

Plan du cours

1. Introduction-généralités

2. Classification des lipides

3. Propriétés physico-chimiques des lipides

1. Solubilité

2. Température de fusion

3. Indice d'iode

4. Indice de saponification

5. Oxydation des lipides

6. Hydrogénation

4. Techniques d'analyse des lipides

5. Transport des lipides dans l'organisme

6. Rôle biologiques des lipides (hors stéroïdes)

Les lipides techniques monsieur comment peut on les distinguer

cardiolipines, lyso, plasma etc sont tous des glycérophospholipides? **OUI**

C'est quand la pause

pas compris pour le C(20:3) vous pouvez réexpliquer svp

je ne comprends pas bien le tableau ou on voit les delta et les nom commun pourriez-vous me l'expliquer un peu plus en détails svp ?

Quand on dit "gamma" qqch c'est pour les liaisons trans ? **NON**

cis-cis-9,12-octadiénoïque peut égalemetnse dire tout cis-9,12-octadiénoïque ?

Bonjour doit on apprendre où est ce que l on peut retrouver tous les acides gras dans l alimentation comme l'huile d olive avec acide oleique merci

NON mais savoir que huile végétale plus riche en AGI

~~Est-ce qu'il y a encore du glycérol dans les sphingolipides malgré la liaison amine ?~~

Pouvez vous mettre sur Moodle le diapo SVP aujourd'hui **C'est fait !**

Faut -il connaître le tableau des nomenclature ?

Comment faire pour enlever une insaturation ?
→ **Oxydation**

Avez-vous des moyens mémo technique pour pouvoir se rappeler de tout les acides gras saturés/ insaturés?

Quelle sont les lipide à connaître par cœur ?
Acide gras usuels (C14 à C20)

On doit savoir reconnaître l acide rumenique? **NON**

bonjour, serait-il possible que nous ayions accès au diaporama que vous projetez actuellement afin de pouvoir l'annoter directement pendant votre cours, s'il vous plaît ? **C'est fait !**

II.1 Les acides gras Acides gras insaturés

nC	n double liaison	Nom systématique	Symbole	série	Nom commun	Remarques
16	1	cis-9-hexadécénoïque	(16:1) Δ^9	$\omega 7$	Palmitoléique	Très répandu
18	1	cis-9-octadécénoïque	(18:1) Δ^9	$\omega 9$	Oléique	Huile d'olive, Abondant
18	2	cis-cis-9,12-octadécadiénoïque	(18:2) $\Delta^{9,12}$	$\omega 6$	Linoléique	Huile de lin, Graines
18	3	tout cis-9,12,15-octadécatriénoïque	(18:3) $\Delta^{9,12,15}$	$\omega 3$	α -Linoléique	Graines Huiles poisson
18	3	tout cis-6,9,12-octadécatriénoïque	(18:3) $\Delta^{6,9,12}$	$\omega 6$	γ -Linoléique	Isomère de position du α
18	1	cis-11-octadécénoïque	(18:1) Δ^{11}	$\omega 7$	Vaccénique	Bactéries
20	4	tout cis-5,8,11,14-icosatétraénoïque	(20:4) $\Delta^{5,8,11,14}$	$\omega 6$	Arachidonique	Animaux
20	5	tout cis-5,8,11,14,17-icosapentaénoïque	(20:5) $\Delta^{5,8,11,14,17}$	$\omega 3$	EPA	Huiles de poissons
24	1	cis-15-tétracosénoïque	24:1	$\omega 9$	Nervonique	Cerveau

(18:2) $\Delta^{9,12}$ indique la position des insaturations = C(18:2(9Z;12Z))

C(20:0) = 20 atomes de carbone et aucune insaturation

II. Classification des lipides

- Lipides = substances d'origine biologique solubles dans les solvants organiques peu ou non polaires: éther, chloroforme, benzène.
- **Hydrophobe**/Hydrophile.
- Définition physico-chimique et non structurale.

Acide gras

Esters d'acides gras (Cérides et Acyl-glycerol)

Lipides simples uniquement C, H et O

Glycerophospholipides

Sphingolipides

Lipides complexes C, H, O, N, P

Eicosanoïdes

Isoprénoïdes

Stéroïdes

Molécules à caractère lipophile

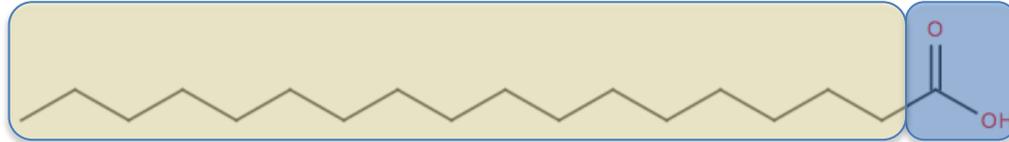
Lipid A et saccharolipides

Polycétides

Lipides bactériens et métabolites secondaires

III. Propriétés physico-chimiques des lipides_solubilité

Solubilité



Chaîne carbonée:
Queue hydrophobe

Acide carboxylique
Polaire

Solvant polaires

4-6 Carbones: soluble à faible
concentration

Acide Hexanoïque: 1.082g/100g d'eau

Acide Octanoïque: 0.068g/100g d'eau

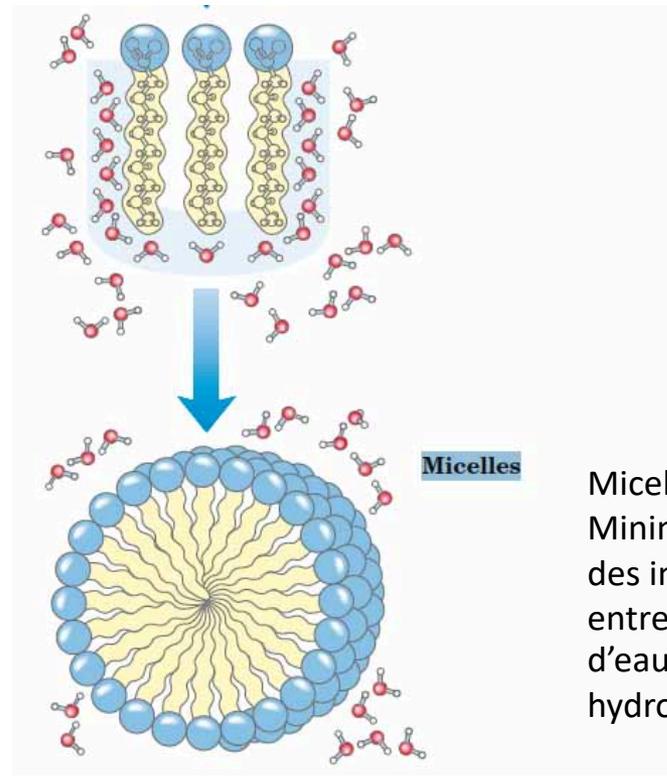
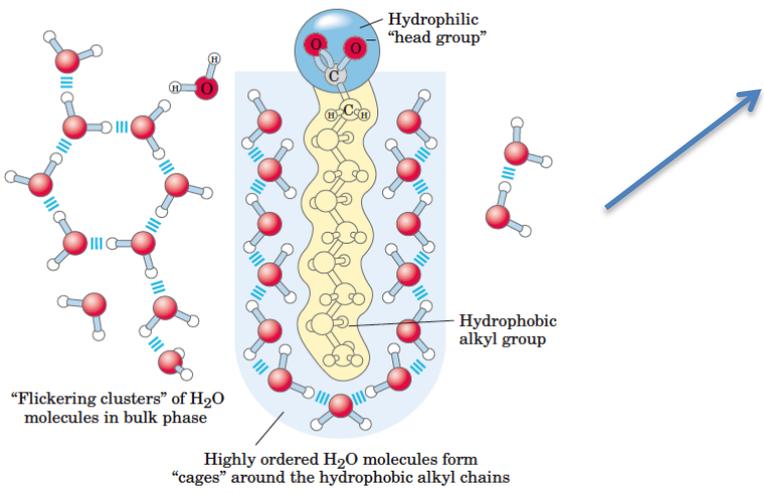
Acide Décanoïque: 0.015g/100g d'eau

n>12: solvant apolaire uniquement

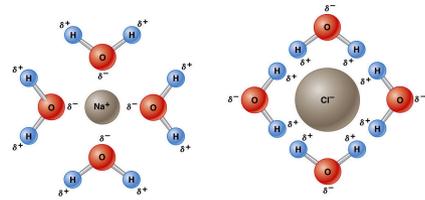
Chloroforme, benzène, éther

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Solubilité



Micelles:
Minimisation
des interactions
entre molécules
d'eau et queue
hydrophobe



Soluté vrai

Minimisation des interactions chaînes carbonées/eau

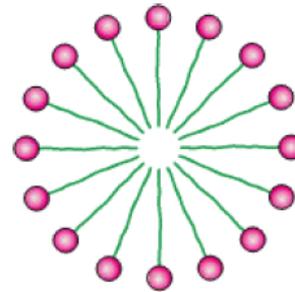
III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Solubilité

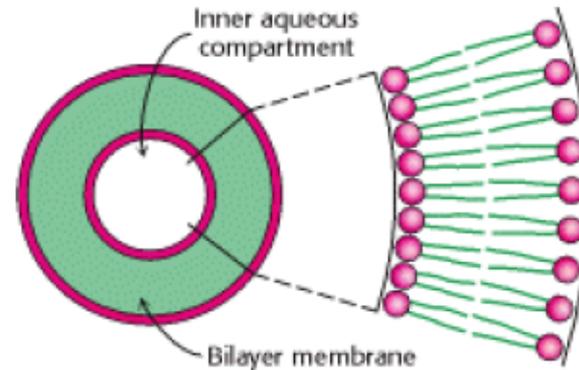
Phospholipides: Tête polaire plus importante + 2 acides gras

→ Formation de bicouches

Micelles (20nm)



Bi-couche (liposomes) (jusqu'à 10µm)

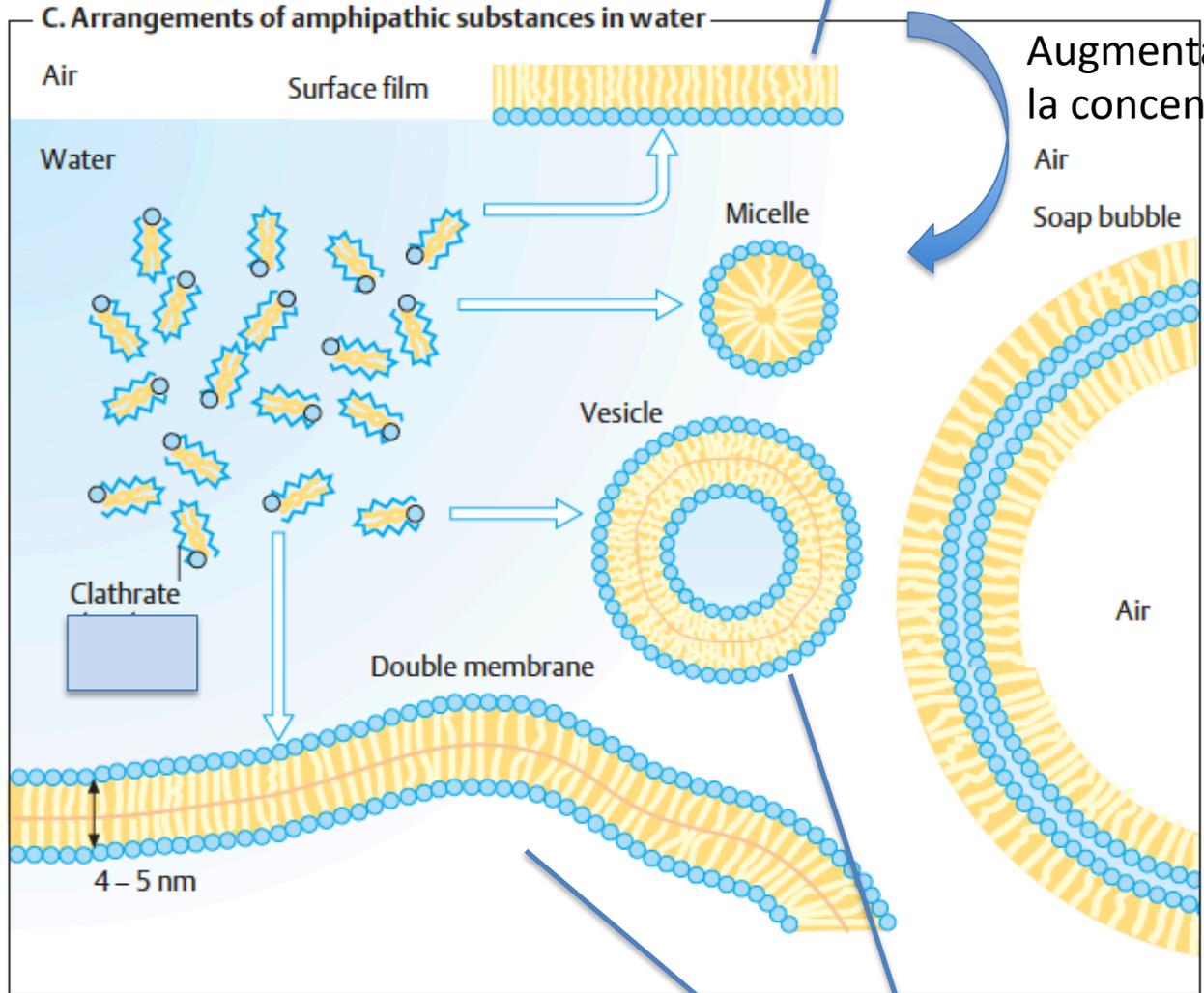


Les membranes biologiques sont des bi-couches (cf Rôles biologiques des lipides).

