

# 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

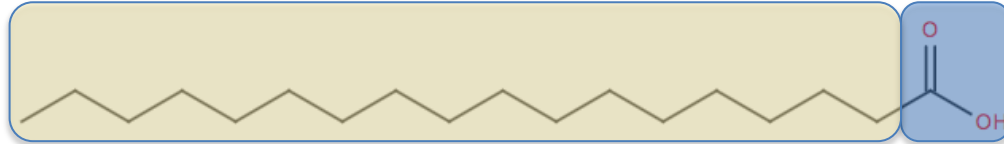
4. Techniques d'analyse des lipides

5. Transport des lipides dans l'organisme

6. Rôle biologiques des lipides (hors stéroïdes)

### 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

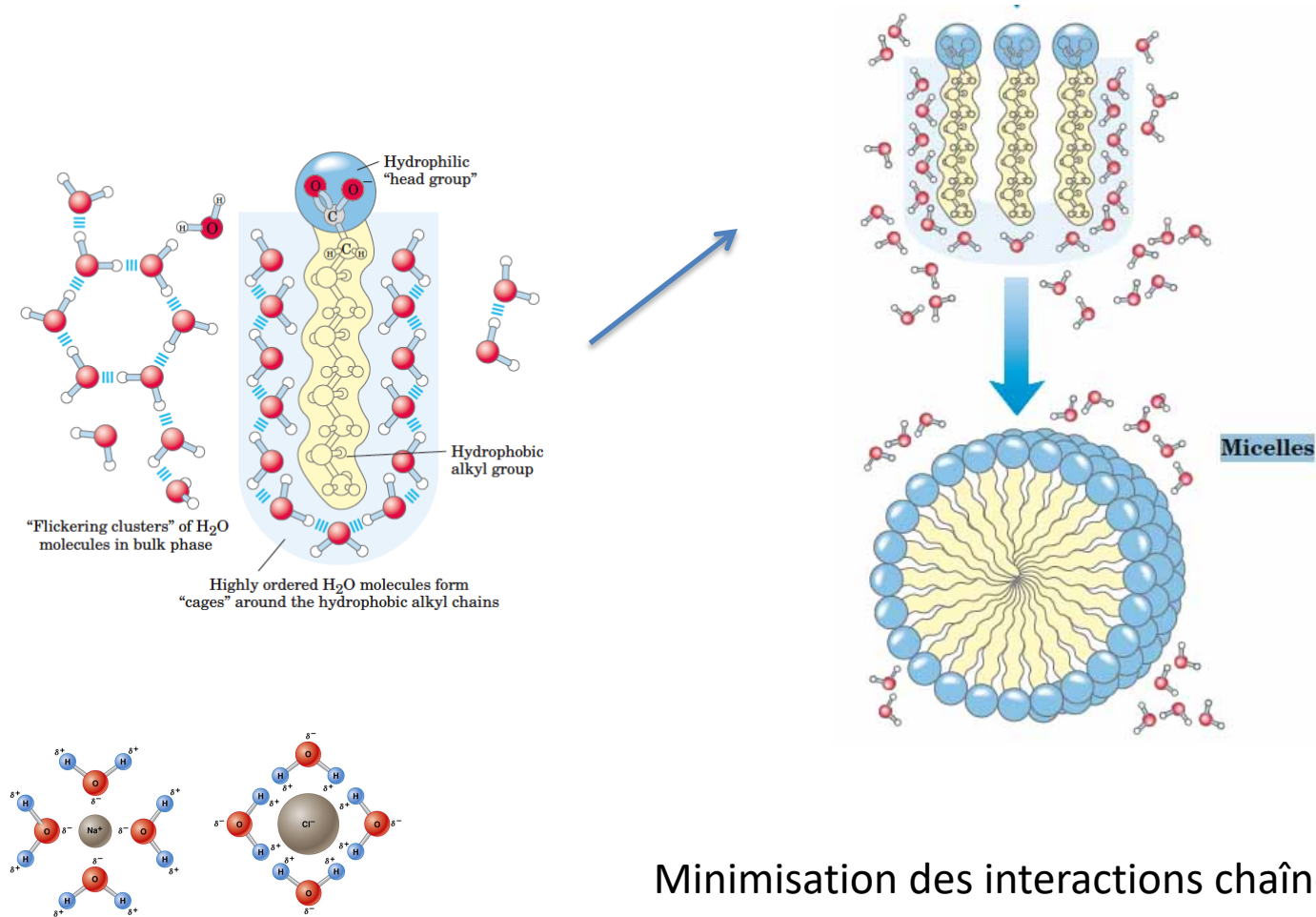
Acide Décanoïque: 0.015g/100g d'eau

$n > 12$ : solvant apolaire uniquement

Chloroforme, benzène, éther

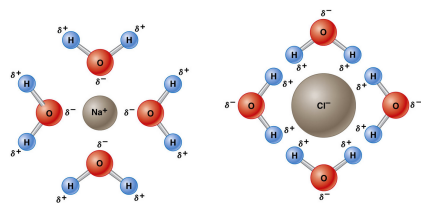
# III. Propriétés physico-chimiques des lipides

## Solubilité



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

Minimisation des interactions chaînes carbonées/eau



Soluté vrai

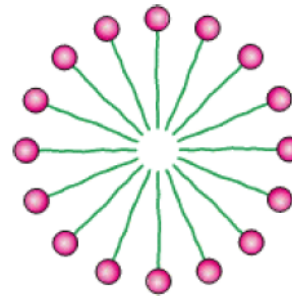
# III. Propriétés physico-chimiques des lipides

## Solubilité

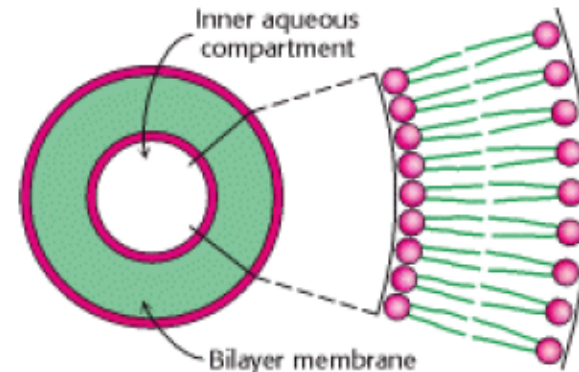
Phospholipides: Tête polaire plus importante + 2 acides gras

→ Formation de bicouches

Micelles (20nm)



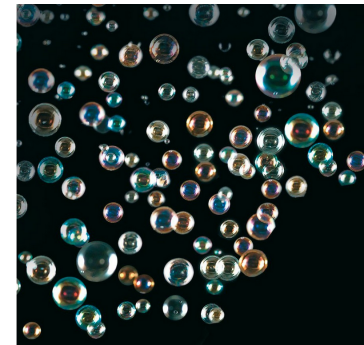
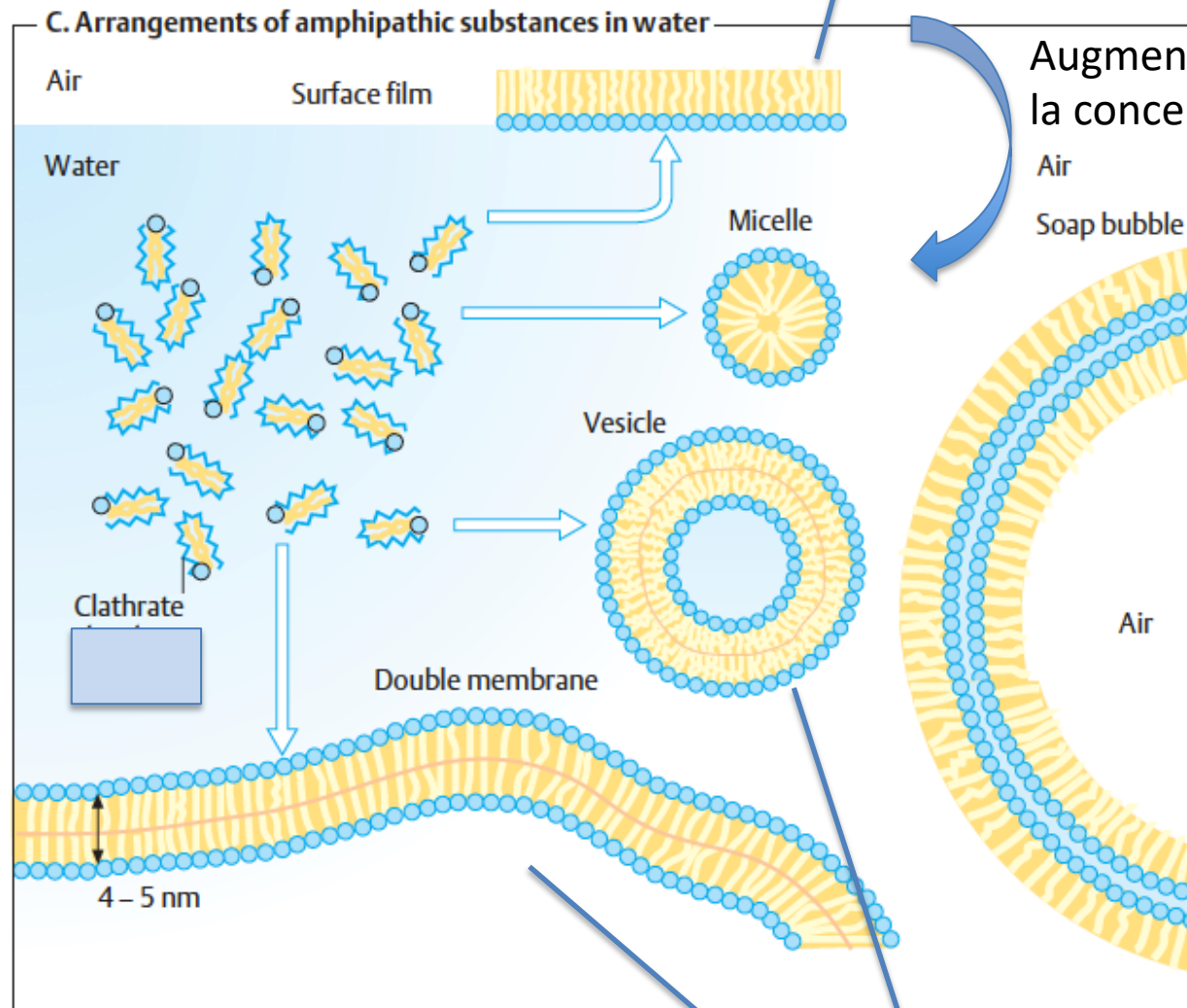
Bi-couche (liposomes) (jusqu'à 10µm)



