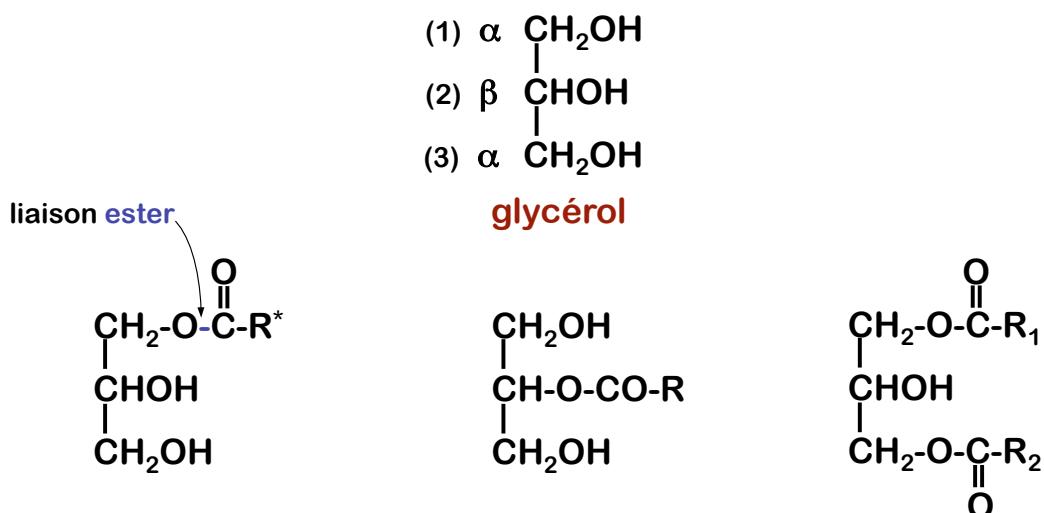
V- Les lipides polyisopréniques

3 familles { - les acylglycérols (ou glycérides)  
- les cérides (esters d'alcool gras)  
- les stérides (esters d'alcool polycyclique)

Dans chacune des familles, les **acides gras** sont reliés par une **liaison ester** à une autre molécule comportant une ou plusieurs **fonctions alcool**

## Les acylglycérols

= Association entre un, deux ou trois **acide(s) gras** à une molécule de **glycérol**



$\alpha$  monoglycéride

$\beta$  monoglycéride

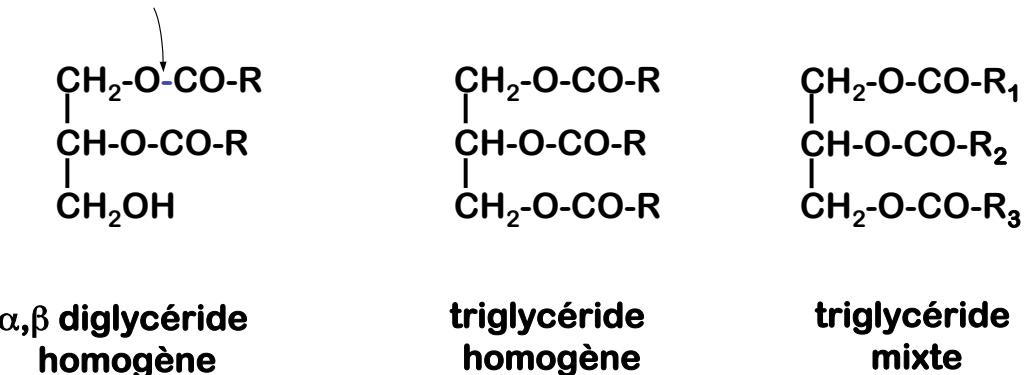
$\alpha, \alpha'$  diglycéride

\*R = chaîne hydrocarbonée de l'acide gras

# Les acylglycérols

Lorsque les molécules d'acides gras constituant le di- ou triester sont identiques, on parlera de di- ou triacylglycérol **homogènes**, dans le cas contraire de di- ou triacylglycerol **mixtes** (ou hétérogènes)