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Structures lipidiques en solvant aqueux

Interface air-eau: réduction de la tension superficielle

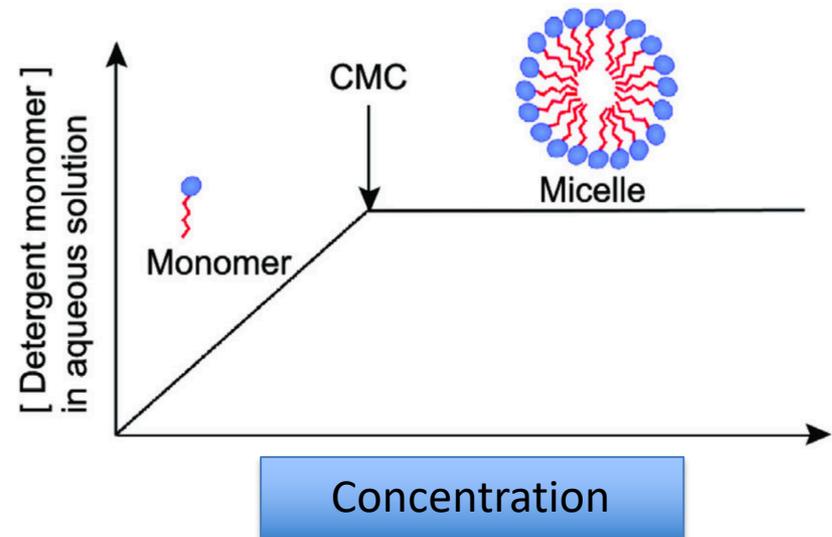
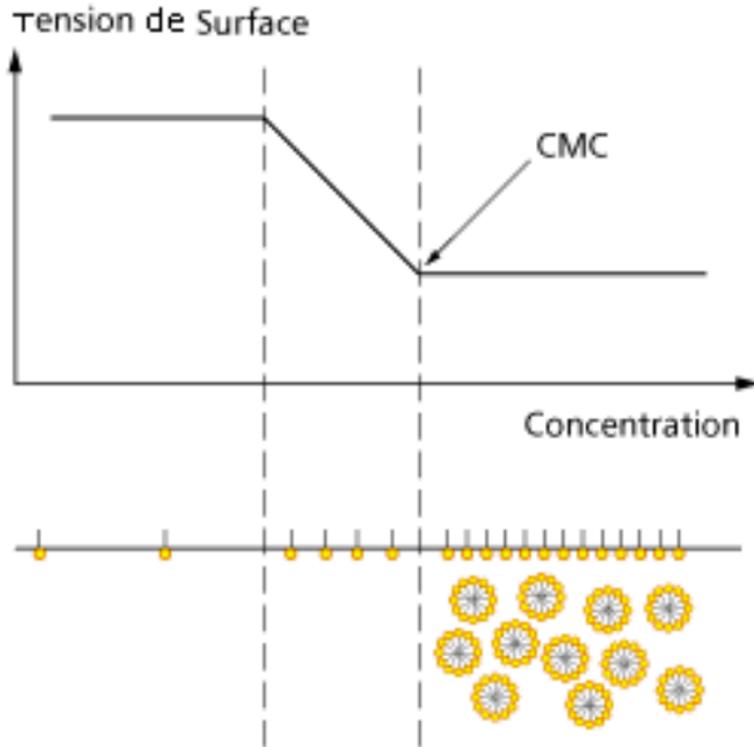


Augmentation de la concentration

Phospholipides : formation de bicouches lipidiques

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Concentration micellaire critique (CMC)



III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Concentration micellaire critique (CMC)

A une température donnée :

1. Pour une même tête polaire, la CMC diminue quand la longueur de la chaîne carbonée augmente
2. CMC augmente avec la polarité de la tête polaire

Lipid	CMC (mM)
5:0 PC	90
6:0 PC	15
7:0 PC	1.4
8:0 PC	0.27
9:0 PC	0.029
10:0 PC	0.005
12:0 PC	90 nM
14:0 PC	6 nM
16:0 PC	0.46 nM

← Exit

How to participate?



1 Go to wooclap.com

2 Enter the event code in the top banner

Event code
HFXQQF

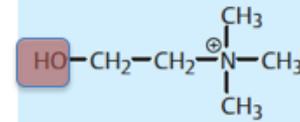


1 Send **@HFXQQF** to **06 44 60 96 62**

2 You can participate

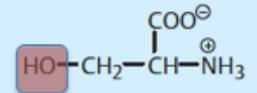
[Copy participation link](#)

1



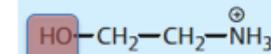
Choline

2



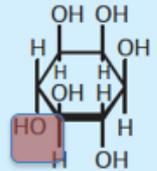
Serine

3



Ethanolamine

4



myo-Inositol

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Structures lipidiques en solvant aqueux

- Formation de la bi-couche des membranes cellulaires
(cf rôles biologiques des lipides)

- Utilisation des propriétés de tensio-actifs/émulsifiants des lipides

Détergents ménagers

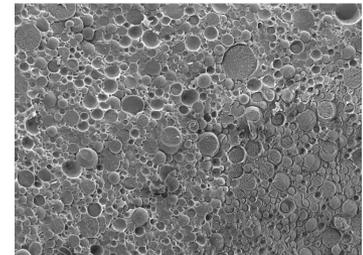
Emulsifiants (lécithines..)

Cuisine, émulsifiant alimentaire (E322, lécithine de soja)

Sels biliaires (cf rôles biologiques des lipides).

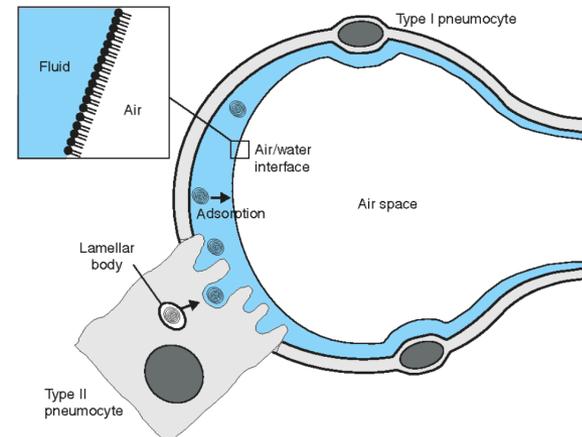
Surfactants pulmonaires

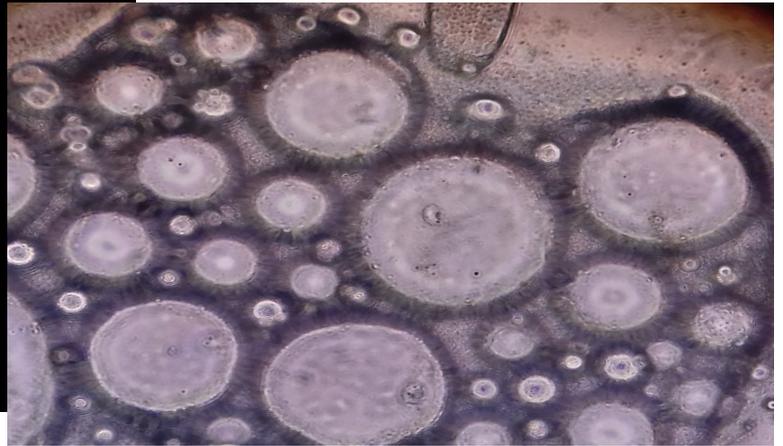
Liposomes thérapeutiques (cf rôles biologiques des lipides)



III. Propriétés physico-chimiques des lipides

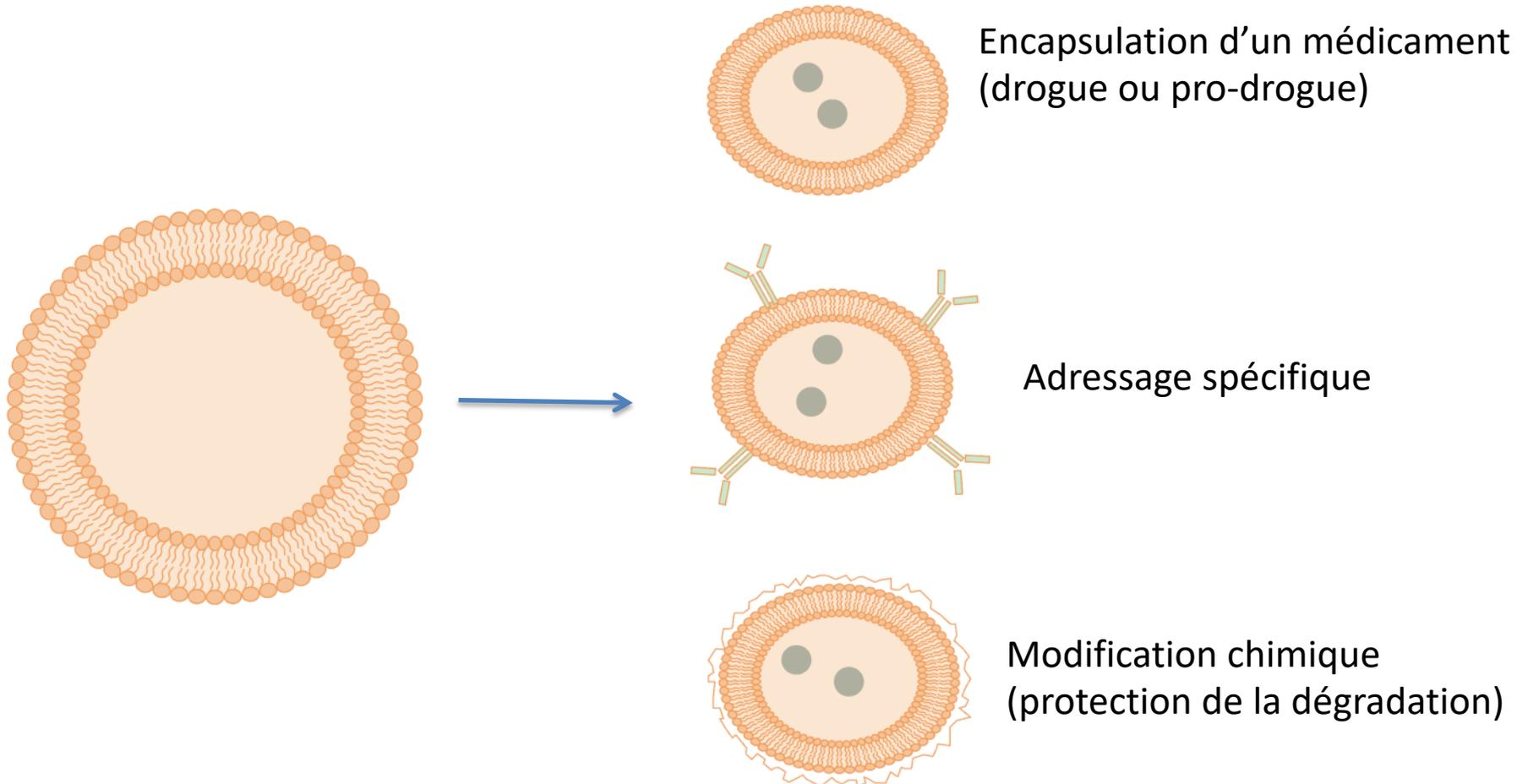
- Surfactant pulmonaire
 - 90% de lipides (dipalmitoyl-phosphatidylcholine, cholesterol) et 10% de protéines (SP-A;SP-B;SP-C;SP-D).
 - Produit par les pneumocytes de type II
 - Réduit la tension superficielle air-liquide à la surface des alvéoles pulmonaire.
 - Détresse respiratoire du nouveau-né prématuré (immaturité pulmonaire et défaut de surfactant).
 - Maladies génétiques rares: mutations qui entraînent des défauts du surfactant