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

# III. Propriétés physico-chimiques des lipides

## Structures lipidiques en solvant aqueux

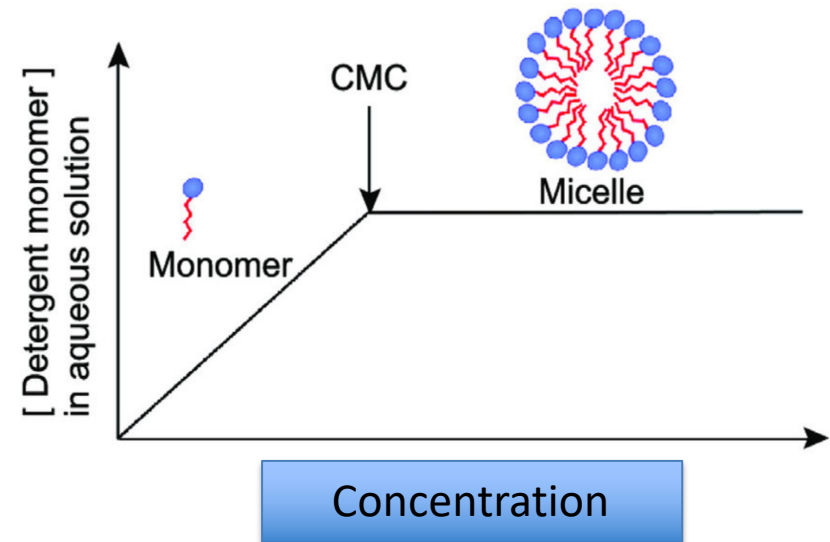
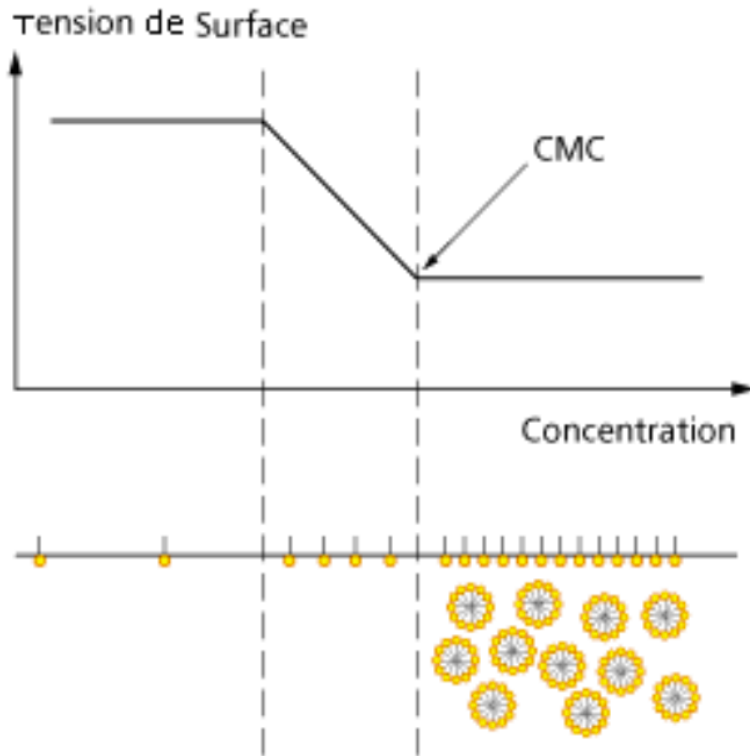


Phospholipides : formation de bicouches lipidiques

# III. Propriétés physico-chimiques des lipides

## Concentration micellaire critique (CMC)

Concentration au-delà de laquelle les micelles se forment

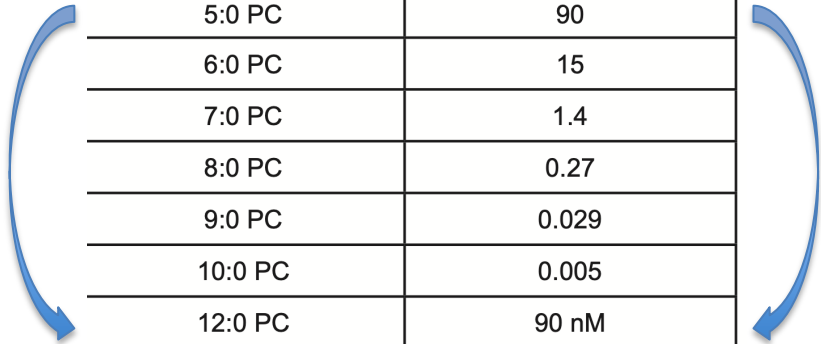


# III. Propriétés physico-chimiques des lipides

## 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  |

How to participate?



1 Go to [wooclap.com](https://wooclap.com)

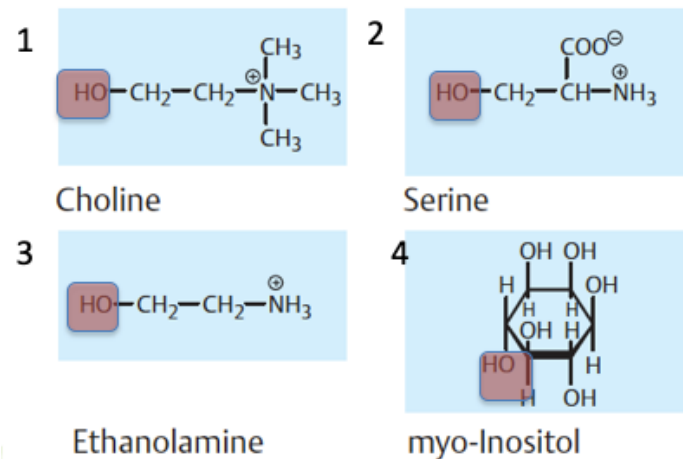
2 Enter the event code in the top banner

Event code  
**HFXQQF**

1 Send @HFXQQF to 06 44 60 96 62

2 You can participate

[Copy participation link](#)



Question: Quelles sont les molécules les plus polaires ?

Est ce qu'il faut connaître les structures des vitamines D2 et D3 pour l'examen ?

NON

Faut-il connaître les détails de la production des DHA et EPA ?

NON

Le monoacylglycerol est forcément sur le 1 carbone ?

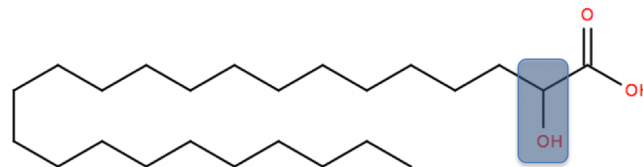
NON

Est ce que l'acide  $\gamma$ -Linoléique est considéré comme un acide gras essentiel?

NON

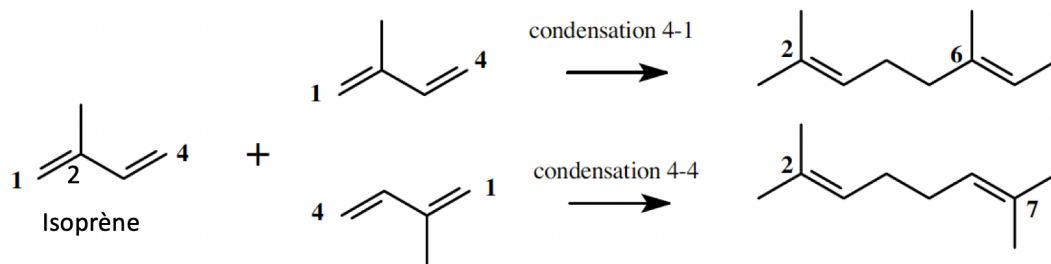
Quand on passe de linoléique à linolénique on met delta 9- delta 12 - delta 15 ou juste delta 15 ?

Je n'ai pas compris pourquoi c'est "tétracosanoïque" pour l'acide cérébronique

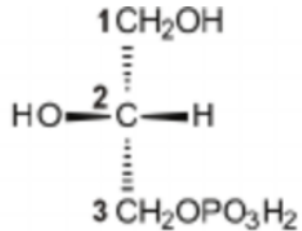
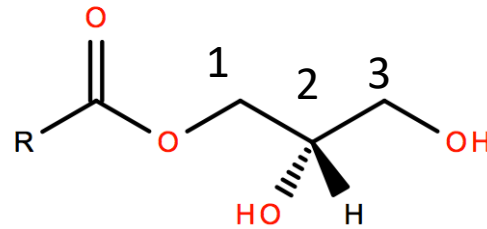
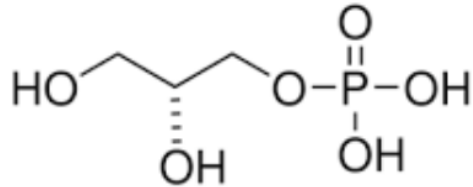


Pourquoi est ce que pr les terpènes il y a certaines ramifications qui vont vers le bas et d'autres vers le haut ?

|    |           |
|----|-----------|
| 22 | docos-    |
| 24 | tétracos- |
| 26 | hexacos-  |
| 28 | octacos-  |

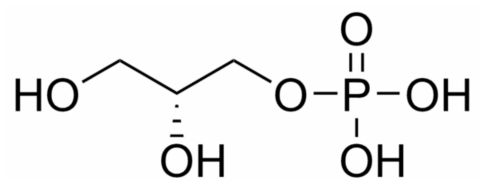


Comment on sait quel carbone est le 1 dans le cas d'un acylglycerol hétérogène ? Car on peut compter à partir des deux bouts du glycérol car il est symétrique