liaison **ester**

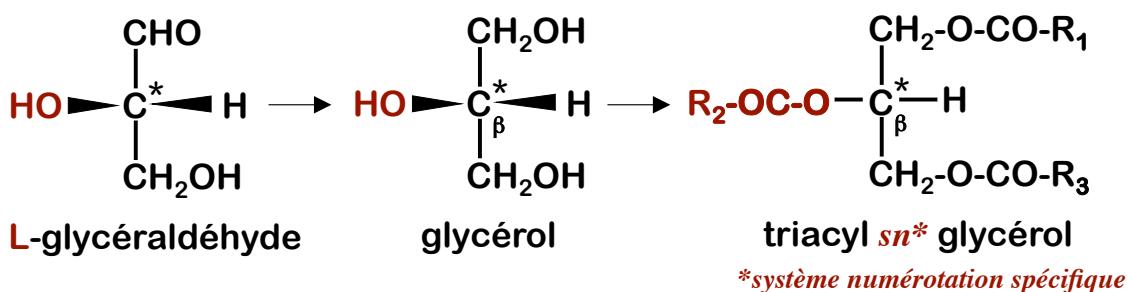


## Les acylglycérols : configuration des TAG

Pour les  **$\alpha$ -monoglycéride**  
 **$\alpha, \beta$  diglycéride mixtes**  
**triglycérides mixte**

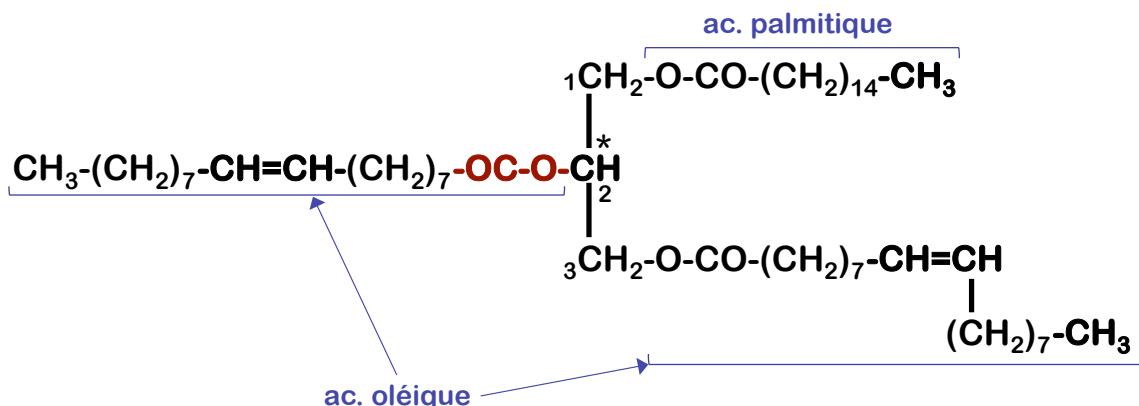
Porte un carbone chiral

La configuration du carbone asymétrique peut être précisée selon la représentation de Fischer :