III. Propriétés physico-chimiques des lipides

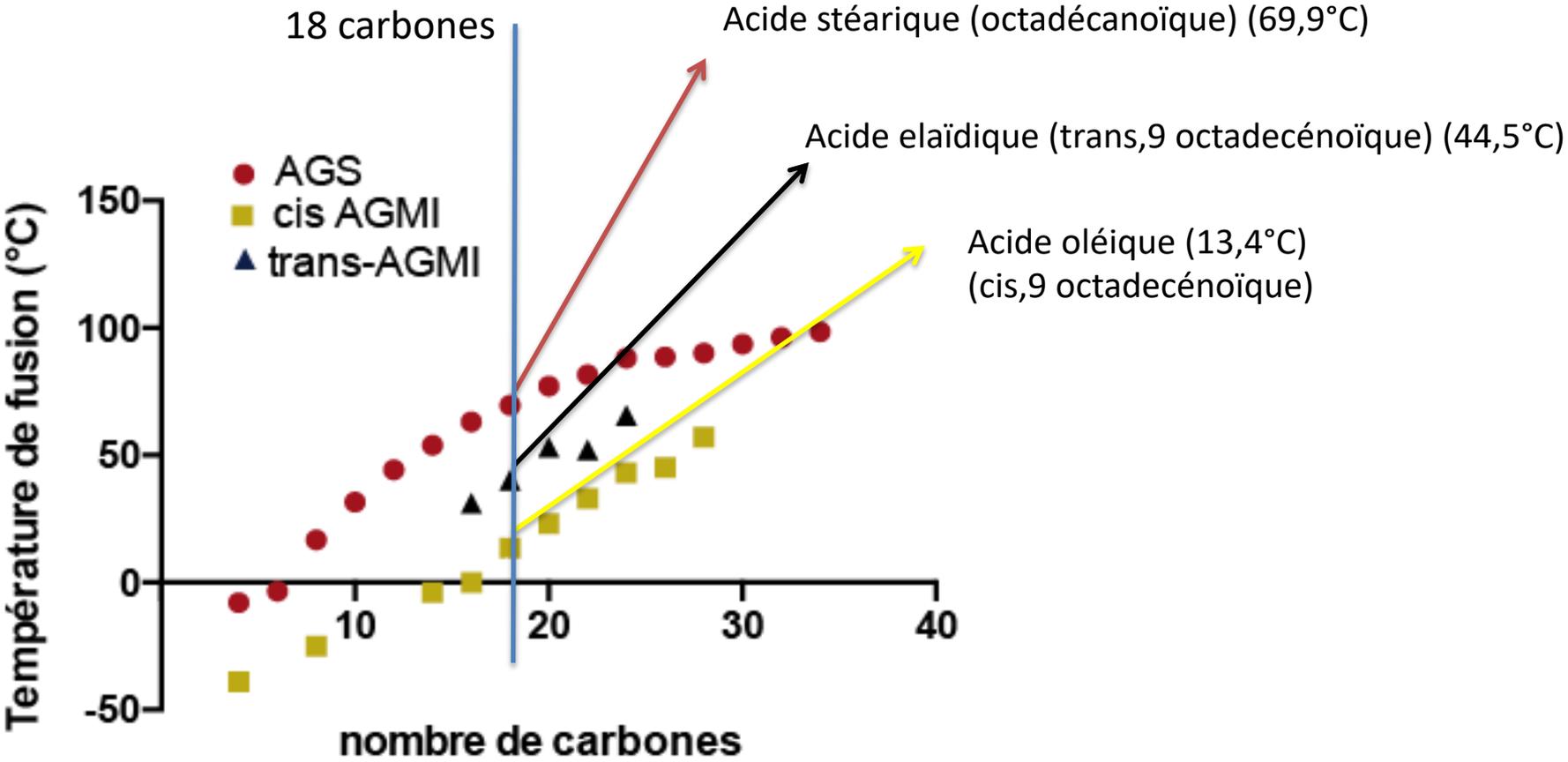
Liposomes thérapeutiques



III. Propriétés physico-chimiques des lipides

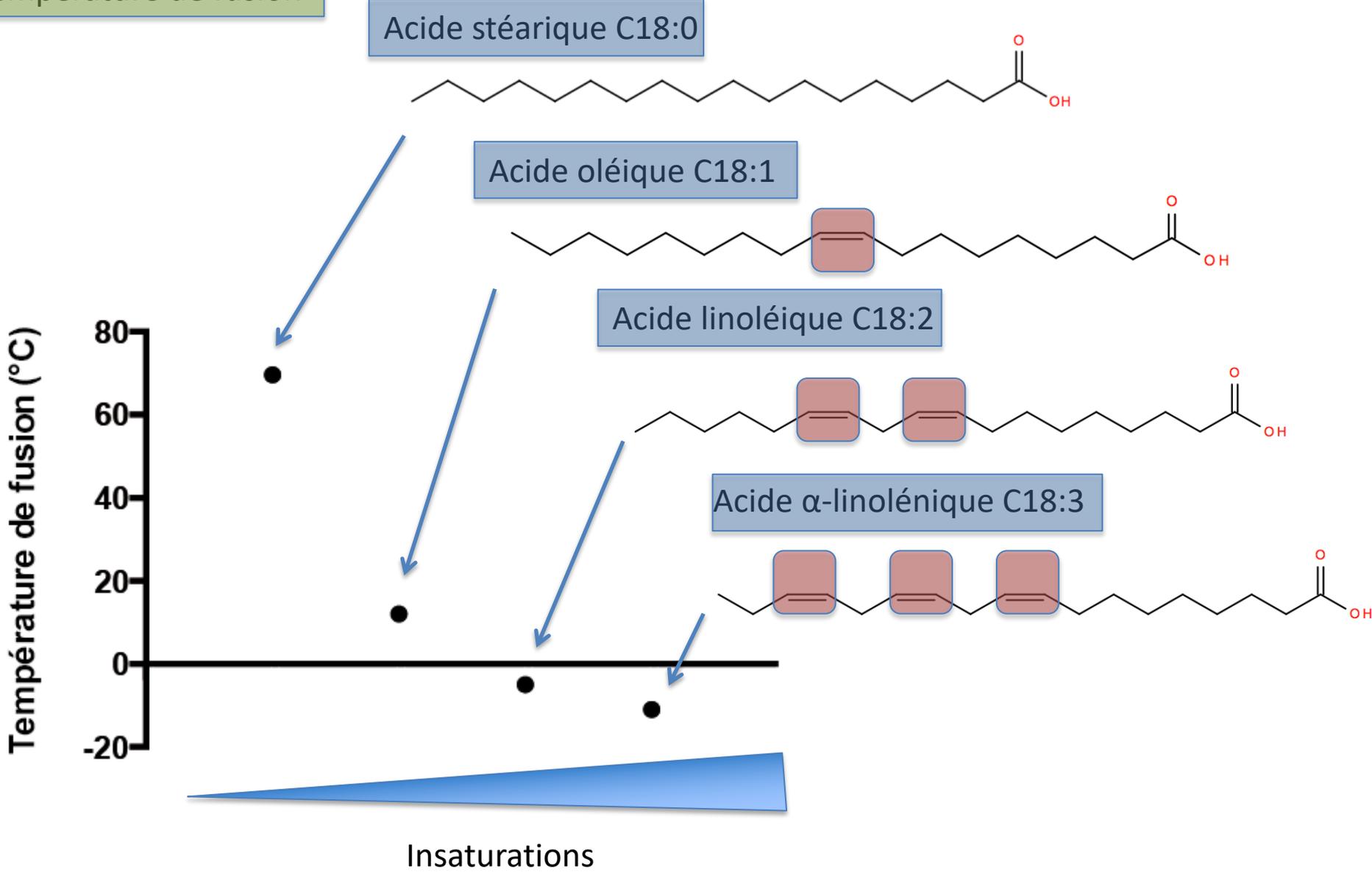
Température de fusion

Elle dépend de la longueur de la chaîne carbonée, de son état de saturation



III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Température de fusion



III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Huile de tournesol (composition en AG):

TAG composés de

- Acide Linoléique (C18:3) 67%
 - Acide Oléique (C18:2) 19%
 - Acide Palmitique (C16:0) 6%
 - Acide Stéarique (C18:0) 5%
- 88% d'AGI



Beurre (% des AG):

- Acide Palmitique (C16:0) 21,7%
 - Acide Stéarique (C18:0) 10%
 - Acide Laurique (C12:0) 2,59%
 - Acide Butyrique (C4:0) 3,23%
 - Acide Caprique (C10:0) 2,53%
 - Acide Caproïque (C6:0) 2%
 - Acide Caprylique (C8:0) 1,19%
 - Autres acide gras saturés
- 63 % d'AGS
- Acide Oléique (C18:1) 19,96%



III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Indice d'iode d'un lipide = masse de diiode (I₂) en grammes capable de se fixer sur les insaturations de 100g de corps gras (équivalent de la valeur en cg/g).



+ ICl non fixé

+ KI



I₂

dosage



I: 120

30-45

Indice d'iode + masse molaire = détermination du nombre de double liaison

III. Propriétés physico-chimiques des lipides_Indice d'iode

Indice d'iode

Une mole de corps gras ayant une insaturation réagit avec une mole de I_2

100 g d'un corps gras de masse molaire M_{ag} correspondent à $(100/M_{ag})$ moles

et réagissent avec I_{ag}/M_{I_2} moles d' I_2 .

Donc par définition: $I_{ag}/M_{I_2} = 100/M_{ag}$

Donc si une insaturation: $I_{ag} = (100/M_{ag}) * M_{I_2}$

Pour un acide gras saturé: 0

Pour un acide gras insaturé:

Soit x le nombre de double liaison et I l'indice d'iode

100g d'acide gras = $100/M_{ag}$ moles

$I = (100/M_{ag}) * x * M_{I_2}$

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Indice d'iode : exemples

Série des acides gras à 18 carbones

$$M_{i2} = 253,8\text{g/mol}$$

Acide stéarique (Octadécanoïque) $M:284\text{g/mol}$ \longrightarrow $I_i = 0$

Acide Oléique $M=282\text{g/mol}$ $I_i = 89,7$ $(100/282 \times 1 \times 253,8)$

Acide Linoléique $M = ?$ $I_i = ?$

Acide Linoléique $M = ?$ $I_i = ?$

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Indice d'iode : exemples

Série des acides gras à 18 carbones

$$M_{i2} = 253,8\text{g/mol}$$

Acide stéarique (Octadécanoïque) $M:284\text{g/mol}$ \longrightarrow $I_i = 0$

Acide Oléique $M=282\text{g/mol}$ $I_i = 89,7$ $(100/282 \times 1 \times 253,8)$

Acide Linoléique $M= 280 \text{ g/mol}$ $I_i = 181,3$ $(100/280 \times 2 \times 253,8)$

Acide Linoléique $M= ?$ $I_i = ?$

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Indice d'iode : exemples

Série des acides gras à 18 carbones

$$M_{I_2} = 253,8 \text{ g/mol}$$

Acide stéarique (Octadécanoïque) $M: 284 \text{ g/mol}$ \longrightarrow $I_i = 0$

Acide Oléique $M=282 \text{ g/mol}$ $I_i = 89,7$ $(100/282 \times 1 \times 253,8)$

Acide Linoléique $M= 280 \text{ g/mol}$ $I_i = 181,3$ $(100/280 \times 2 \times 253,8)$

Acide Linoléique $M= 278 \text{ g/mol}$ $I_i = 273,9$ $(100/278 \times 3 \times 253,8)$

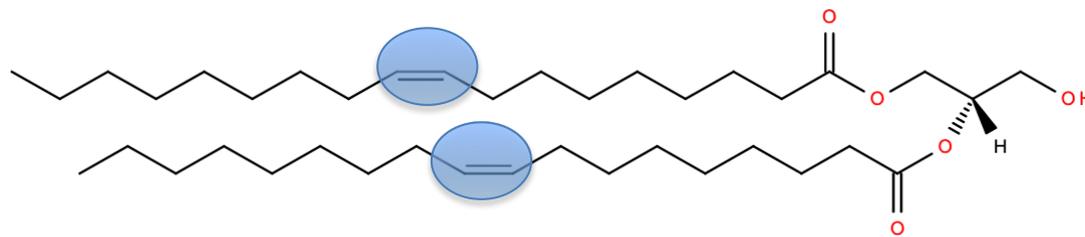
III. Propriétés physico-chimiques des lipides_Indice d'iode

$$I_i = 100 * \frac{X}{M_l}$$

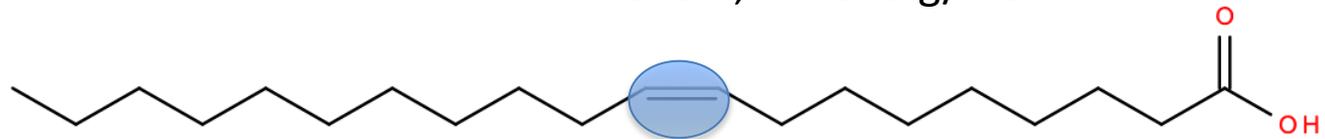
Nb d'insaturation

Masse molaire du lipide

DAG (C18:1, C18:1) M=620g/mol



C20:1, M= 310 g/mol



III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Saponification

Savon=sel de potassium et de sodium d'acide gras

Obtenus par **traitement alcalin des lipides = saponification** (hydrolyse en milieu alcalin des liaisons esters).