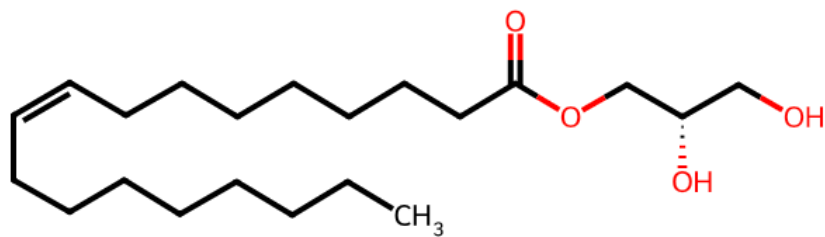


L-Glycerol 3-phosphate

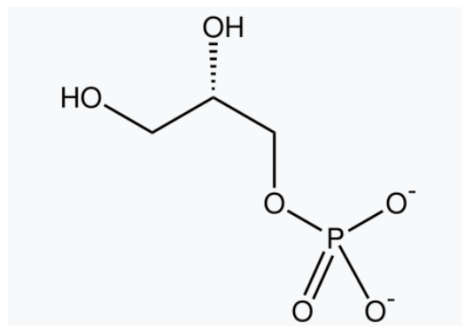
A



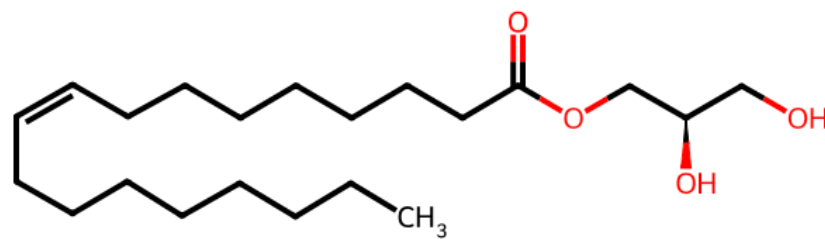
B



C



D

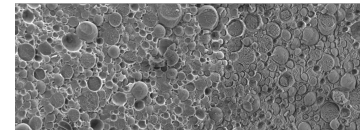
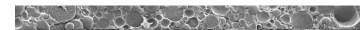


# III. Propriétés physico-chimiques des lipides

---

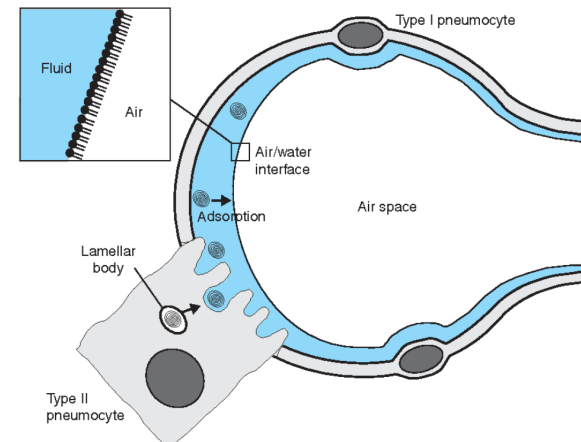
## Structures lipidiques en solvant aqueux

- 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

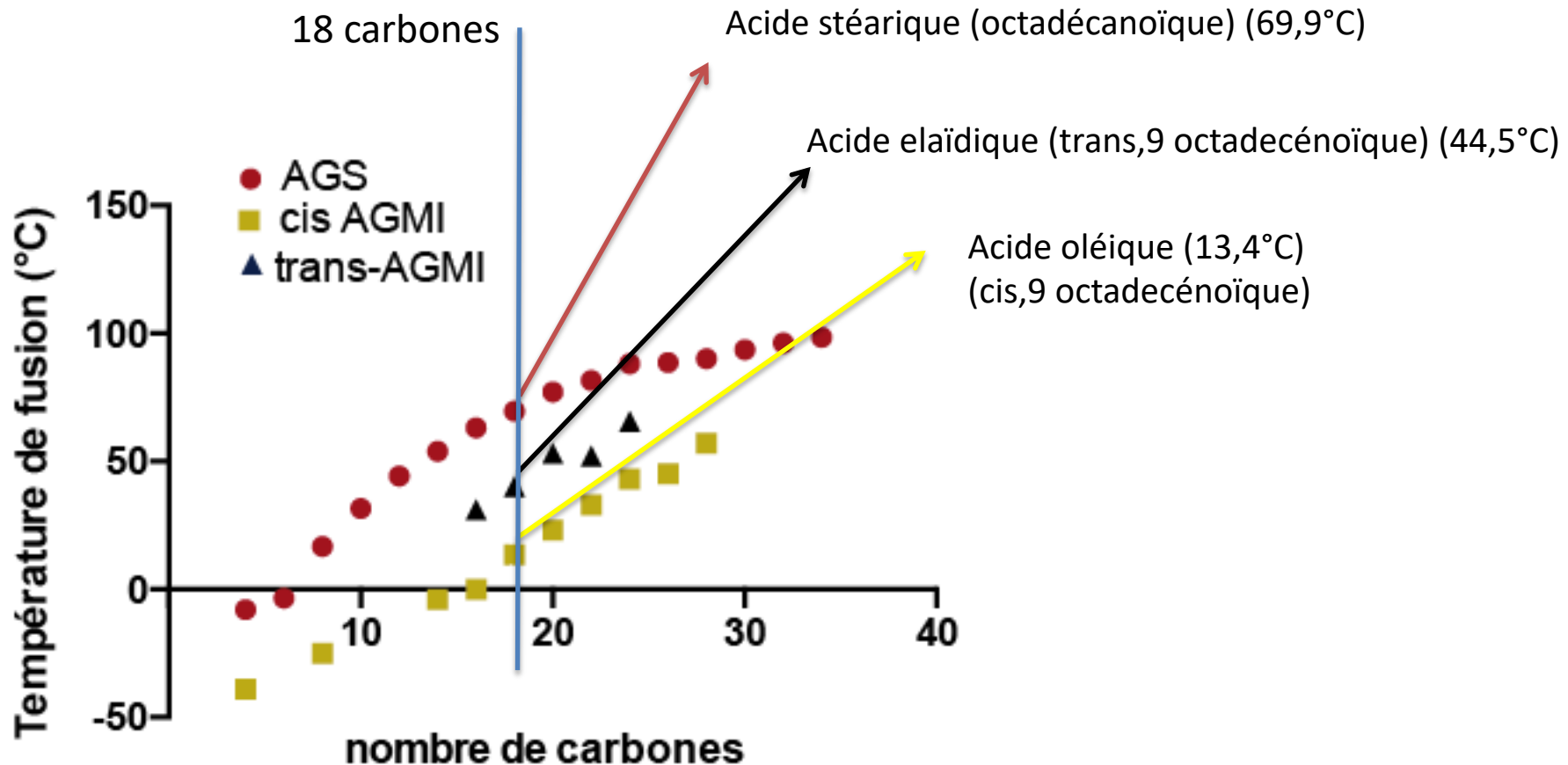
- Surfactant pulmonaire
  - 90% de lipides (dipalmitoyl-phosphatidylcholine, cholesterol) et 10% de protéines (SP-A;SP-B;SP-C;SP-D).
  - Produit par les pneumocytes de type II
  - Réduit la tension superficielle air-liquide à la surface des alvéoles pulmonaire.
  - Détresse respiratoire du nouveau-né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



# III. Propriétés physico-chimiques des lipides

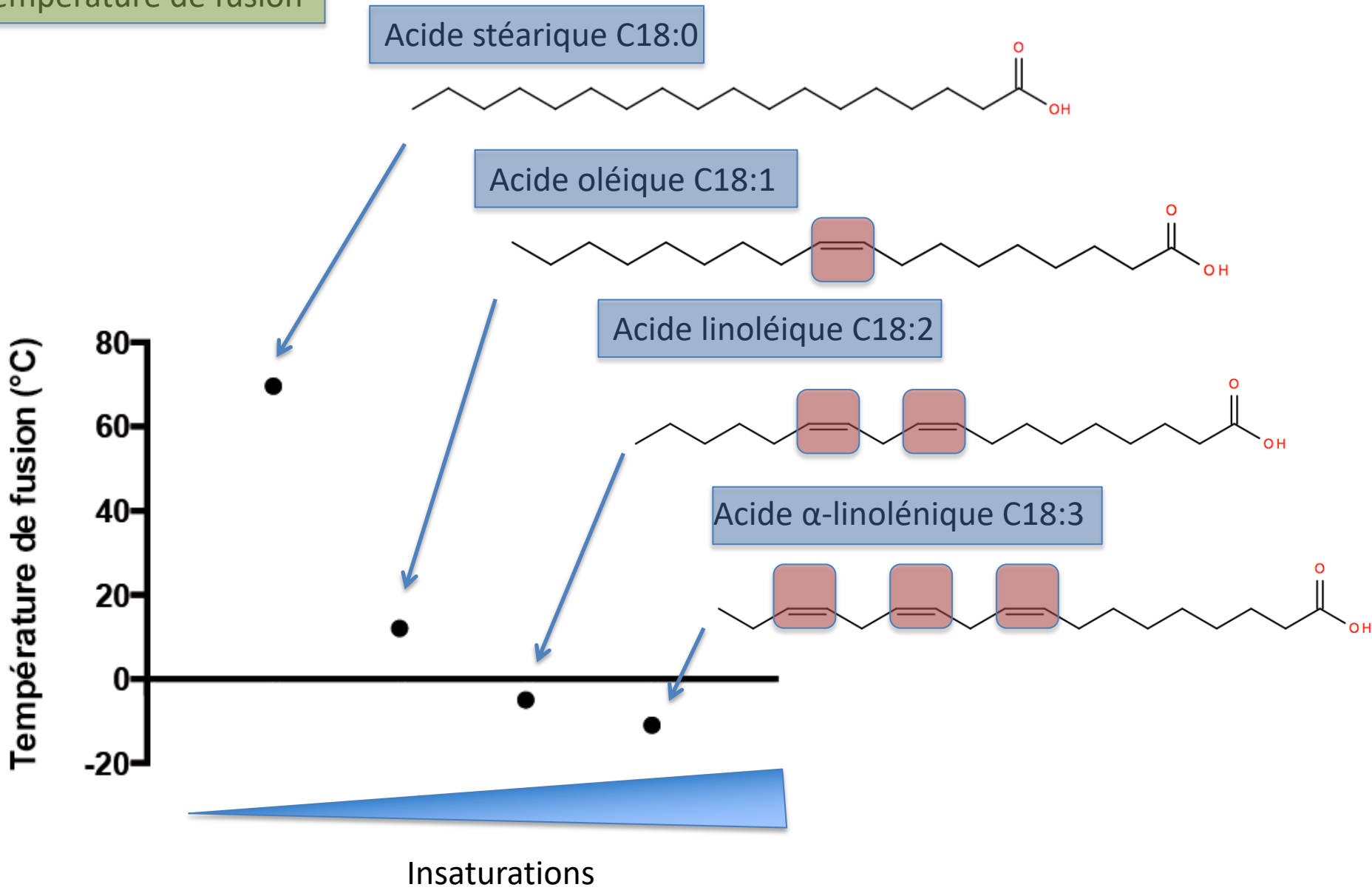
## Température de fusion

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 Linolénique (C18:3) 67%  
Acide Oléique (C18:2) 19% } 88% d'AGI