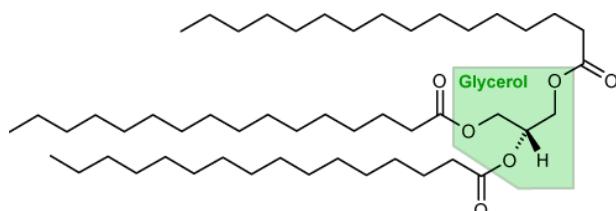


## Les acylglycérols : configuration des TAG

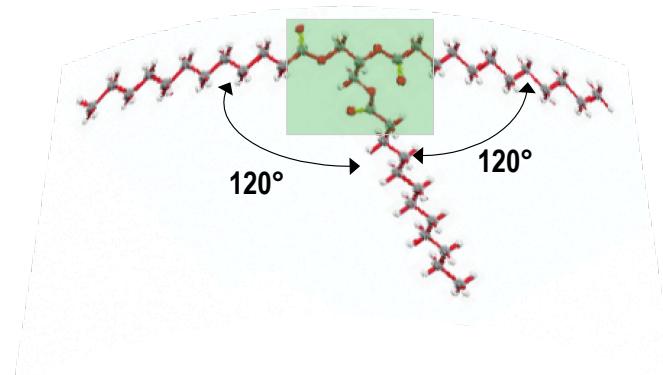
Exemple:



## Les acylglycérols = structure spatiale



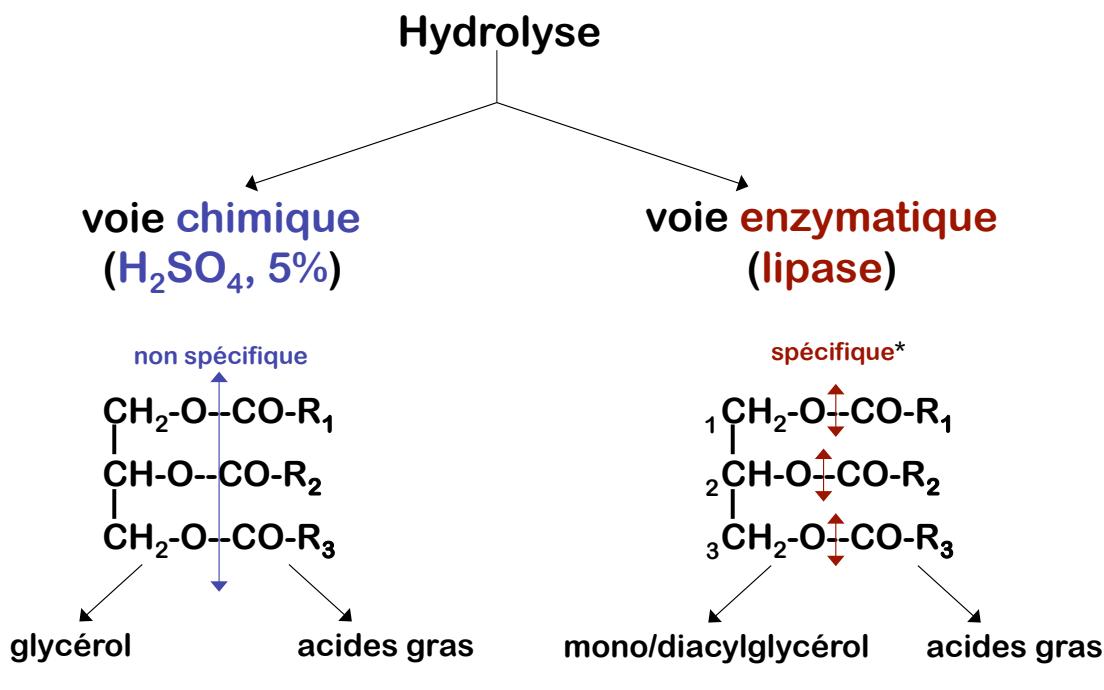
A l'état liquide les triglycérides sont organisés avec des angles réguliers de  $120^\circ$  entre les chaînes d'acides gras



## **Les acylglycérols = propriétés physiques**

- faible solubilité dans l'eau (caractère très **apolaire** surtout pour les triacylglycérols)
  - solubilité dans des solvants apolaires (acétone, éther, chloroforme...)
  - propriétés dépendantes des acides gras constitutifs (point de fusion, viscosité...)