Indice de saponification = Quantité de potasse (KOH) (en mg) nécessaire pour saponifier 1g de matière grasse (ester d'AG).

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Exemple Indice de saponification

Réaction équimolaire: une mole de KOH par « mole de liaison ester »

Un gramme = $1/M_{\text{ester}}$ mole d'ester

Si **une seule liaison ester** dans le lipide:

$$I_s = M_{\text{KOH}} * \underbrace{1 * 10^3}_{\text{Nombre de mole de KOH nécessaire}} / M_{\text{ester}}$$

Nombre de mole de KOH nécessaire

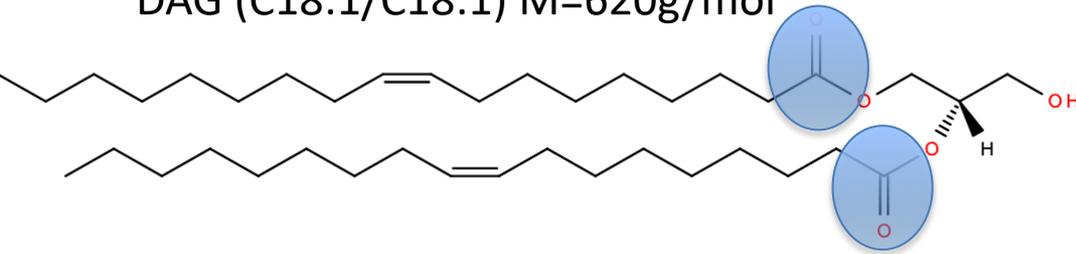
III. Propriétés physico-chimiques des lipides

$$I_s = 1000 * M_{KOH} \frac{X}{M_l}$$

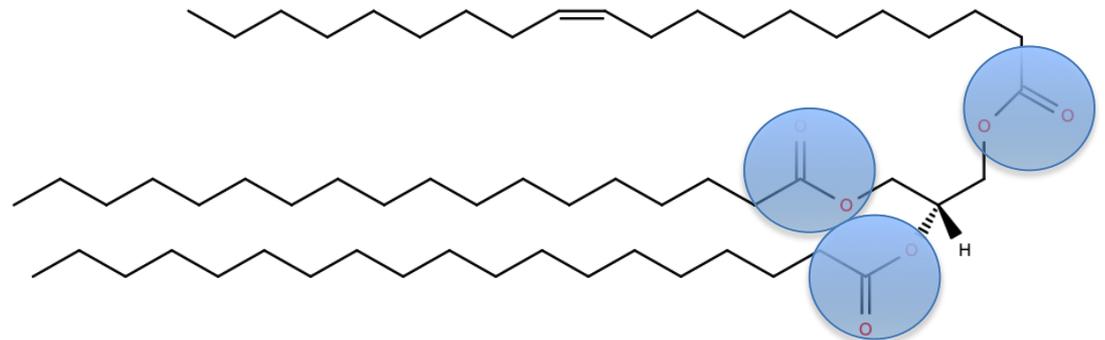
Nb de liaison ester

Masse molaire du lipide

DAG (C18:1/C18:1) M=620g/mol



TAG TG(18:0/19:0/20:1(11Z)) M=930 g/mol



III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Saponification

Huile d'olive

$I_s = 190$ (mg)

1 kg (1000g) d'huile d'Olive
+ 190 g KOH



Savon d'Alep

Savon surgras

Corps gras en excès par rapport à l'agent caustique

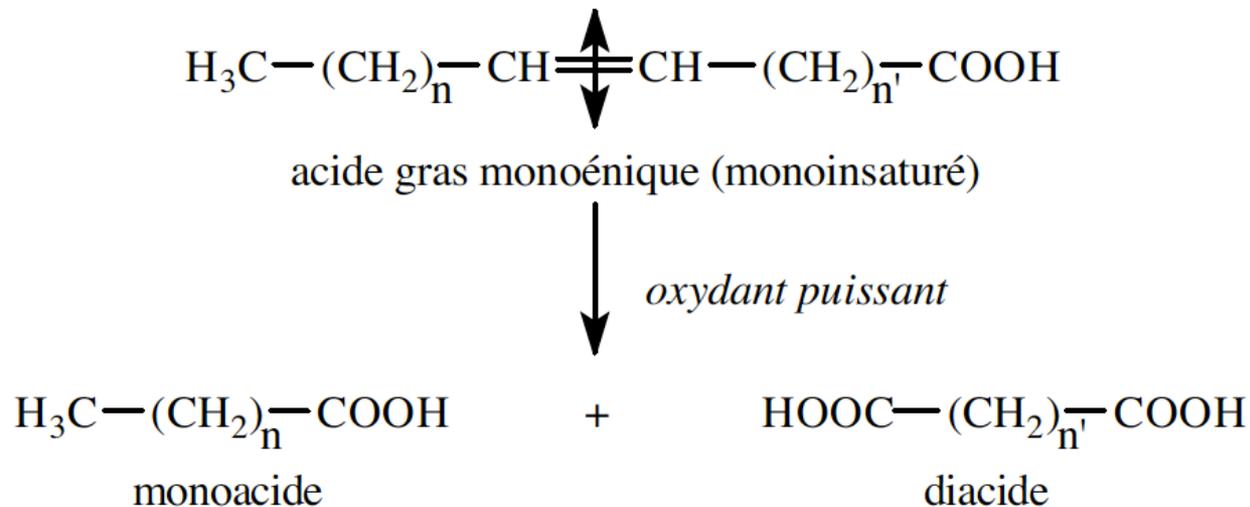


III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Oxydation des acides gras:

Oxydation spontanée: rancissement: production de peroxydes et d'aldéhydes

Oxydation chimique:



Oxydation biologique: β -oxydation enzymatique des acides gras (cf métabolisme)

Acide gras insaturés plus réactifs donc plus susceptibles d'être oxydés

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Oxydation des acides gras:

Indice de peroxyde

Quantifie le nombre d'oxygène actif d'une huile végétale ou graisse animal

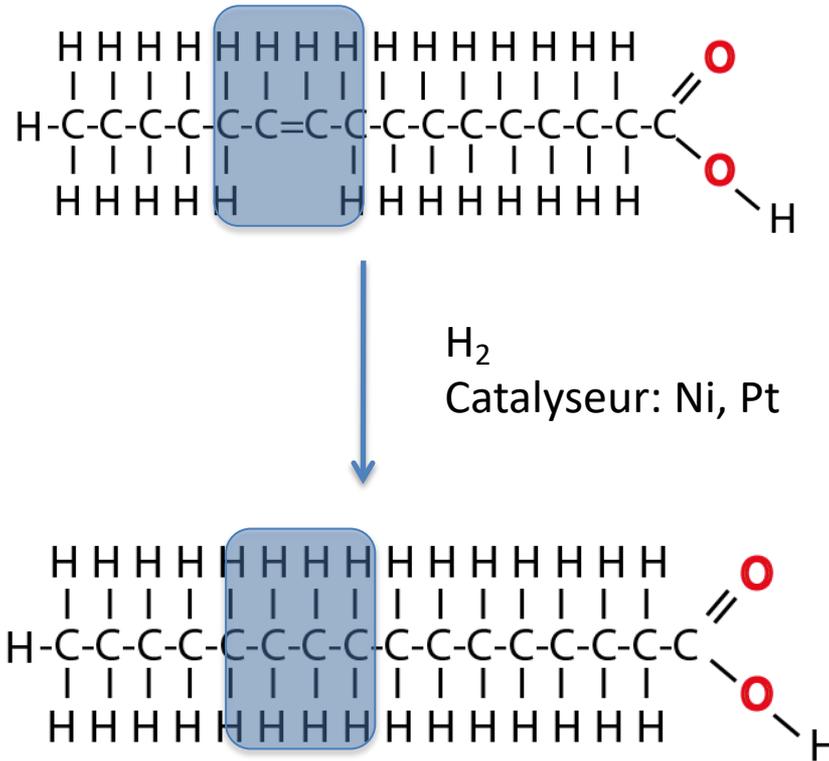
Mesure de l'oxydation (rancissement des graisses)

Plus l'indice est élevé, plus la graisse est oxydée

Mesure selon norme française dans l'industrie alimentaire

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Hydrogénation des graisses riches en acides gras insaturé



Hydrogénation des huiles alimentaires:

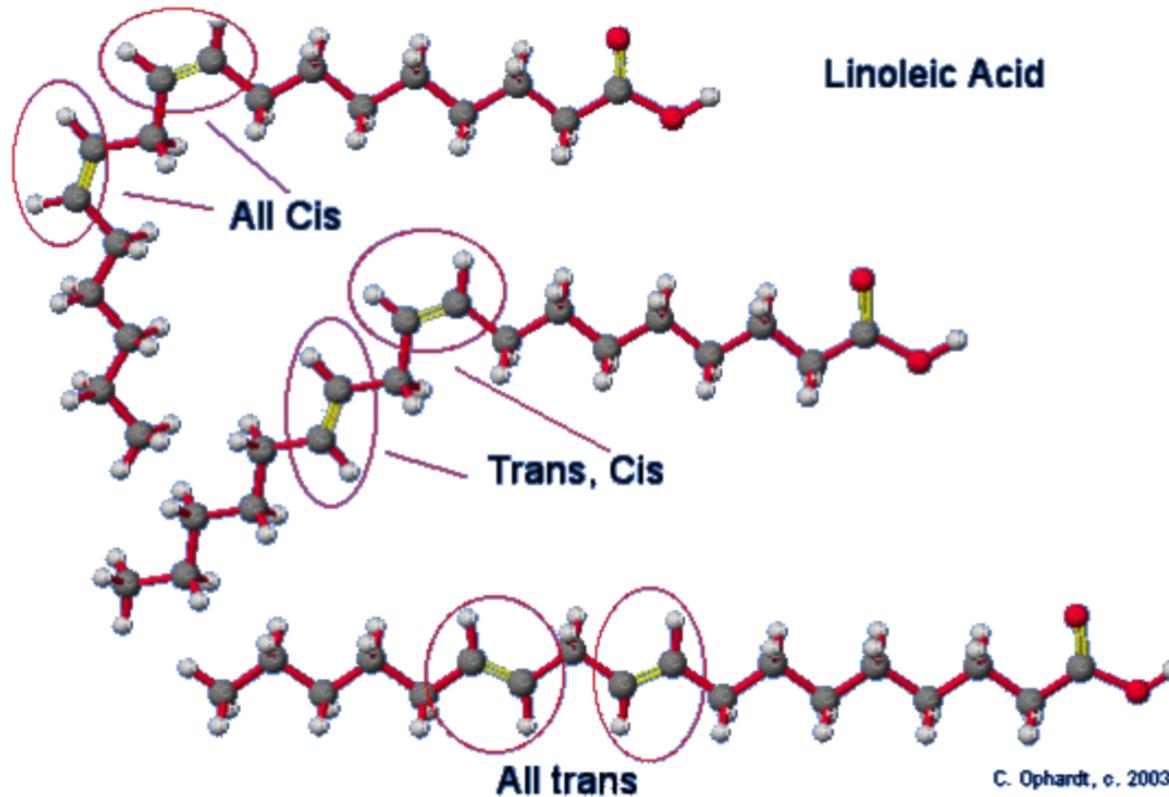
But=augmenter la température de fusion (margarine).

Rendre les graisses moins susceptibles à l'oxydation spontanée (rancissement)

Génération d'acides gras insaturés trans lors d'une hydrogénation incomplète.