Acide Palmitique (C16:0) 6%  
Acide Stéarique (C18:0) 5%



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

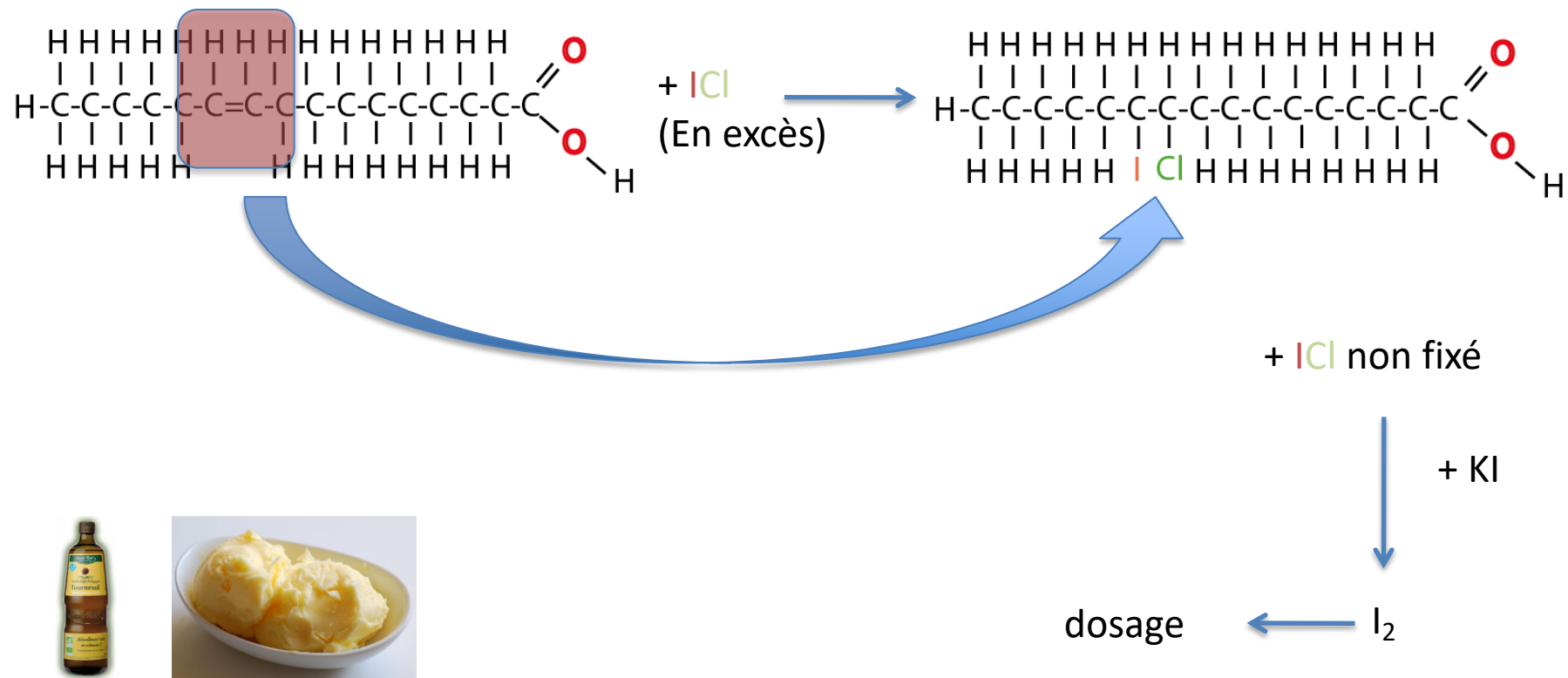
63 % d'AGS

Acide Oléique (C18:1) 19,96%



# III. Propriétés physico-chimiques des lipides

**Indice d'iode** d'un lipide = masse de diiode ( $I_2$ ) en grammes capable de se fixer sur les insaturations de 100g de corps gras (équivalent de la valeur en cg/g).



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:  $I_{ag} = (100/M_{ag}) * M_{I_2}$

# III. Propriétés physico-chimiques des lipides\_Indexe d'iode

---

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

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

The diagram shows the formula  $I_i = 100 * M_{I_2}$  followed by a fraction. The numerator of the fraction is a blue circle containing the variable 'x', with an arrow pointing to the text 'Nb d'insaturation' (Number of unsaturation). The denominator of the fraction is a blue circle containing the variable 'M<sub>I</sub>', with an arrow pointing to the text 'Masse molaire du lipide' (Molar mass of the lipid).

$$I_i = 100 * M_{I_2} \frac{x}{M_I}$$

Nb d'insaturation

Masse molaire du lipide

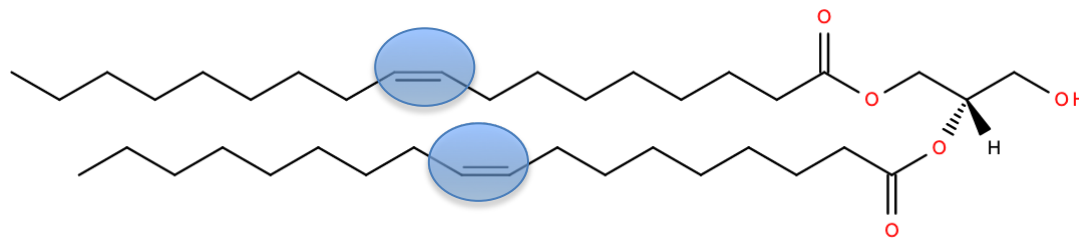
# III. Propriétés physico-chimiques des lipides\_Indice d'iode

$$I_i = 100 * M_{l_2} \frac{x}{M_l}$$

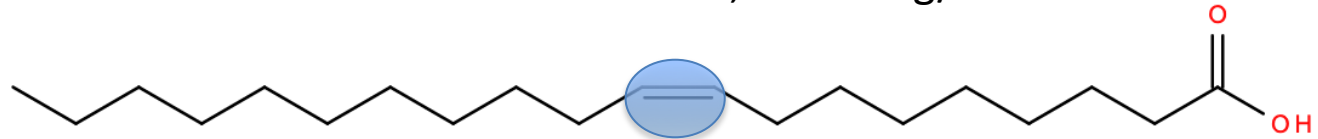
Nb d'insaturation

Masse molaire du lipide

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



C20:1, M= 310 g/mol

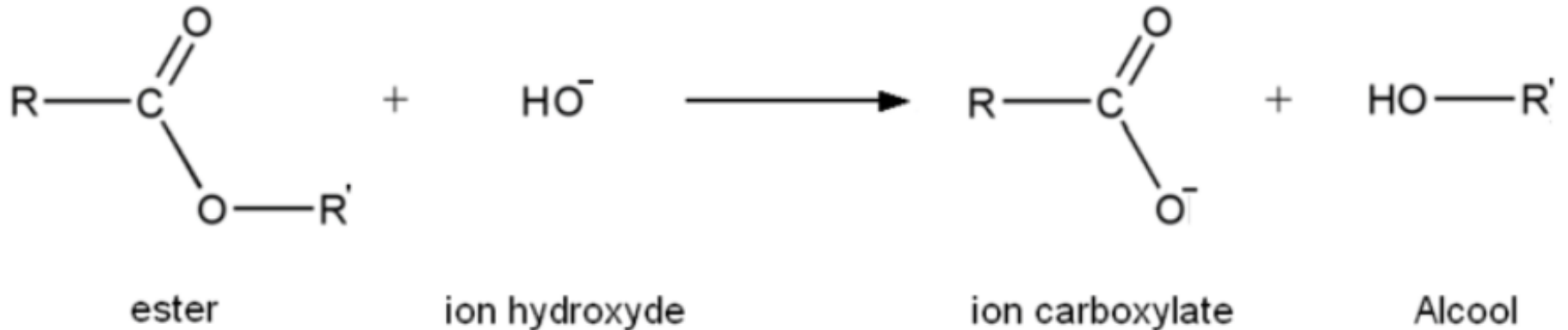


# III. Propriétés physico-chimiques des lipides

## Saponification

Savon=sol 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

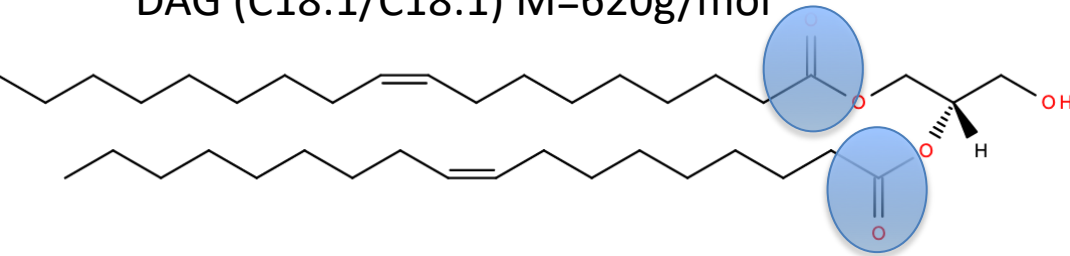
---

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

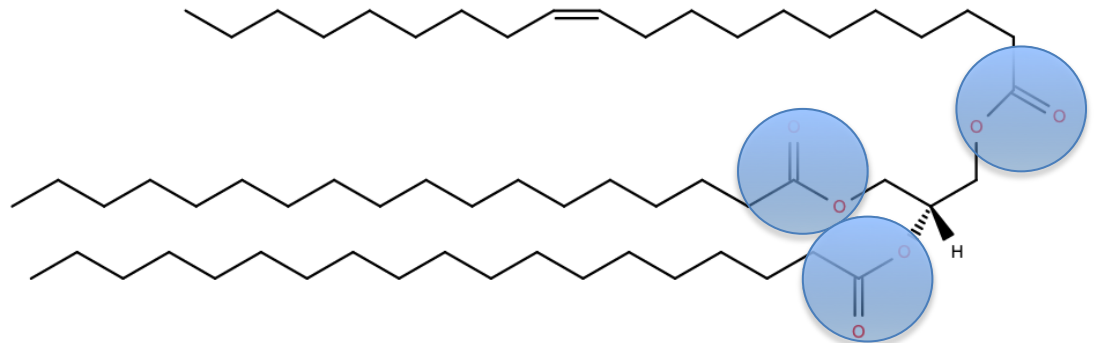
Nb de liaison ester

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

$$I_s = 190 \text{ (mg)}$$

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

Corps gras qui « reste » et n'est pas saponifié...