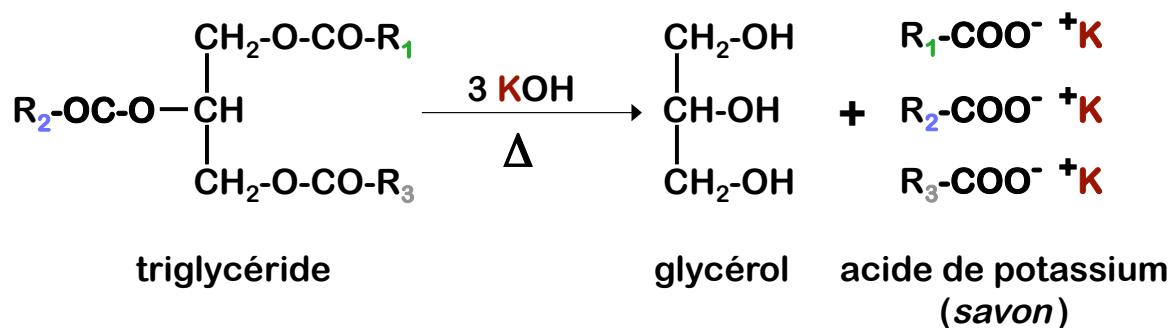
## **Les acylglycérols = propriétés chimiques**



\***(ex) la lipase pancréatique produit une hydrolyse en C<sub>1</sub> et C<sub>3</sub>**

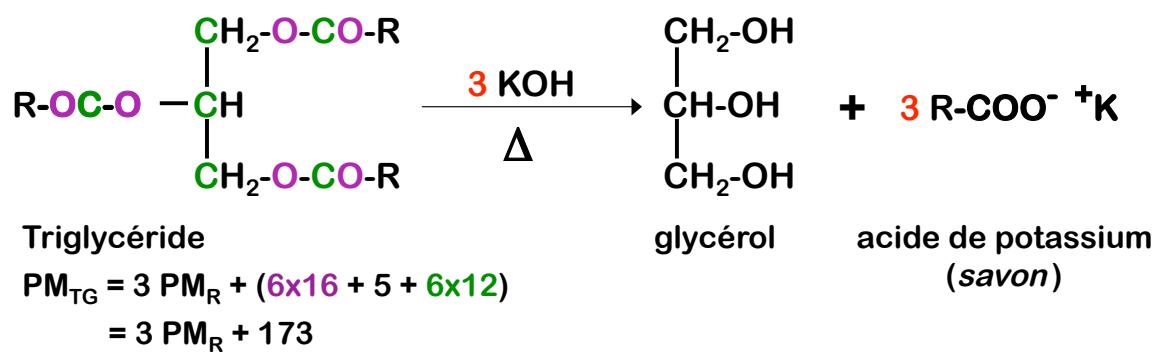
## **Les acylglycérols = propriétés chimiques**

## Réaction de saponification : traitement à chaud par un excès de NaOH ou KOH



## **Les acylglycérols = propriétés chimiques**

## Caractérisation d'un triglycéride homogène :



$$\text{Indice de saponification, IS} = \frac{3 \times \text{PM}_{\text{KOH}} \times 1000}{\text{PM}_{\text{TG}}} = \frac{3 \times 56 \times 1000}{3 \text{PM}_{\text{R}} + 173}$$

## Les acylglycérols = propriétés chimiques

Caractérisation d'un triglycéride homogène, exemple :

Si IS = 190

$$PM_{TG} = 3 PM_R + 173 = \frac{3 \times 56 \times 1000}{IS} = \frac{168 \cdot 10^3}{190} = 884 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$PM_R = \frac{884 - 173}{3} = 237 \text{ g.mol}^{-1}$$

Masse molaire de l'AG (R-COOH),  $PM_{AG} = 237 + 45 = 282 \text{ g.mol}^{-1}$

Si R comprend une insaturation : formule brute de l'AG =  $C_n H_{2n-2} O_2$ :

$$PM_{AG} = 12n + 2n - 2 + 32 = 282$$

$$14n = 252$$

$$n = 18$$

AG = Acide Oléïque ( $C_{18:1}$ )