III. Propriétés physico-chimiques des lipides

Hydrogénation des graisses riches en acides gras insaturé



Production d'acide gras insaturé trans... au cours de la réaction d'hydrogénation

Plan du cours

1. Introduction-généralités
2. Classification des lipides
3. Propriétés physico-chimiques les lipides
- 4. Techniques d'analyse des lipides**
 1. CCM (Chromatographie sur couche mince)
 2. Chromatographie en phase gazeuse
 3. HPLC
 4. Analyse lipidomique
5. Transport des lipides dans l'organisme
6. Rôle biologiques des lipides (hors stéroïdes)
7. Métabolisme des TAG et phospholipides

IV. Techniques d'analyse des lipides

A partir d'un échantillon complexe:

1. Séparer : Chromatographie.

phase mobile/phase stationnaire

(affinité relative des constituants à séparer)

CCM Chromatographie couche mince

CPG Chromatographie en phase gazeuse

HPLC High Pressure liquid chromatography

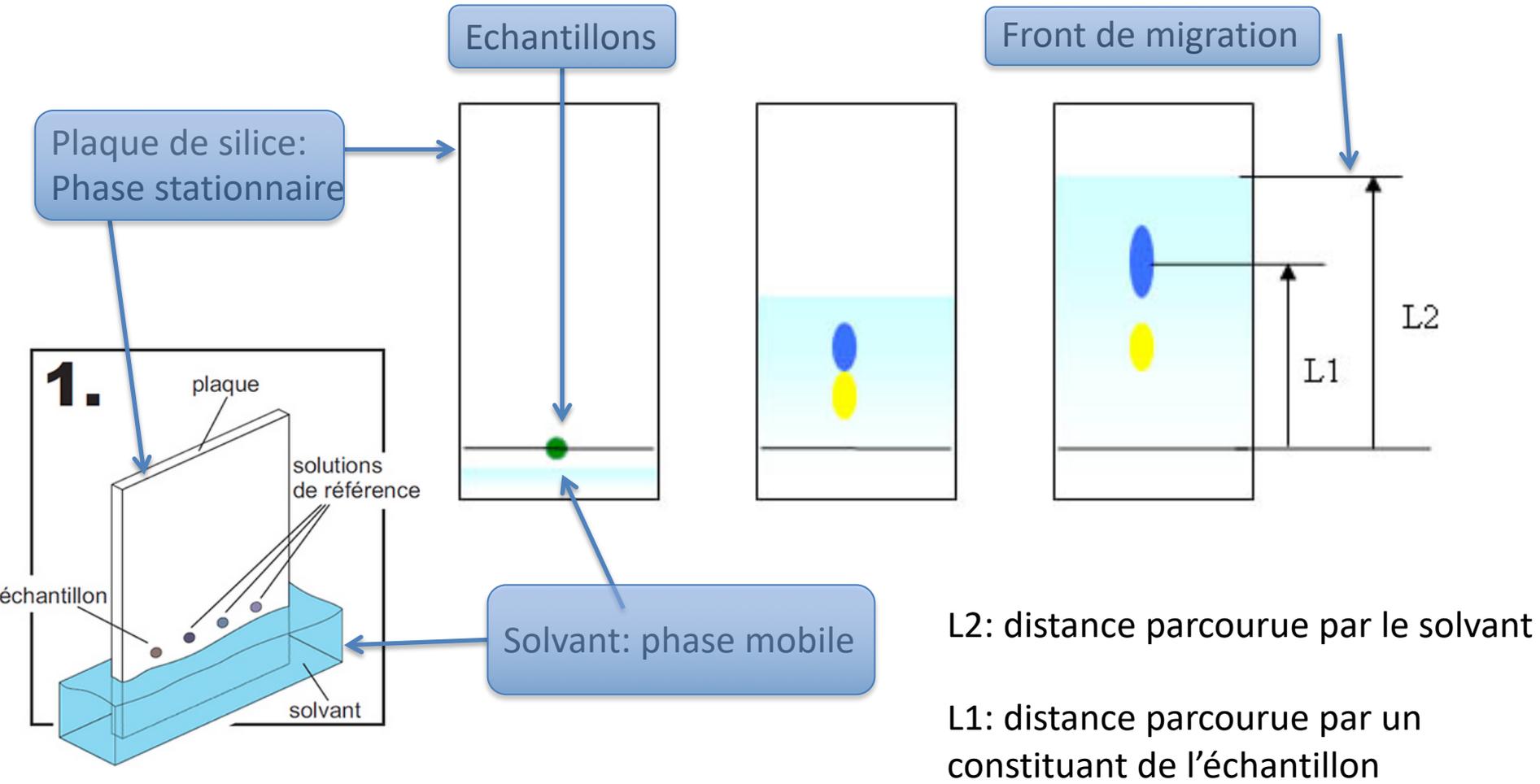
2. Identifier : Par rapport à un standard connu

En spectrométrie de masse

IV. Techniques d'analyse des lipides

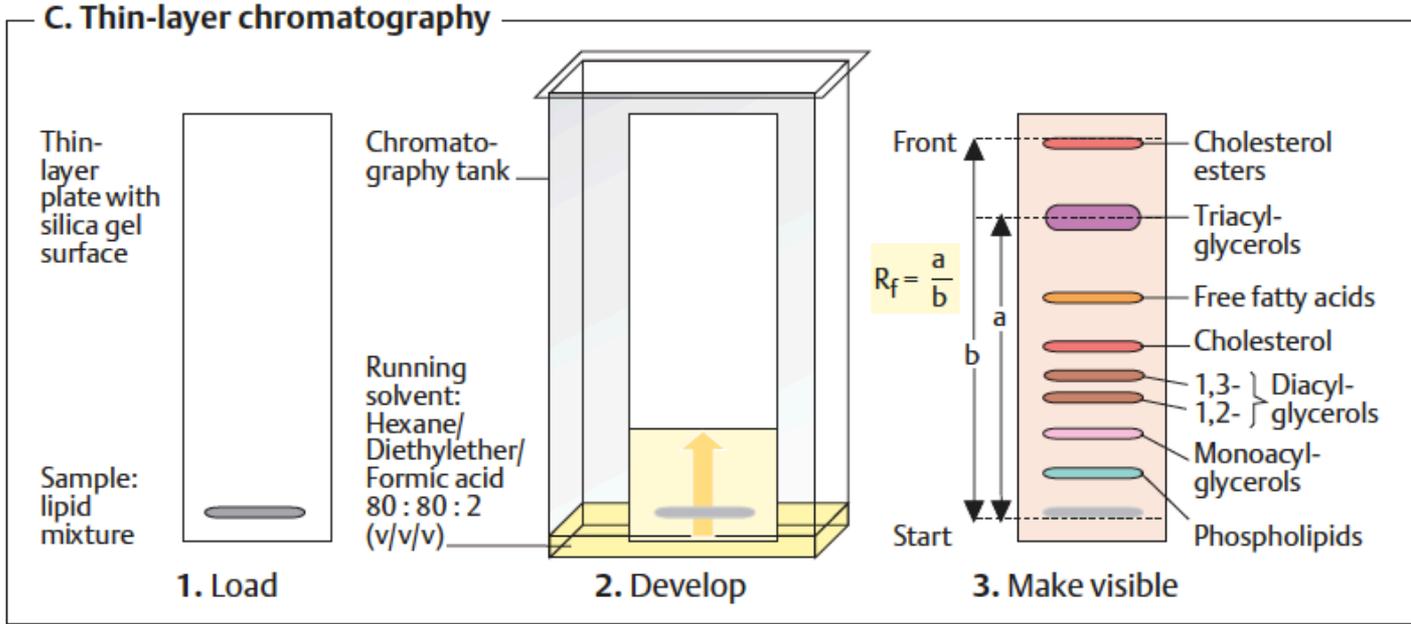
Principe

Chromatographie sur couche mince=CCM (Thin Layer Chromatography TLC)



IV. Techniques d'analyse des lipides 1. CCM

Chromatographie sur couche mince=CCM (Thin Layer Chromatography TLC)



- Esters de cholesterol
- TAG
- Acide Gras libre
- Cholesterol
- Di-acyl glycérol
- Mono acyl glycerol
- Phospholipides

Phase stationnaire: plaque de silice

Phase mobile : mélange de solvants (plus ou moins polaires)

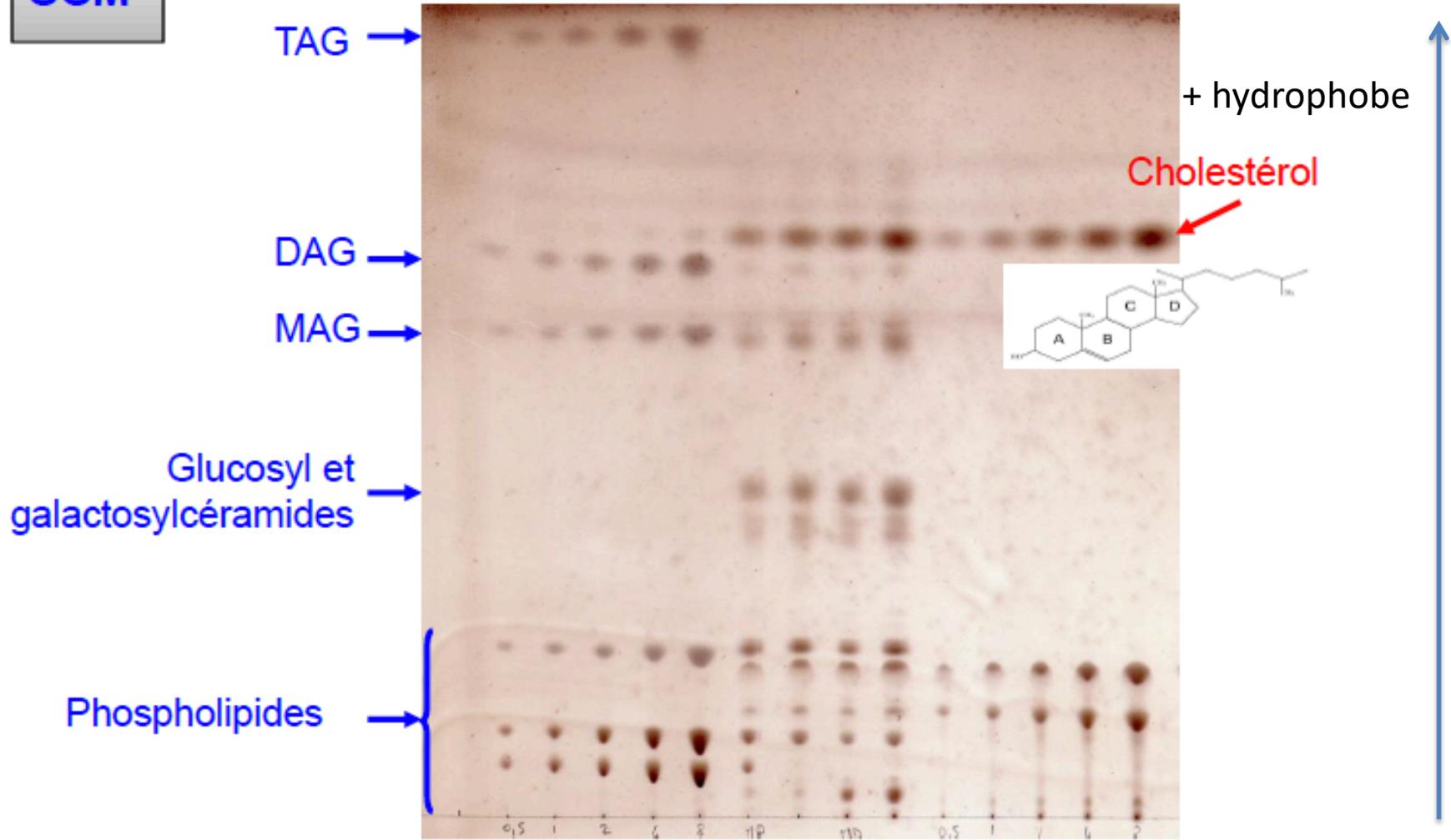
Séparation en fonction de la solubilité différentielle pour les deux phases

Facteur de rétention (R_f)= $\frac{\text{Distance parcourue par le lipide à identifier}}{\text{Distance parcourue par le solvant}}$

IV. Techniques d'analyse des lipides 1. CCM

Chromatographie sur couche mince=CCM (Thin Layer Chromatography TLC)

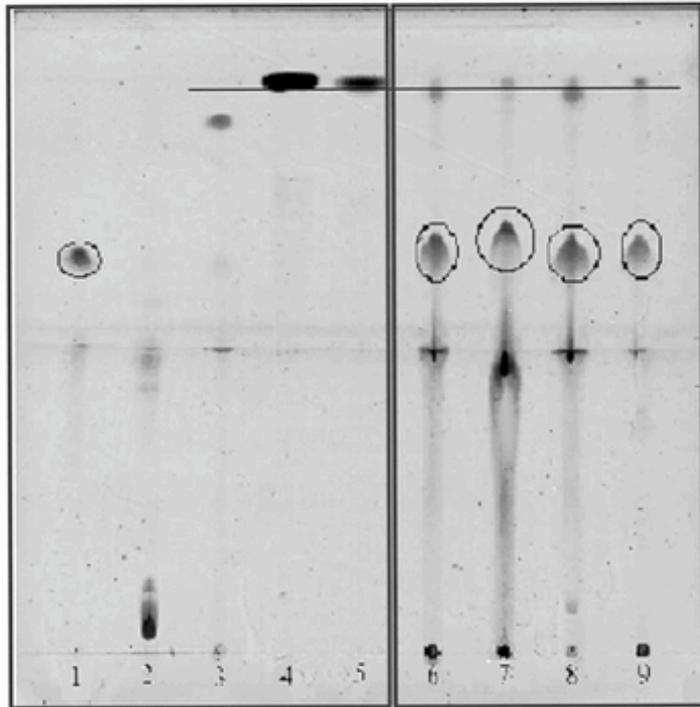
CCM



IV. Techniques d'analyse des lipides 1. CCM

Chromatographie sur couche mince=CCM (Thin Layer Chromatography TLC)