# 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

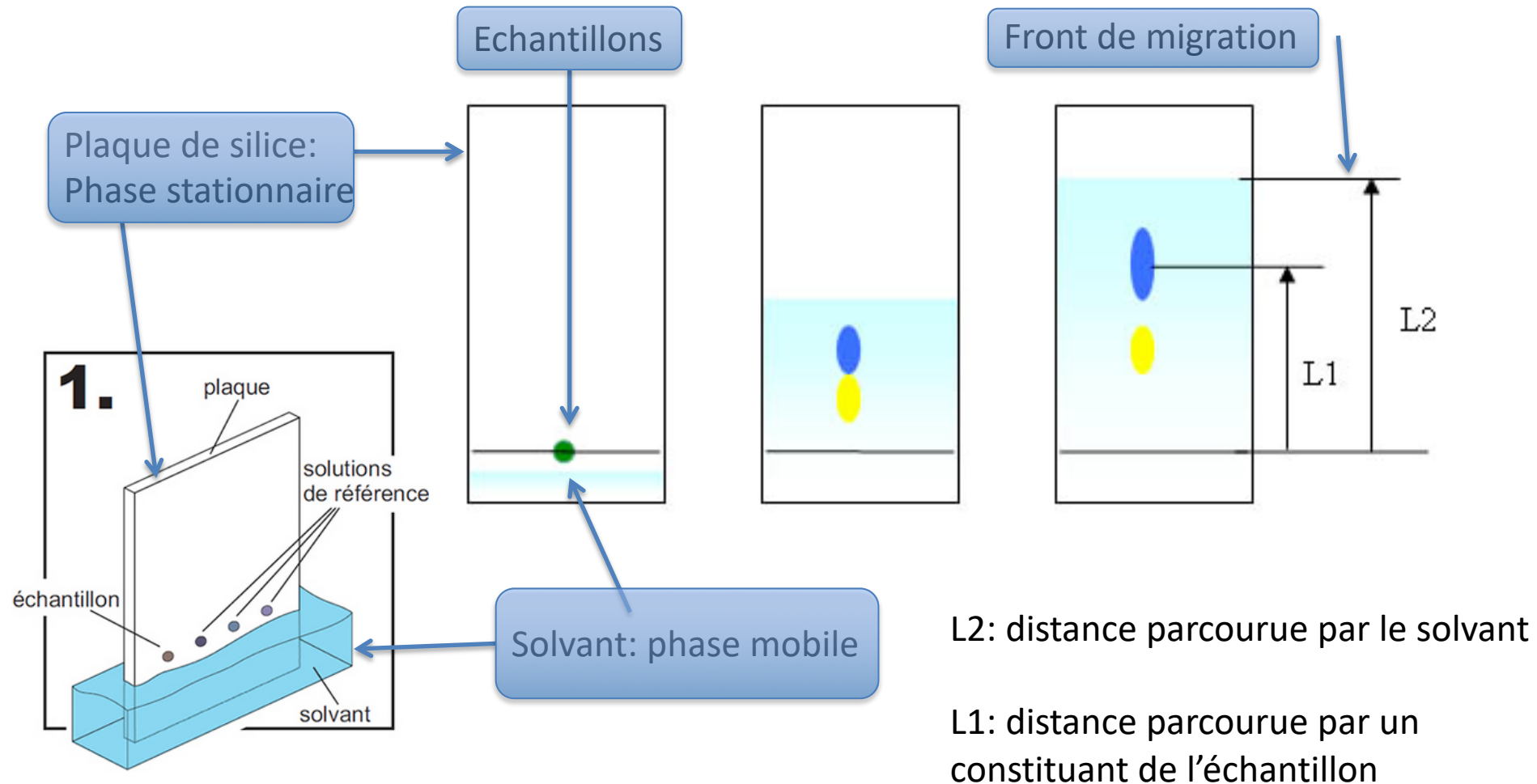
2. Identifier : Par rapport à un standard connu

En spectrométrie de masse

# IV. Techniques d'analyse des lipides

## Principe

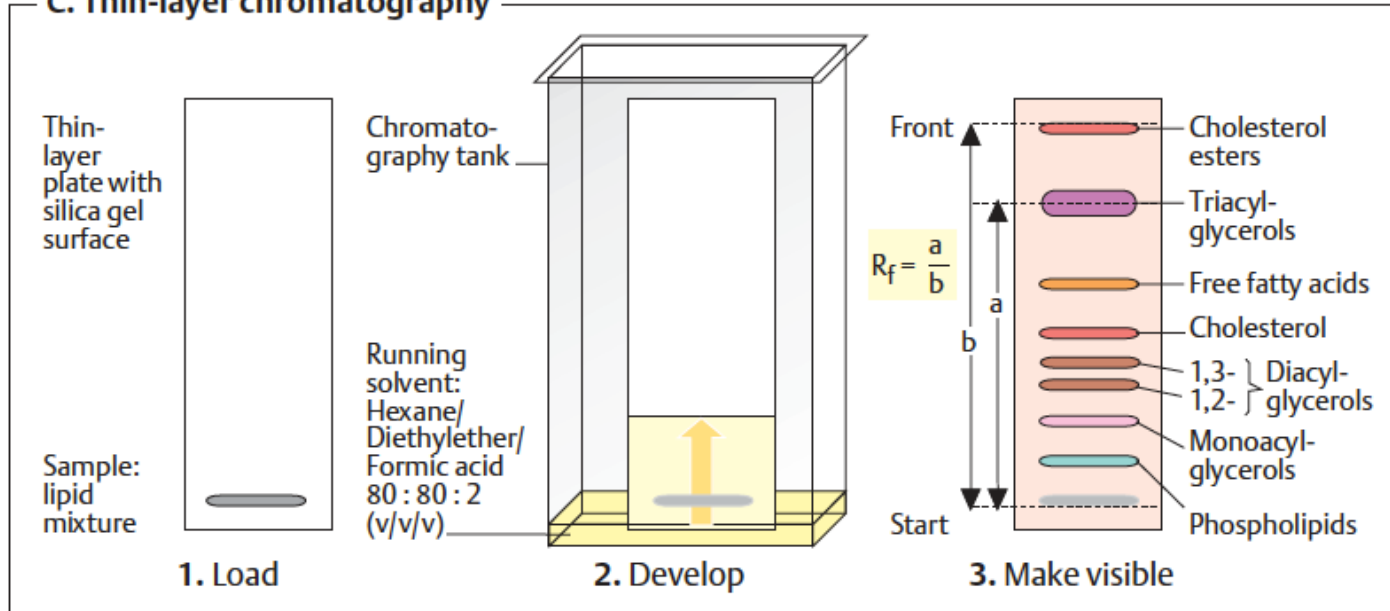
Chromatographie sur couche mince=CCM (Thin Layer Chromatography TLC)



# IV. Techniques d'analyse des lipides 1. ccm

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

## C. Thin-layer chromatography



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)

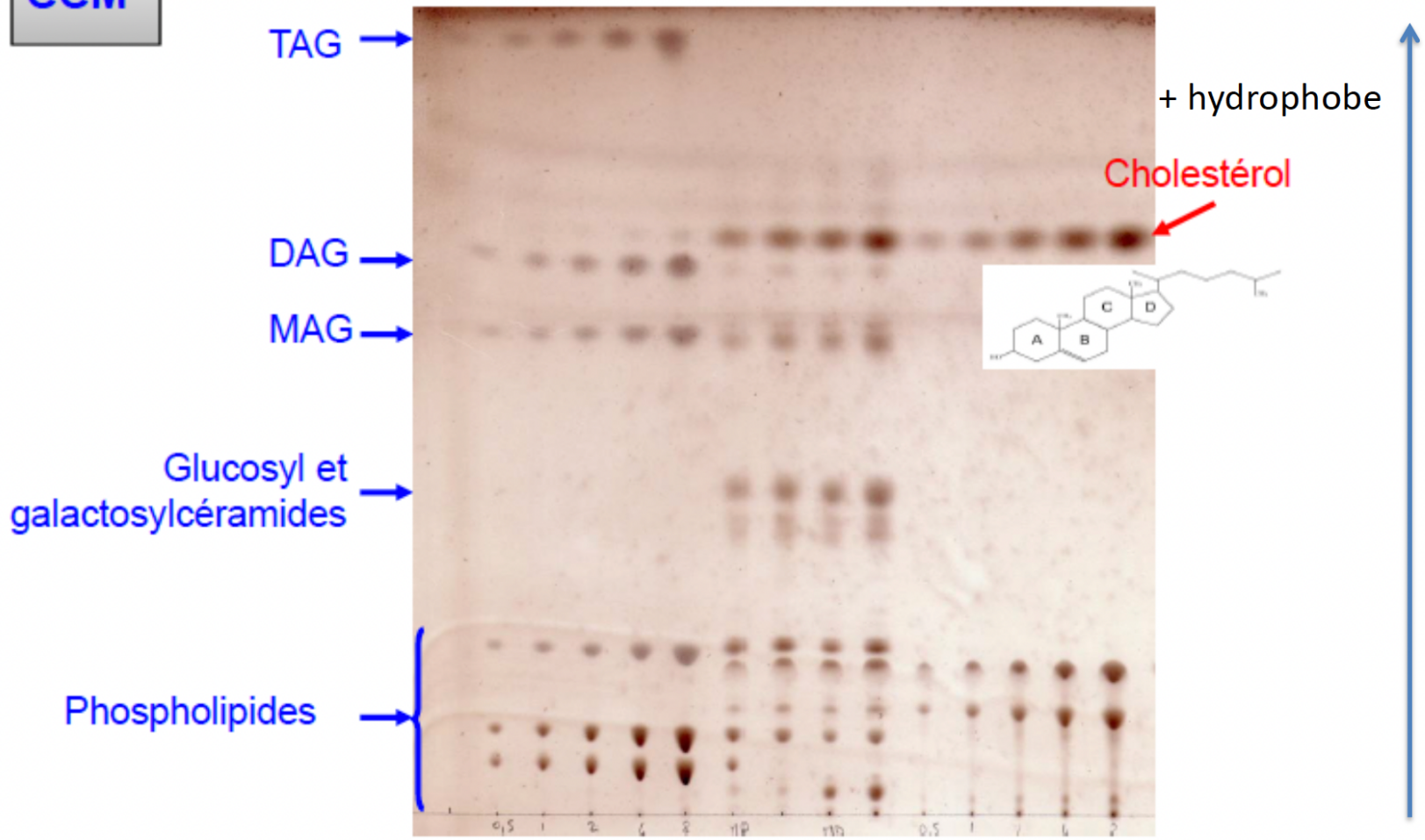
Séparation en fonction de la solubilité différentielle pour les deux phases

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

# IV. Techniques d'analyse des lipides 1. ccm

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

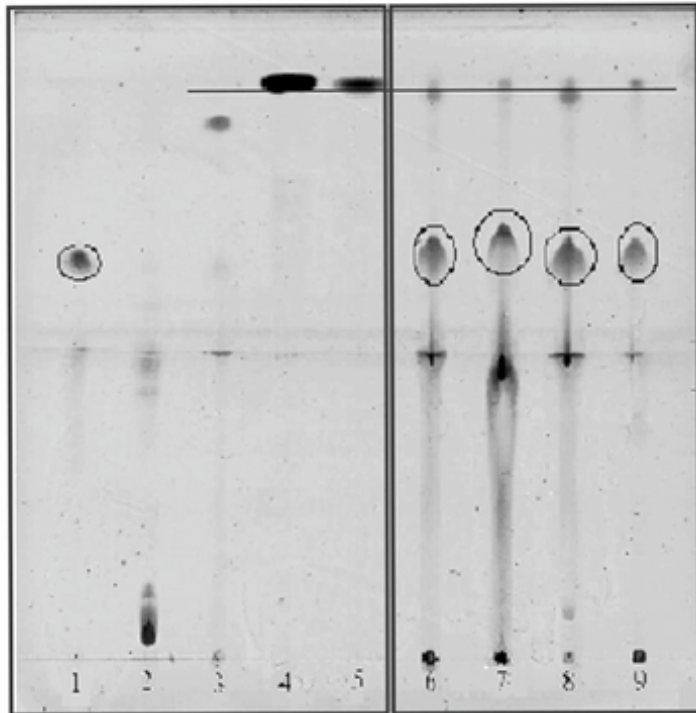
CCM



# 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

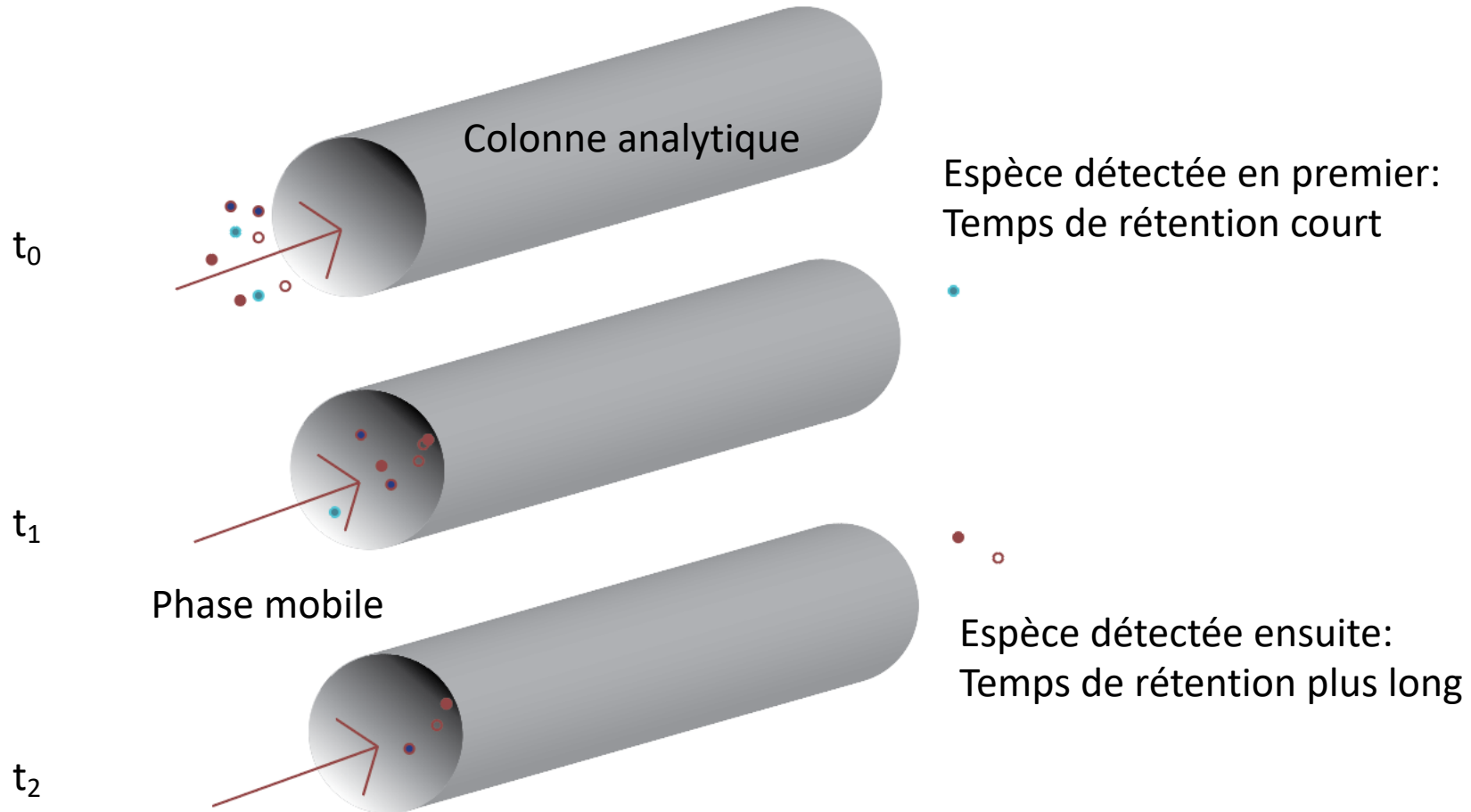
- 6 : graisse de vertèbre CRMM (surface)
- 7 : graisse de rorqual Muséum (surface)
- 8 : graisse de vertèbre CRMM (à coeur)
- 9 : graisse de rorqual Muséum (à coeur)

Echantillons de références

Echantillons à analyser

# Techniques d'analyse des lipides

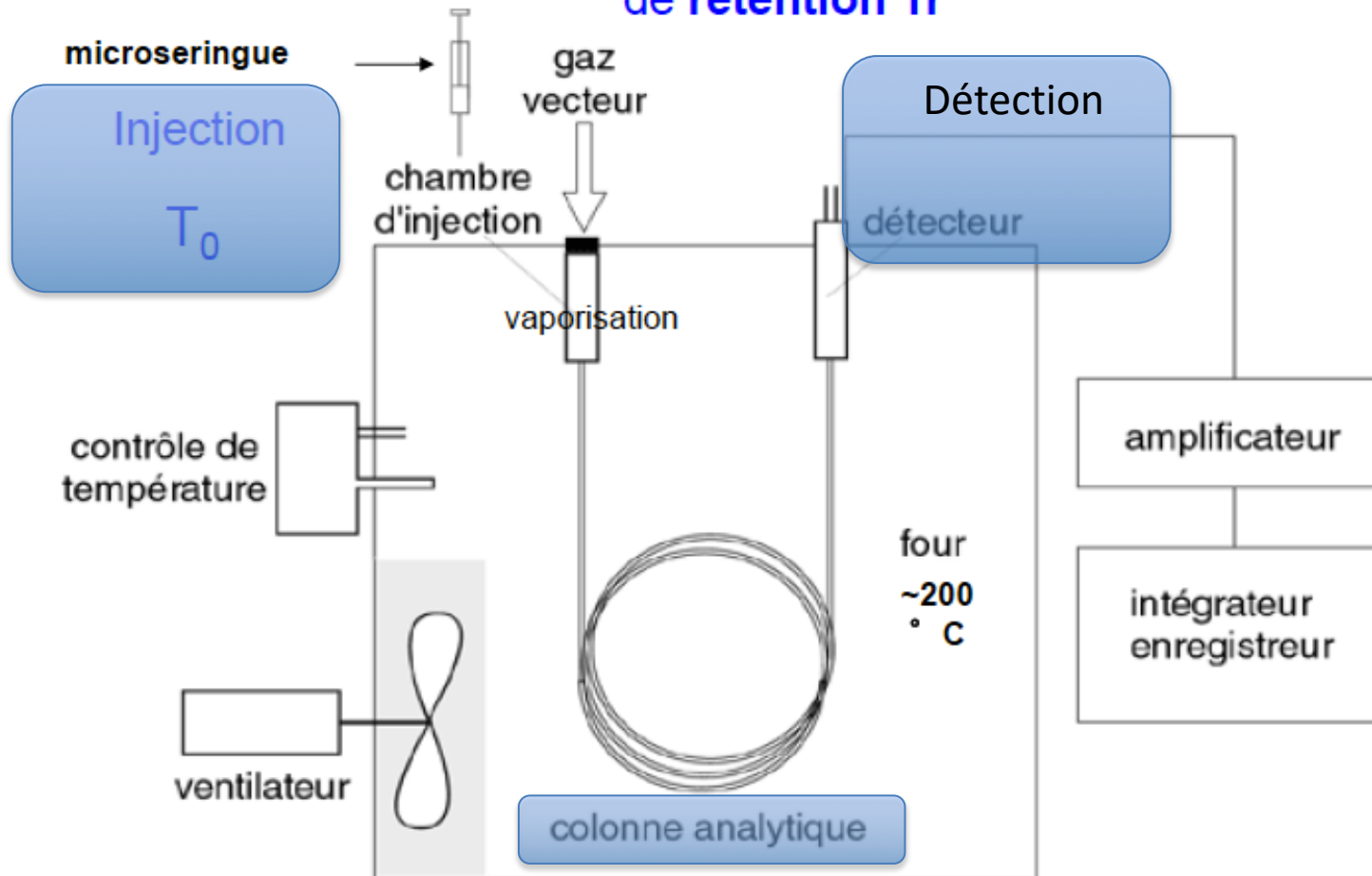
## Chromatographie sur colonne: principe