Utilisation de références



Références

- 1 : acide gras (C22:6)
- 2 : phospholipide (phosphatidylcholine)
- 3 : triglycéride (trioléine)
- 4 : cholestérol (ester de cholestérol)
- 5 : cire (oléate d'oléyle)

Echantillons

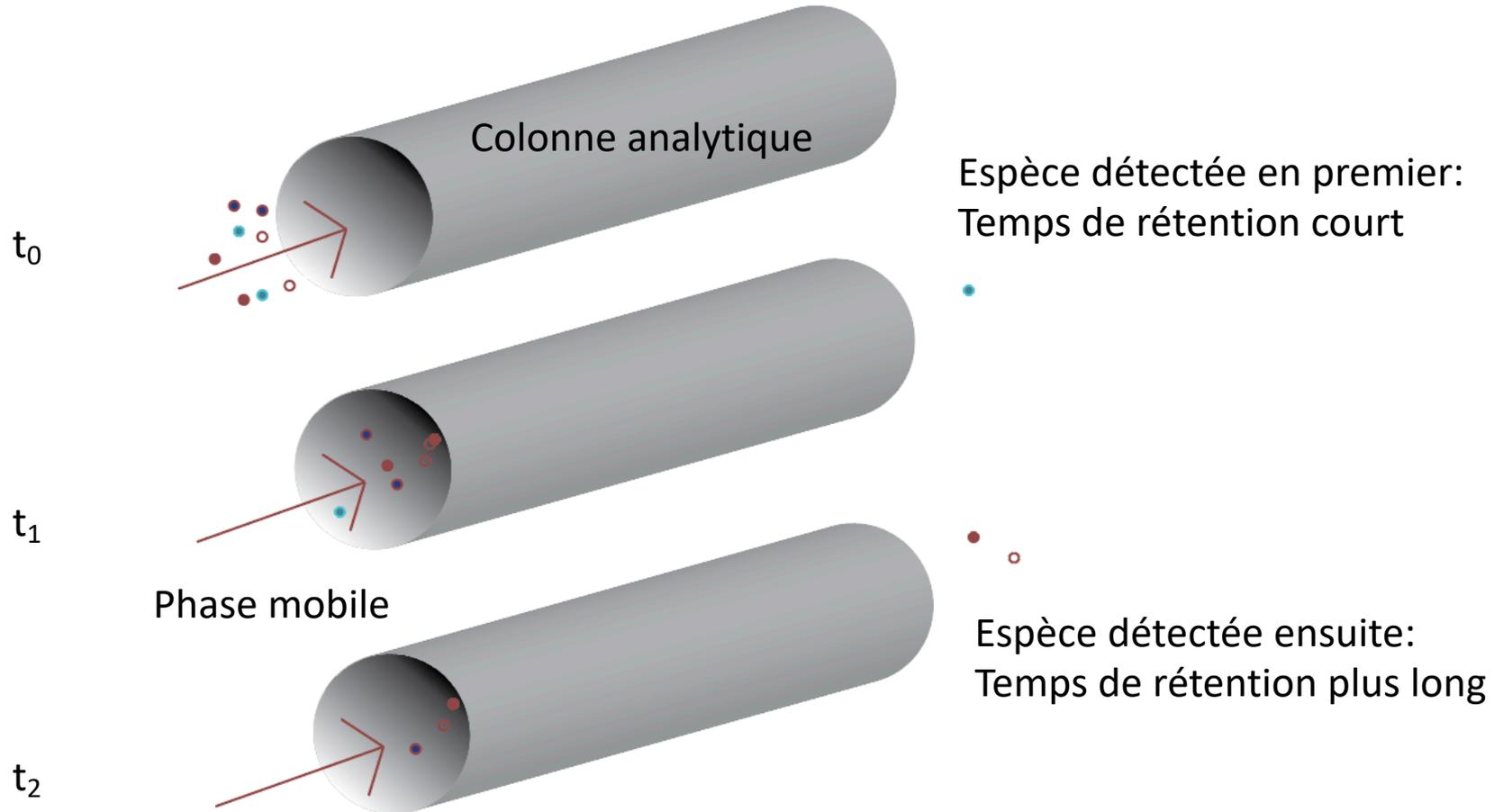
- 6 : graisse de vertèbre CRMM (surface)
- 7 : graisse de roqual Muséum (surface)
- 8 : graisse de vertèbre CRMM (à coeur)
- 9 : graisse de roqual Muséum (à coeur)

Echantillons de références

Echantillons à analyser

Techniques d'analyse des lipides

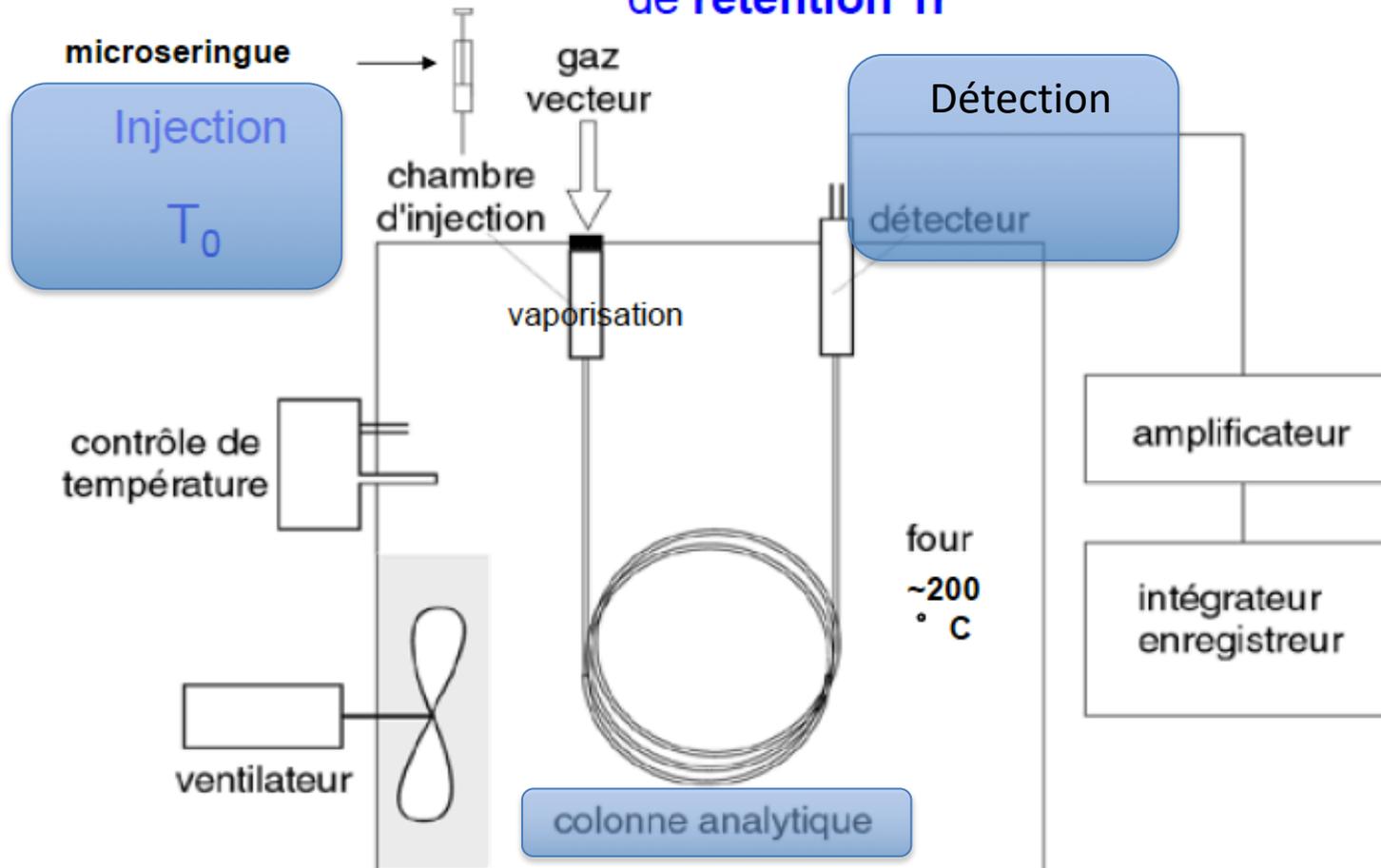
Chromatographie sur colonne: principe



Techniques d'analyse des lipides

Chromatographie en phase gazeuse.

Caractérisation des composés par le temps de rétention T_r



Colonne: lieu de séparation en fonction de l'affinité des lipides pour la colonne