# 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

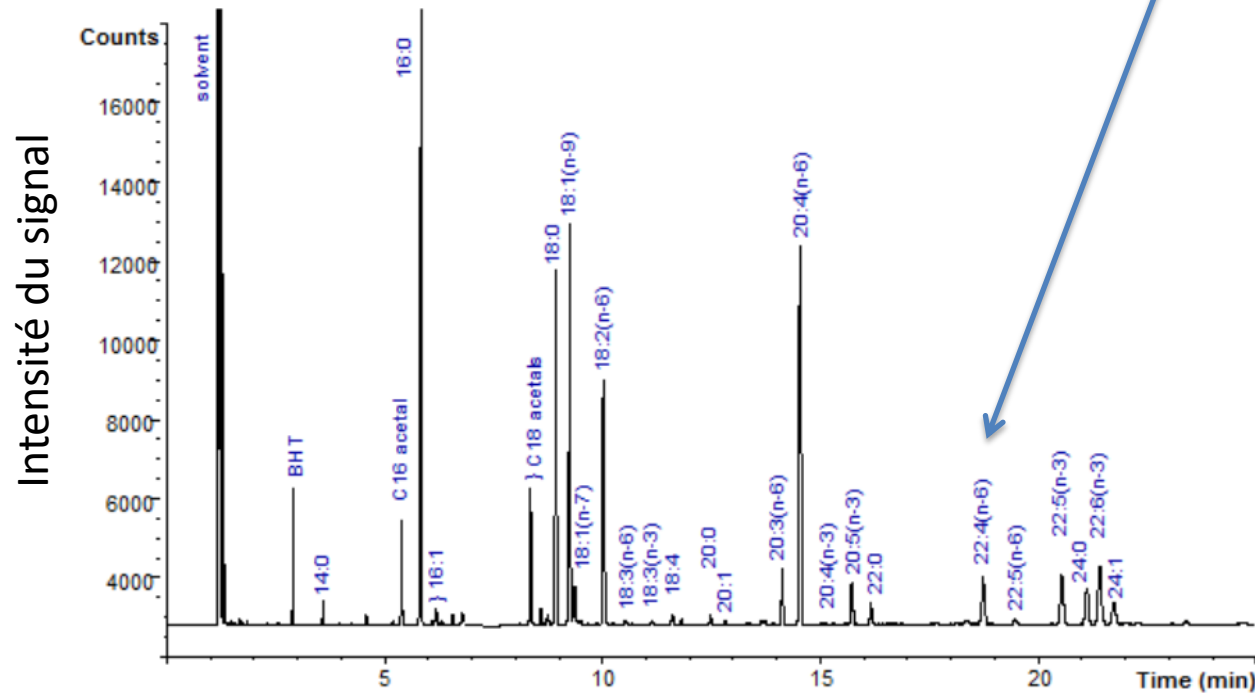
# Techniques d'analyse des lipides

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

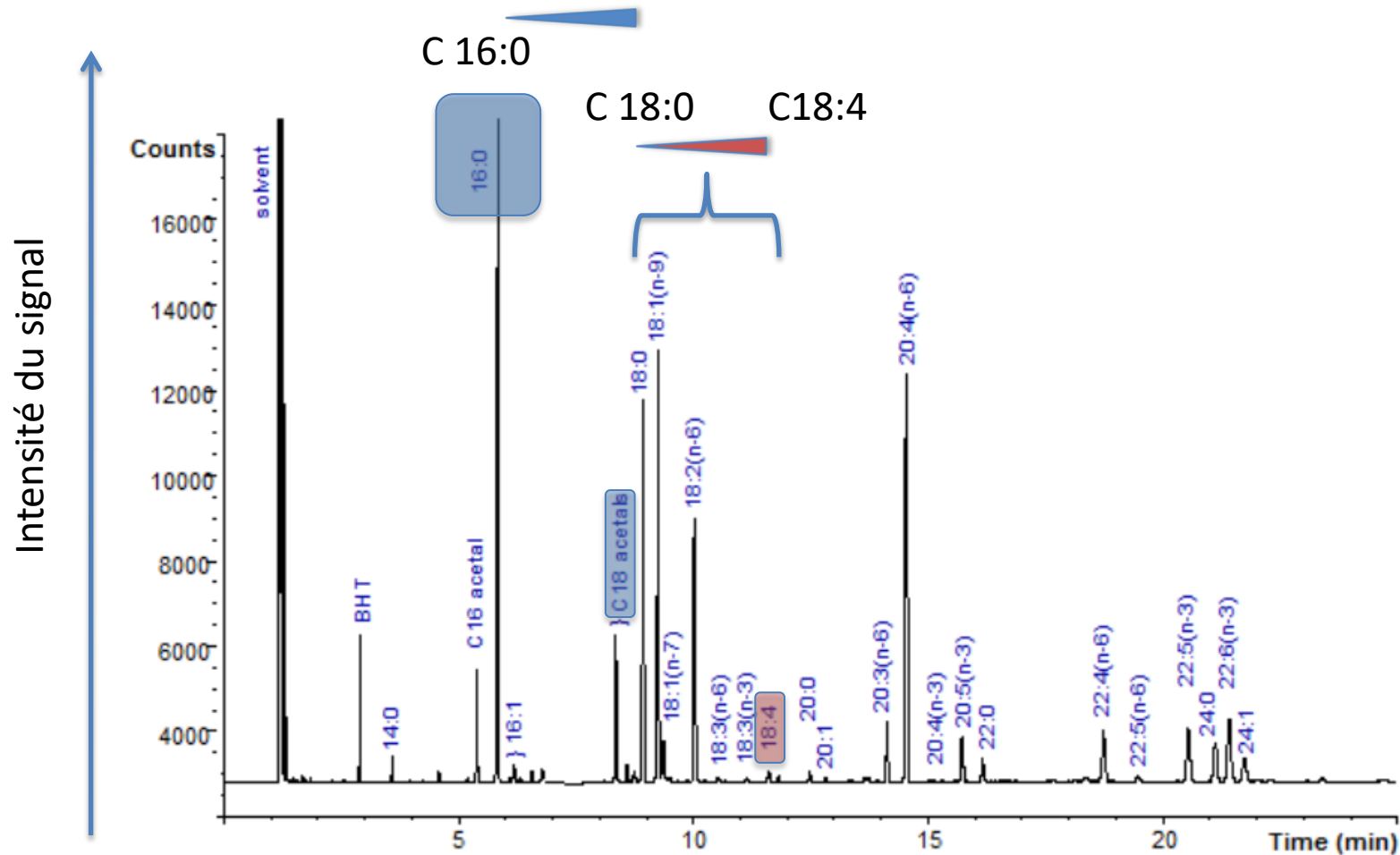


Temps

# Techniques d'analyse des lipides

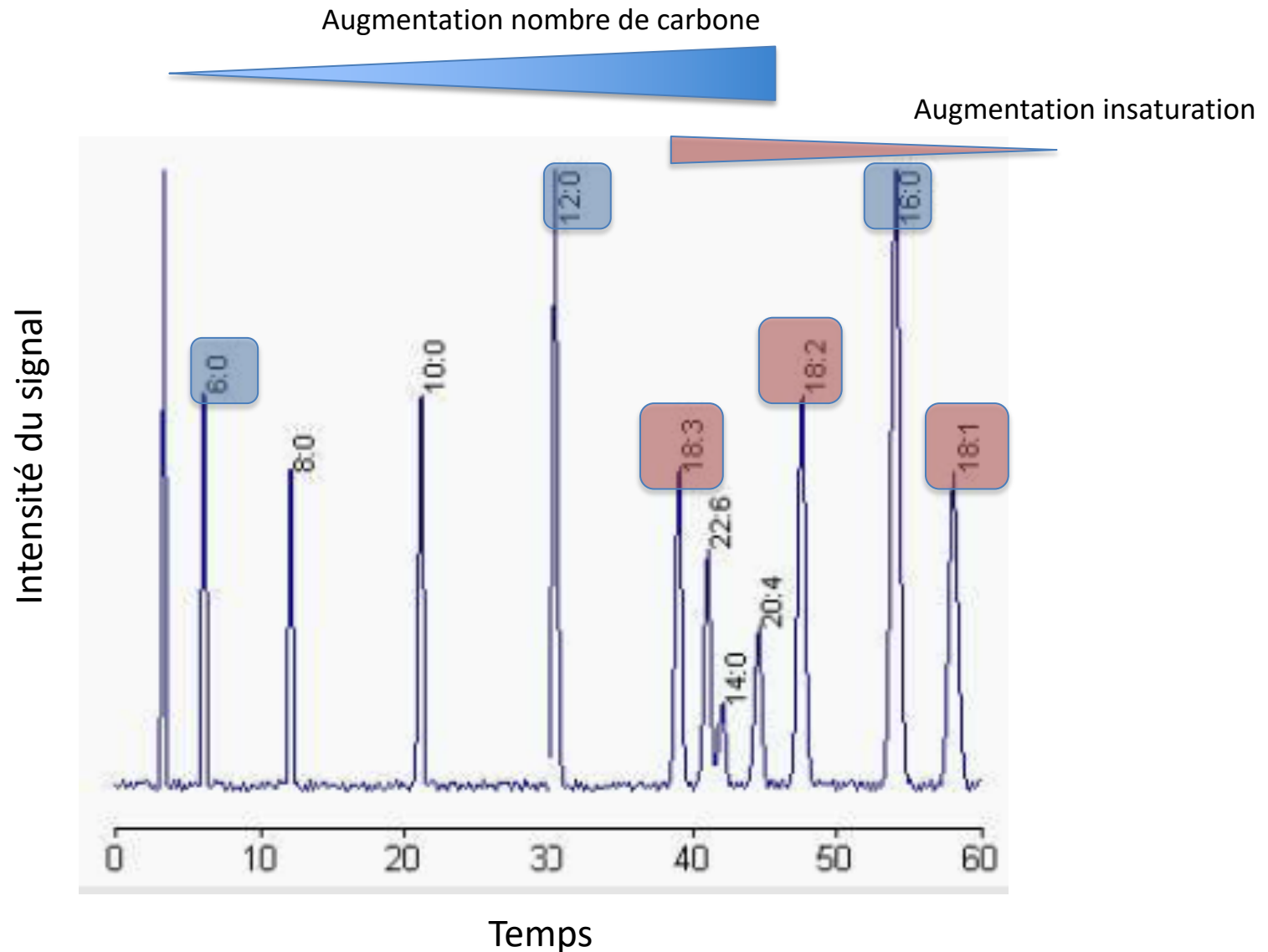
## Chromatographie en phase gazeuse.

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  $\text{H}_2\text{O}_2$  en quantité proportionnelle à l'élément à doser

L'  $\text{H}_2\text{O}_2$  est utilisé pour produire un chromophore mesurable en spectrophotométrie.

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

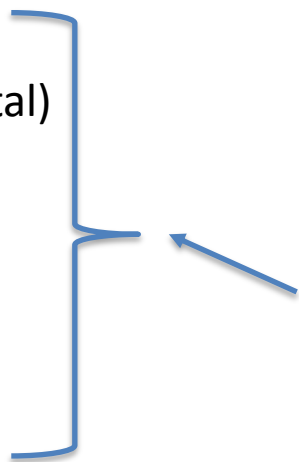
# IV. Techniques d'analyse des lipides

dosage colorimétrique

du cholestérol (total)

et

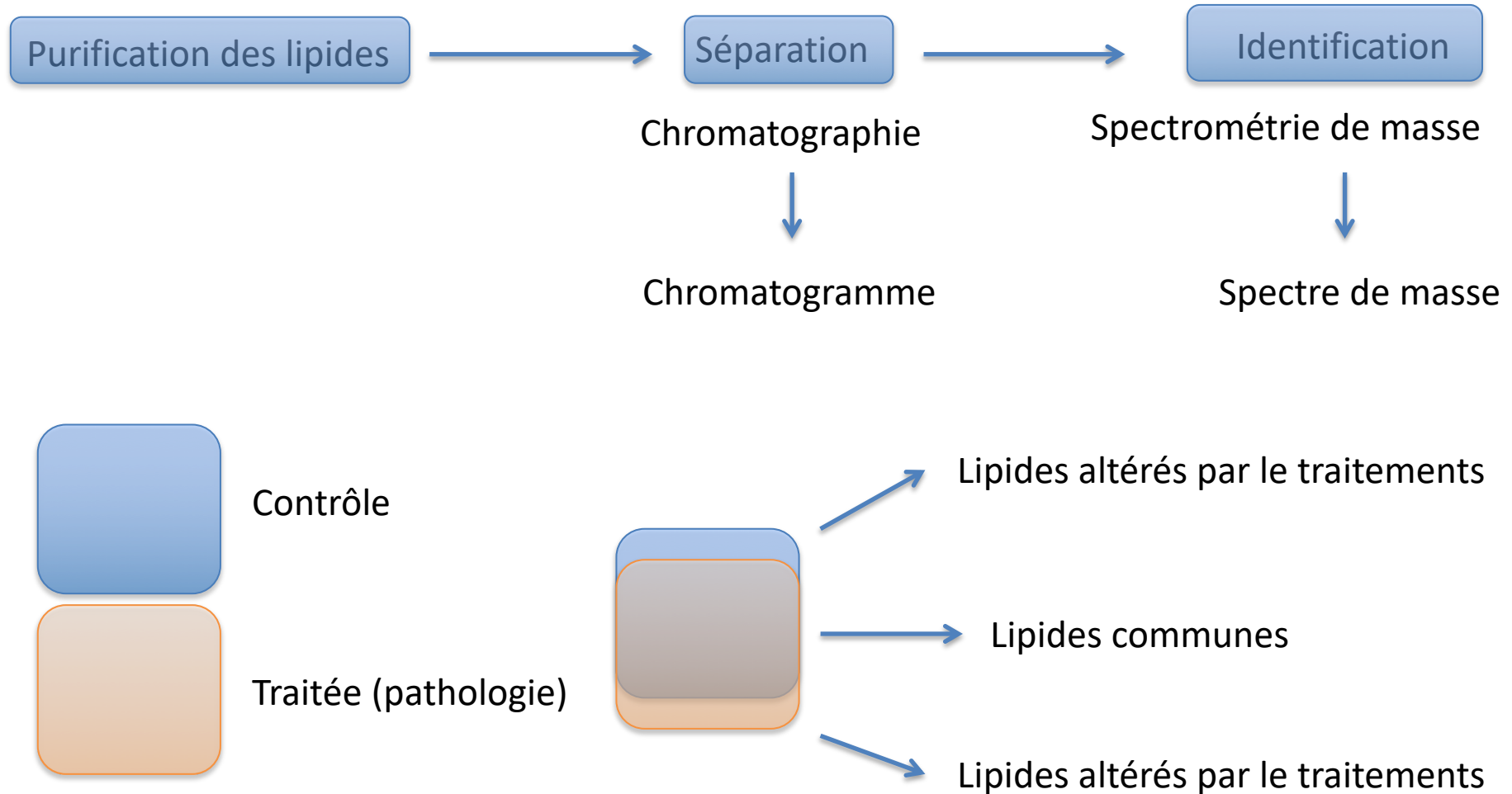
des triglycérides



| 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                   |                |                      |             |
| (Technique enzymatique AU2700)    | 0,89 g/l       | 0,74 à 1,06          |             |
|                                   | 4,94 mmol/l    | 4,11 à 5,88          |             |
| CHOLESTEROL TOTAL                 |                |                      |             |
| (Technique colorimétrique-AU2700) | 2,35 g/l       | inf. à 2,00          |             |
|                                   | 6,06 mmol/l    | inf. à 5,16          |             |
| TRIGLYCERIDES                     |                |                      |             |
| (Technique colorimétrique-AU2700) | 0,69 g/l       | inf. à 1,50          |             |
|                                   | 0,79 mmol/l    | inf. à 1,71          |             |
| POTASSIUM                         |                |                      |             |
|                                   | 4,4 mmol/l     | 3,5 à 5,2            |             |
| BILIRUBINE TOTALE                 |                |                      |             |
| (Technique colorimétrique-AU2700) | 5,9 mg/l       | 3,0 à 12,0           |             |
|                                   | 10,1 umol/l    | 5,1 à 20,5           |             |
| ENZYMOLOGIE                       |                |                      |             |
|                                   |                | Valeurs de référence | Antérieurs  |
| TRANSAMINASES S.G.O.T.            |                |                      |             |
| (Technique cinétique UV-AU2700)   | 16 UI/l        | inf. à 31            |             |
| TRANSAMINASES S.G.P.T.            |                |                      |             |
|                                   | 17 UI/l        |                      |             |

# IV. Techniques d'analyse des lipides Analyse lipidomique

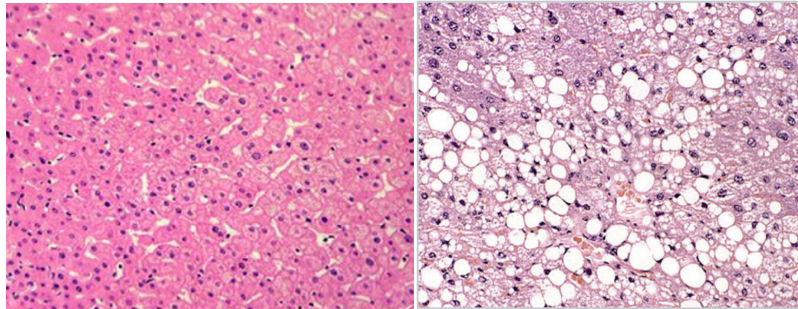
Analyse exhaustive de l'ensemble des lipides composant un échantillon biologique  
Couplage chromatographie/spectrométrie de masse



# IV. Techniques d'analyse des lipides Analyse lipidomique

Foie

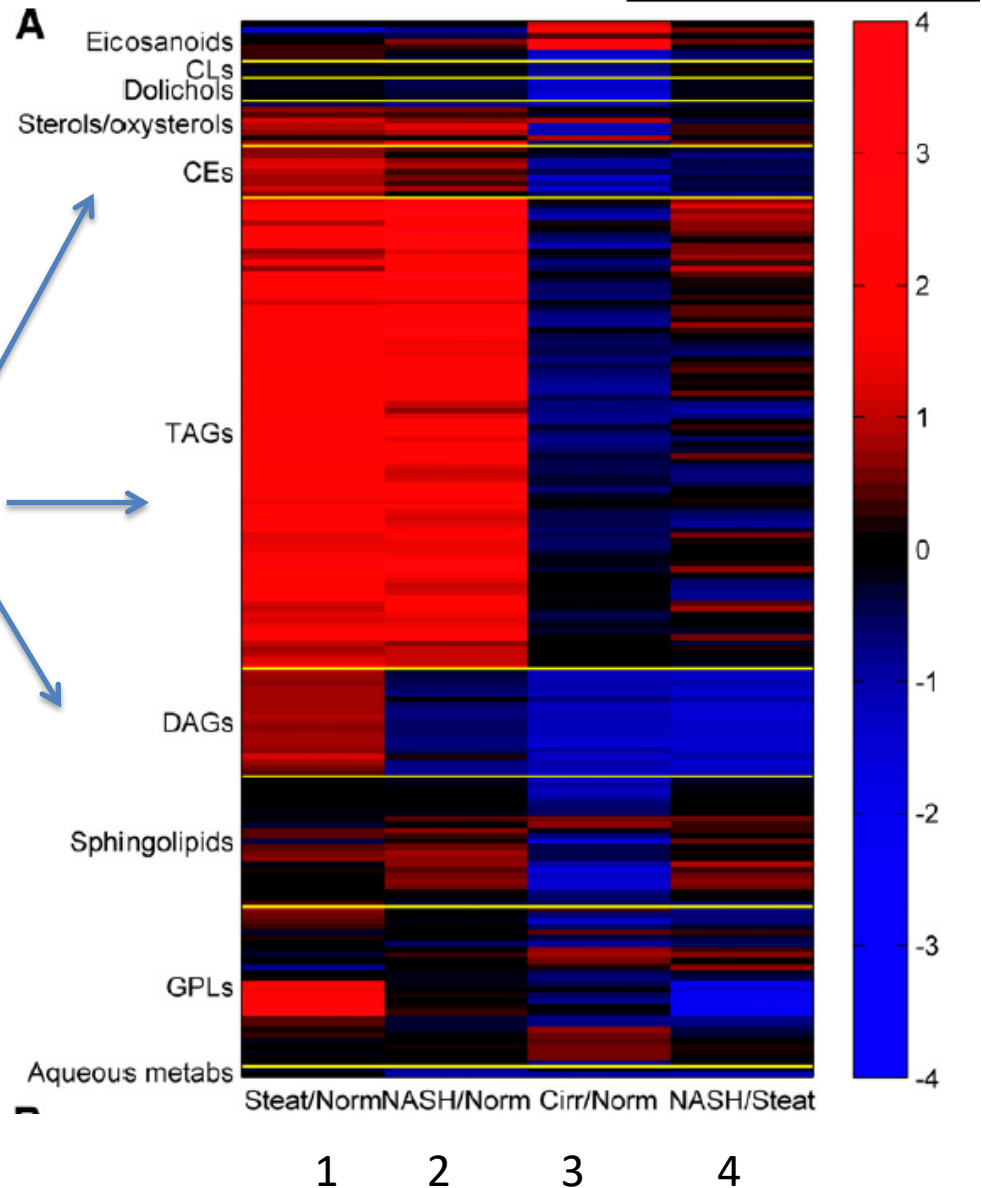
Stéatose hépatique



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?



1 Go to [wooclap.com](https://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](#)

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 ?

---

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

Nb d'insaturation

Masse molaire du lipide

The diagram shows the formula  $I_i = 100 * \frac{x}{M_l}$ . The variable  $x$  in the numerator is enclosed in a blue circle, and an arrow points from it to the text "Nb d'insaturation", where "insaturation" is underlined with a red wavy line. The variable  $M_l$  in the denominator is also enclosed in a blue circle, and an arrow points from it to the text "Masse molaire du lipide".

Même masse molaire....

$$\text{Donc } I_y = \frac{3}{2} I_x$$