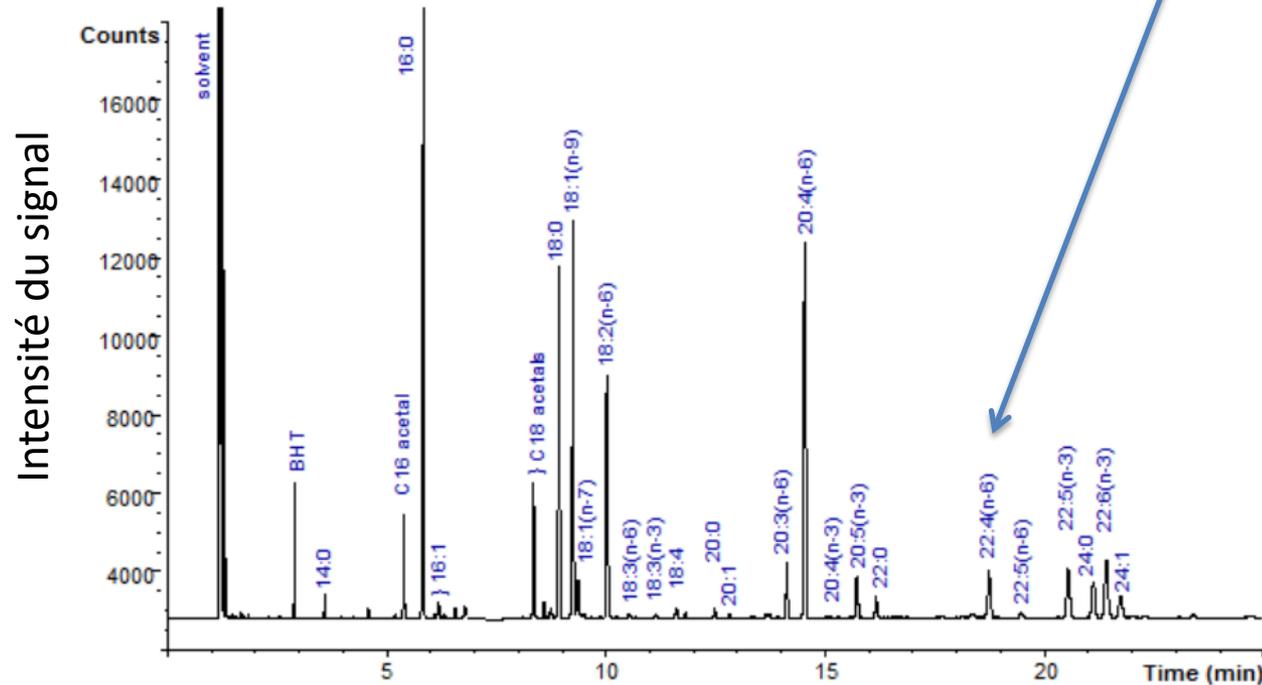
Techniques d'analyse des lipides

Détection du signal en fonction du temps

Plus une molécule est retenue dans la colonne = Plus le temps est long

Molécule moins retenue dans la colonne

Molécule retenue dans la colonne
moins entraînée par la phase mobile

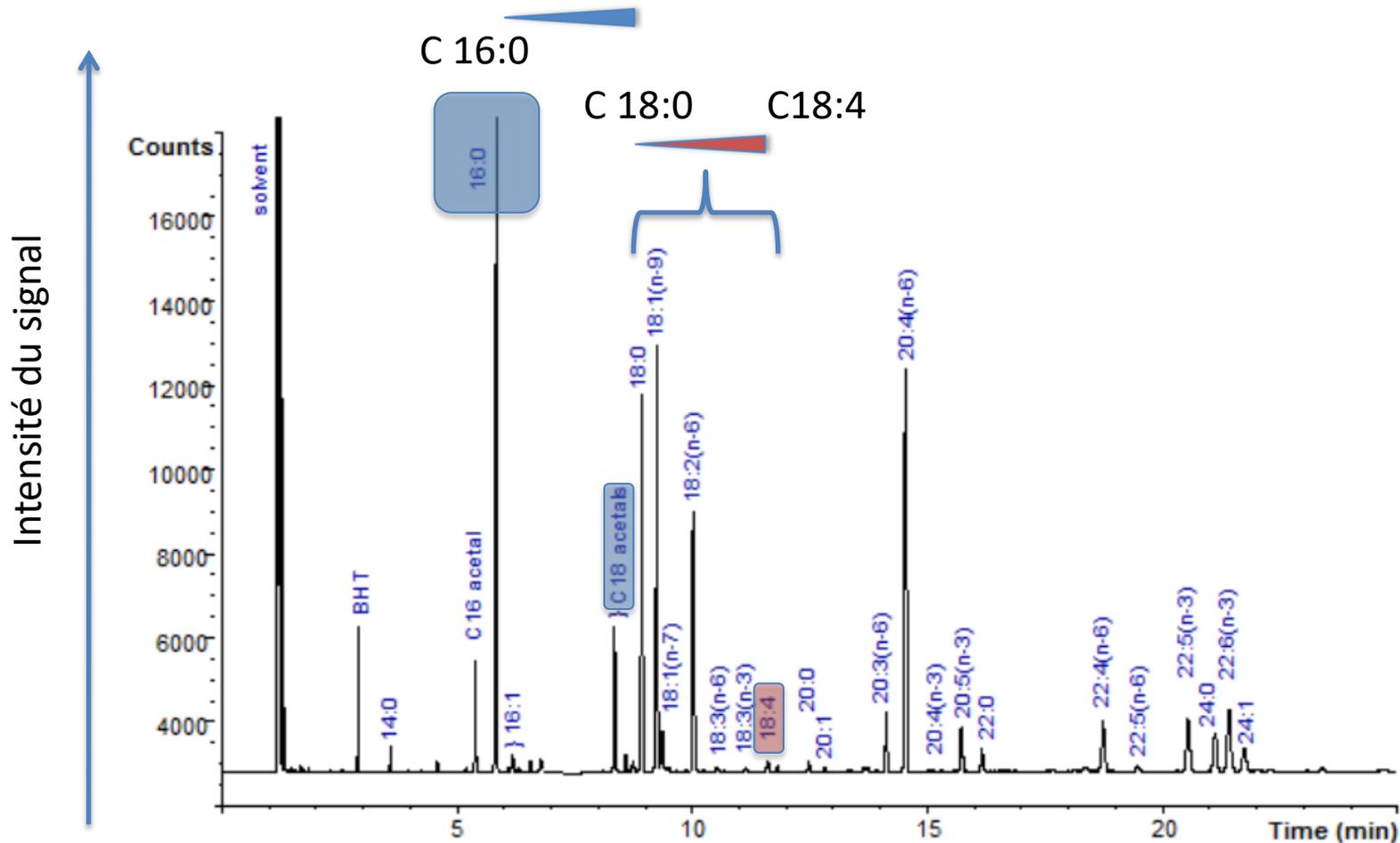


Temps

Techniques d'analyse des lipides

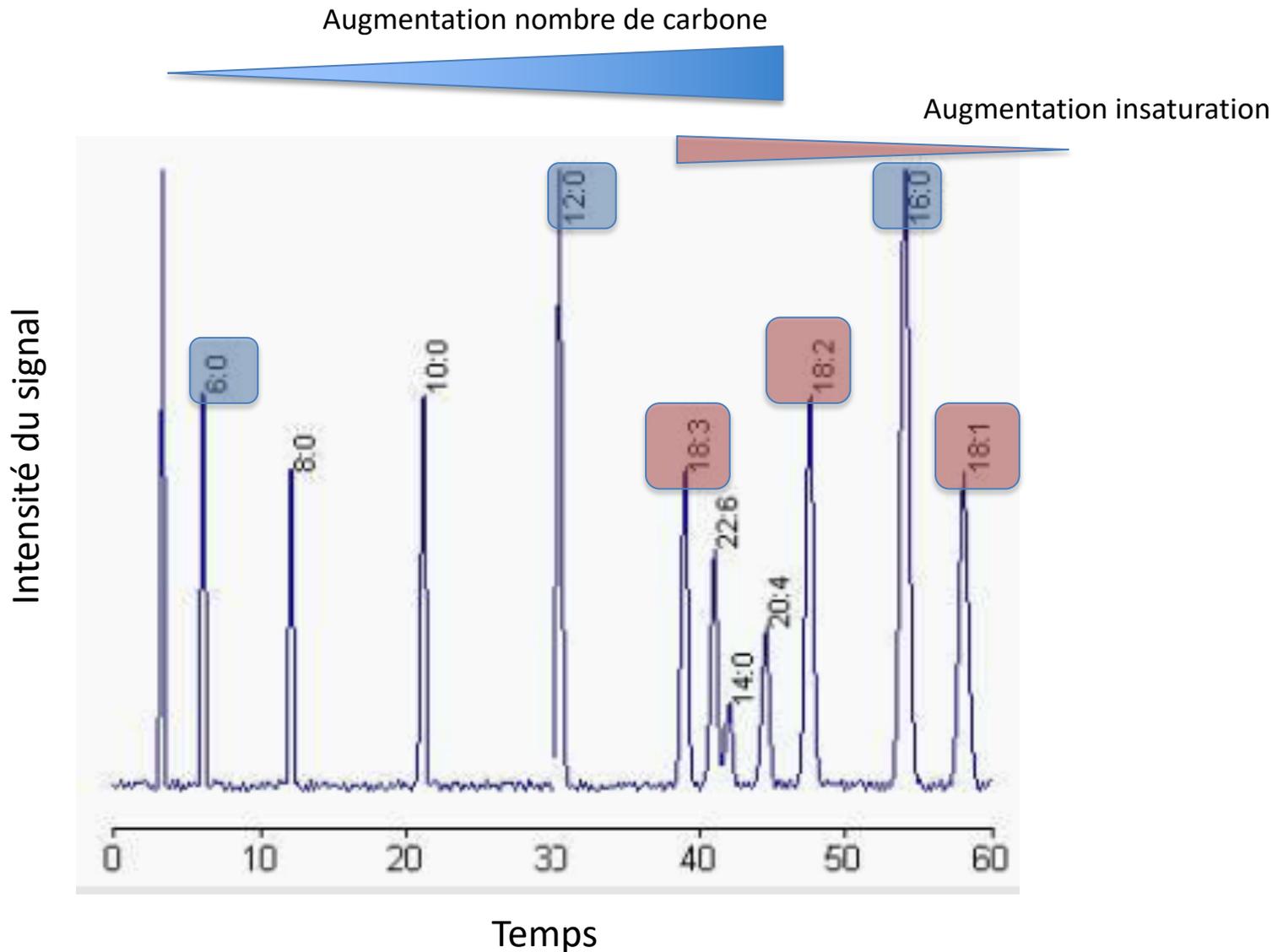
Chromatographie en phase gazeuse.

Ex: Séparation d'acides gras



IV. Techniques d'analyse des lipides

Chromatographie liquide par HPLC (High Performance Liquid Chromatography)



IV. Techniques d'analyse des lipides

Bilan lipidiques: Dosage des lipides plasmatiques

Important pour détecter trouble métabolique des lipides, hypercholestérolémie, risque de CVDD

Dosage du cholestérol et des triglycérides

Technique de dosage :

- Production de H_2O_2 en quantité proportionnelle à l'élément à doser

L' H_2O_2 est utilisé pour produire un chromophore mesurable en spectrophotométrie.

Dosages des lipoprotéines par électrophorèse (cf transport des lipides dans l'organisme)

IV. Techniques d'analyse des lipides

HEMOGRAMME

1u-NUMERATION GLOBULAIRE

Leucocytes	5.000 /mm3	4.000 à 10.000
Hématies	4.390.000 /mm3	3800000 à 5500000
Hémoglobine	13,4 g%	11,5 à 16,0
Hématocrite	39,2 %	37,0 à 47,0
V.G.M.	89 u3	80 à 100
C.C.M.H.	34,2 %	30,0 à 36,0
T.C.M.H.	30,5 uug	27,0 à 32,0

FORMULE SANGUINE

Polynucléaires neutrophiles	56.0 %	2800 /mm3	1500 à 7500
Polynucléaires éosinophiles	2.7 %	135 /mm3	40 à 500
Polynucléaires basophiles	0.3 %	15 /mm3	10 à 100
Lymphocytes	34.2 %	1710 /mm3	1500 à 4000
Monocytes	6.8 %	340 /mm3	20 à 1300

FROTTIS SANGUIN

NUMERATION DES PLAQUETTES

190.000 /mm3	150.000 à 500.000
--------------	-------------------

VITESSE DE SEDIMENTATION

1ère heure	6 mm	
2ème heure	14 mm	inf. à 30

BIOCHIMIE

Valeurs de référence Antérieurs

GLYCEMIE à jeun	0,89 g/l	0,74 à 1,06
(Technique enzymatique AU2700)	4,94 mmol/l	4,11 à 5,88

CHOLESTEROL TOTAL	2,35- g/l	inf. à 2,00
(Technique colorimétrique-AU2700)	6,06 mmol/l	inf. à 5,16

TRIGLYCERIDES	0,69 g/l	inf. à 1,50
(Technique colorimétrique-AU2700)	0,79 mmol/l	inf. à 1,71

POTASSIUM	4,4 mmol/l	3,5 à 5,2
-----------	------------	-----------

BILIRUBINE TOTALE	5,9 mg/l	3,0 à 12,0
(Technique colorimétrique-AU2700)	10,1 umol/l	5,1 à 20,5

ENZYMOLOGIE

Valeurs de référence Antérieurs

TRANSAMINASES S.G.O.T.	16 UI/l	inf. à 31
(Technique cinétique UV-AU2700)		

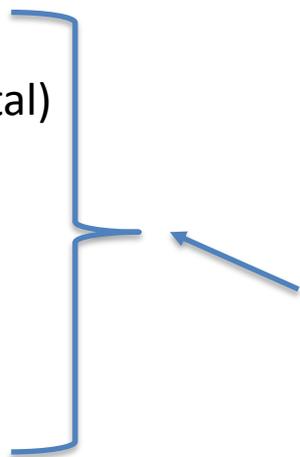
TRANSAMINASES S.G.P.T.	17 UI/l	
------------------------	---------	--

dosage colorimétrique

du cholestérol (total)

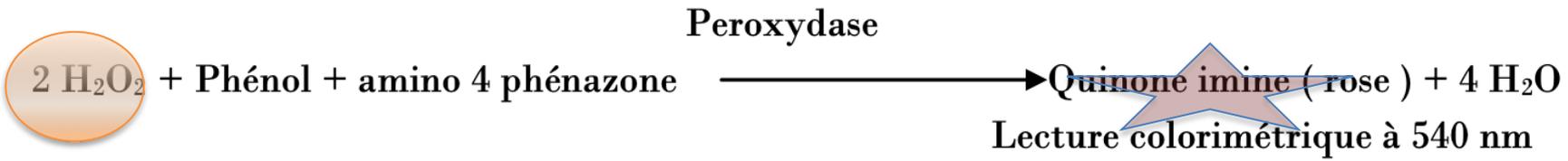
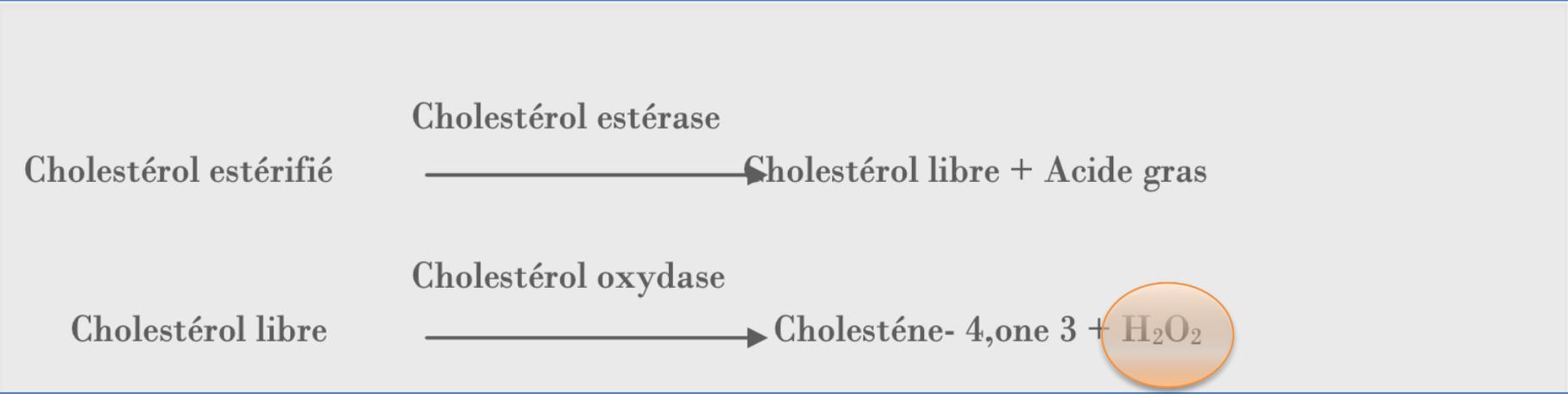
et

des triglycérides



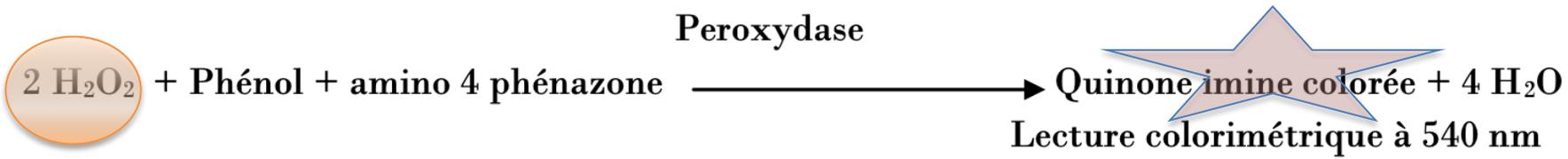
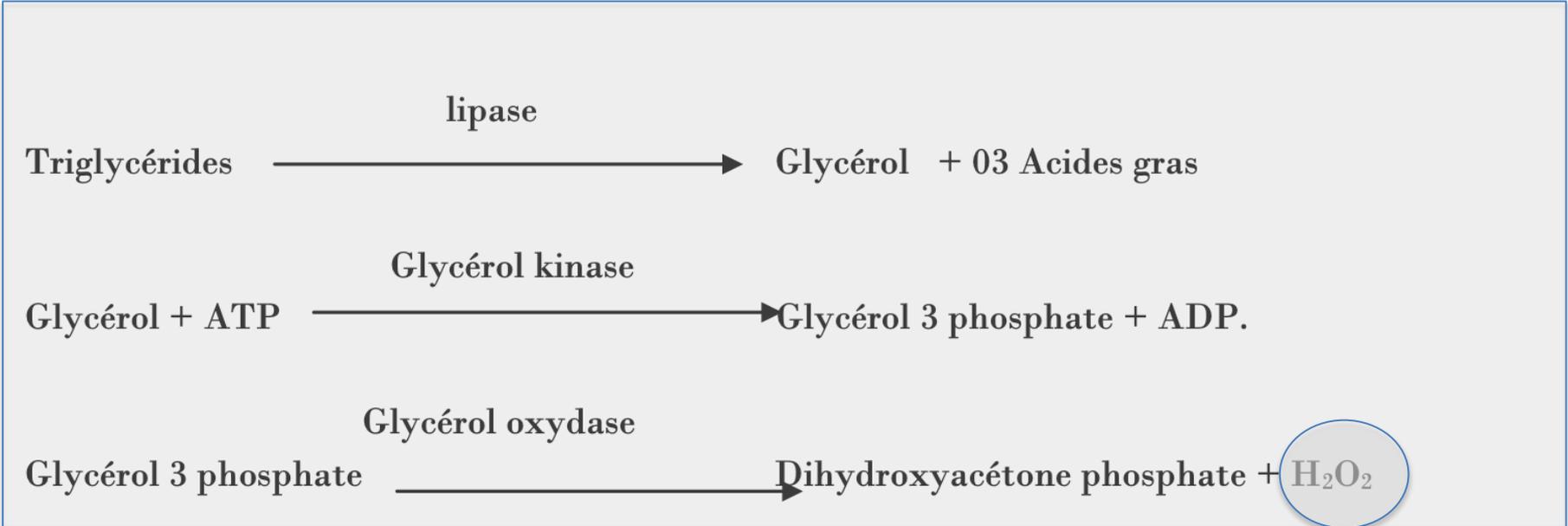
IV. Techniques d'analyse des lipides

Dosage du cholestérol total (ester de cholestérol et cholestérol)



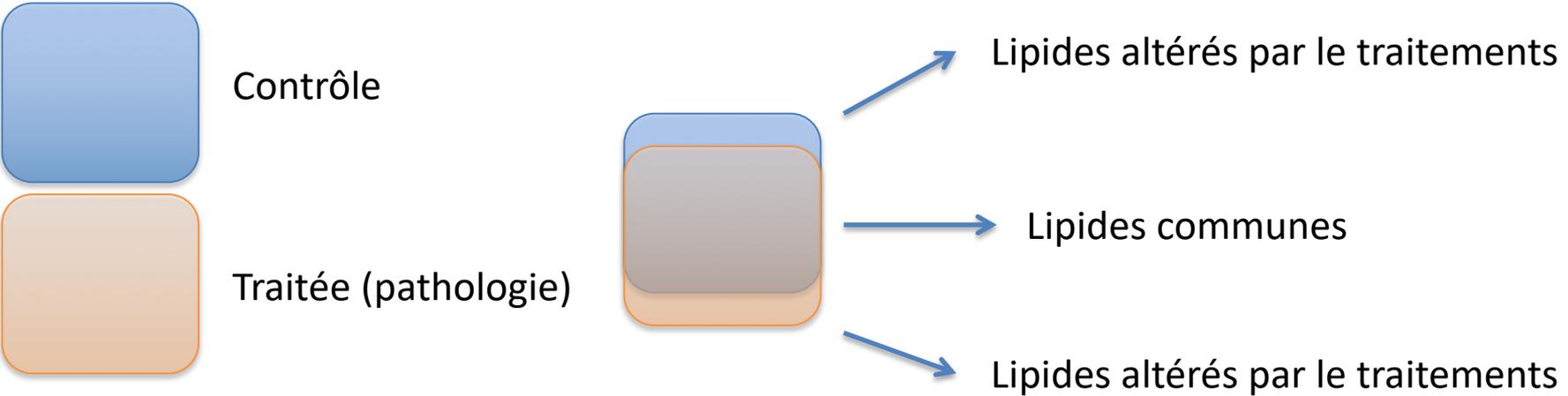
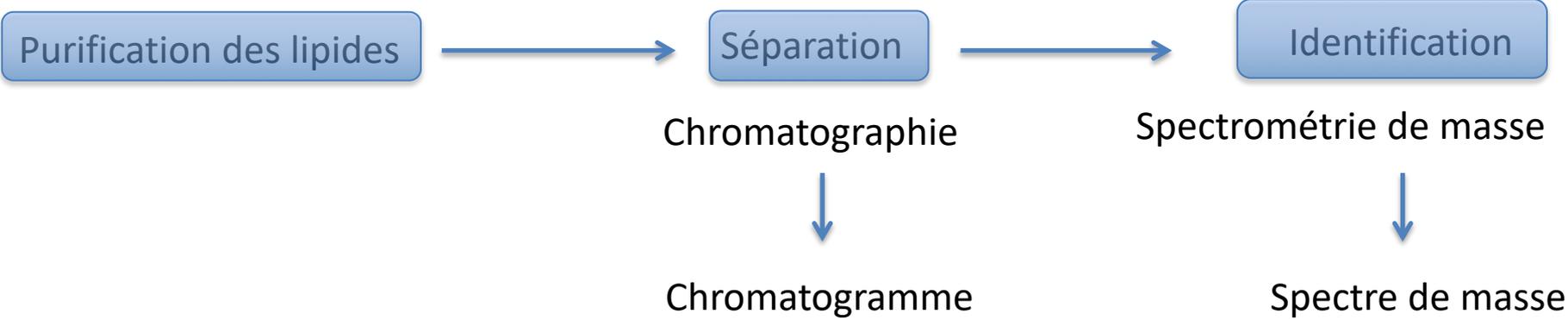
IV. Techniques d'analyse des lipides

Dosage des triglycérides

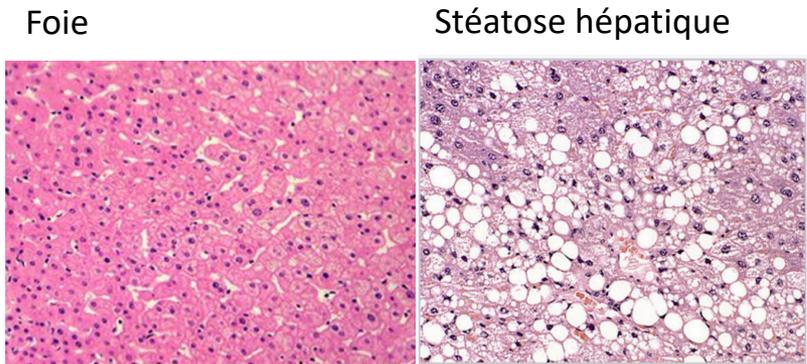


IV. Techniques d'analyse des lipides Analyse lipidomique

Analyse exhaustive de l'ensemble des lipides composant un échantillon biologique
Couplage chromatographie/spectrométrie de masse



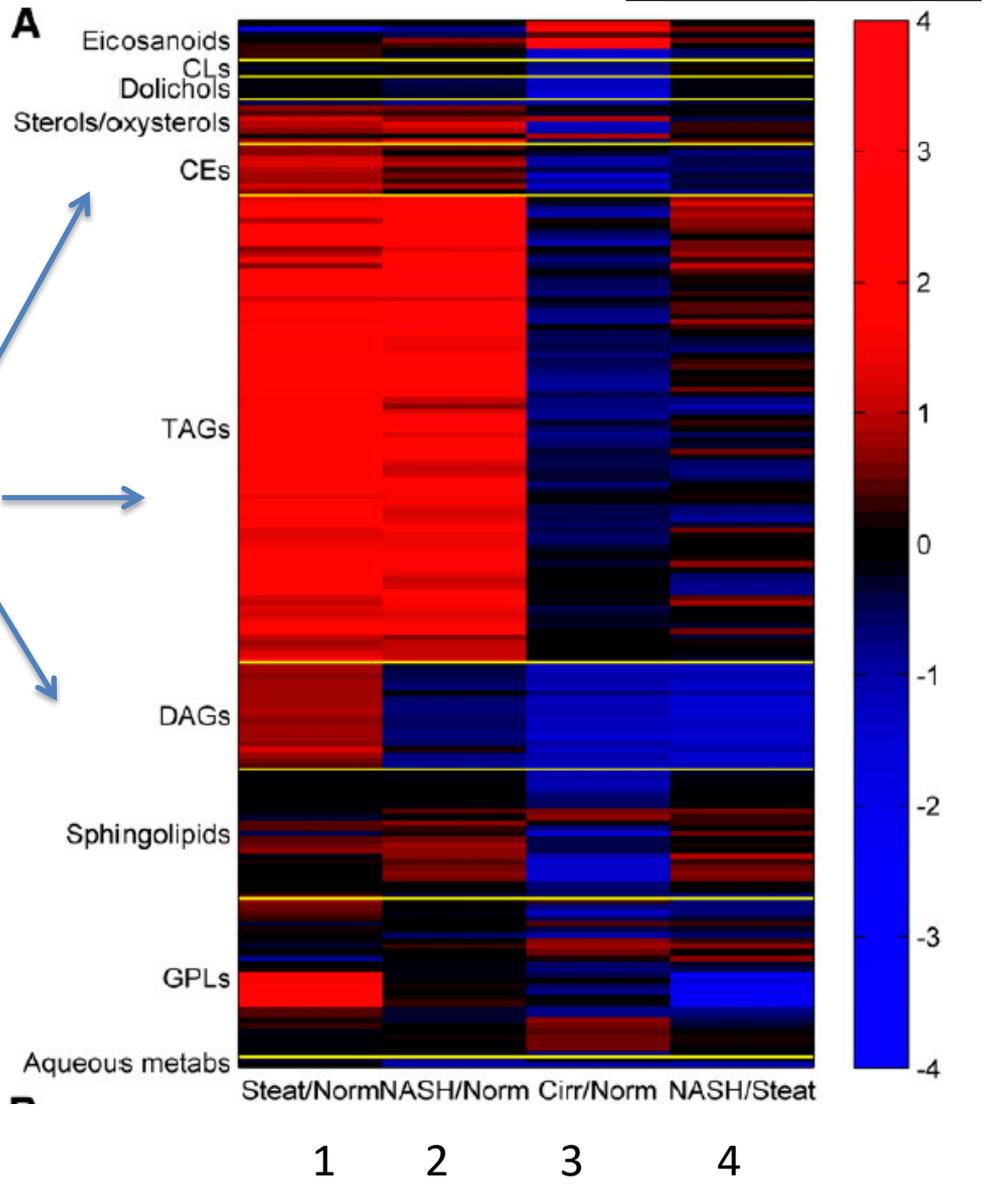
IV. Techniques d'analyse des lipides Analyse lipidomique



Différentes espèces analysées

Rapports des conditions

1. Stéatose/Foie normal
2. Stéatose Non alcoolique/Normal
3. Cirrhose/Normal
4. Stéatose non alcoolique/stéatose



How to participate?



Copy participation link

- 1 Go to wooclap.com
- 2 Enter the event code in the top banner

Event code
HFXQQF

- 1 Send **@HFXQQF** to **06 44 60 96 62**
- 2 You can participate

Le lipide X a une masse molaire de 300 g/mole, 2 insaturations et un indice d'iode d'environ 170.

Le lipide Y a trois insaturations et une masse molaire de 300 g/mole

Quel est l'indice d'iode du lipide Y ?