

## Module : Technologie des corps gras Chapitre 4 et 5 :

- I. Propriétés physicochimiques des corps gras**
- II. Propriétés nutritionnelles des corps gras**

# I. Propriétés physico-chimiques des corps gras

## 1. Définitions

### 1) Basée sur les propriétés organoleptiques.

Les corps gras alimentaires sont des produits liquides (huiles) ou solides (beurre) :

- De couleur jaunâtre ;
- Au toucher onctueux ;
- Le plus souvent de saveur fade ;
- Bien conservés, ils doivent présenter une acidité pratiquement nulle (neutres).

2) Les corps gras alimentaires comprennent les huiles et graisses d'origine végétale ou animale, les beurres et les margarines. Les premières sont composées uniquement de triglycérides et quelques constituants mineurs, tandis que les beurres et les margarines sont des émulsions d'une phase aqueuse et une phase grasse.

3) Les corps gras alimentaires (**CGA**) sont constitués principalement de lipides qui sont des **esters d'acides gras et d'alcool**.

4) Les lipides se présentent soit à l'état apparent (huile, beurre), soit à l'état dissimulé (viandes).

## 2. Constituants des huiles

Les huiles sont des mélanges complexes constitués de:

- 97 à 99 % de **triglycérides ou acylglycérols** ;
- 1 à 2 % d'**acides gras libres**, de **phospholipides**, **mono et diglycérides** ;
- 0,5 à 1 % de composés mineurs : **pigments, hydrocarbures, stérols, vitamines, alcools**.

Les CGA sont majoritairement constitués de lipides. On peut classer ces lipides en deux fractions : **les saponifiables (à base d'acides gras)** et **les insaponifiables (à base d'isoprène)**.

### **Lipides saponifiables**

Quantitativement la plus importante fraction, représentée principalement par **les triglycérides**.

**Les acides gras libres** : molécules peu abondantes sous cette forme dans les matières grasses fraîches.

Les acides gras se distinguent par :

- Le nombre d'atomes de carbone. Ce nombre est le plus souvent pair (règne végétal), parfois impair (règne animal).
- Doubles liaisons :

L'acide gras saturé trouvé généralement dans les graisses est nocif pour la santé.

**Double liaison** : L'acide gras est soit mono-insaturé ou s'il ya plusieurs doubles liaisons : l'acide gras est poly-insaturé.

La forme des doubles liaisons (isomérisation géométrique) : la forme est **cis** ou **Trans**.

## Isomères de position de l'acide oléique

- Les huiles végétales et en particulier les huiles de pulpe renferment une proportion importante d'acide octadécénoïque (C18 :1 (n-7)), il s'agit d'un isomère de l'acide oléique.

**Exemple** : dans les huiles hydrogénées, on trouve divers acides octadécéniques provenant de l'hydrogénation partielle des acides polyéniques présents dans ces huiles avant hydrogénation.

## **2. Acides gras polyéniques (polyinsaturés) (AGPI)**

Ils contiennent deux ou plusieurs doubles liaisons carbone=carbone. Les acides gras polyinsaturés à plus de 4 doubles liaisons, tels que l'acide eicosapentaénoïque (C20:5) (5,8,11,14,17)), l'acide docosapentaénoïque (C22:5 (4,8,12,15,19)) et l'acide docosahexaénoïque (C22:6 (4,7,10,13,16,19)), sont présents dans les huiles marines.

En effet, les acides eicosapentaénoïque et docosahexaénoïque peuvent être isolés à partir de l'huile de hareng ou de foie de morue, où leurs teneurs atteignent 9%, tandis que l'acide docosapentaénoïque se rencontre dans presque toutes les huiles d'origine marine.

## Autres acides gras polyinsaturés : on distingue

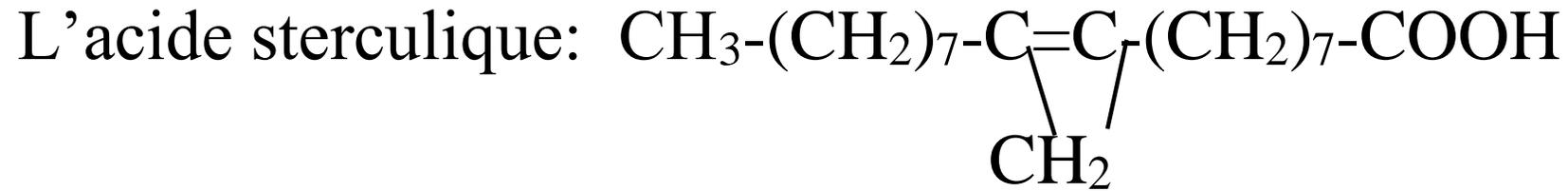
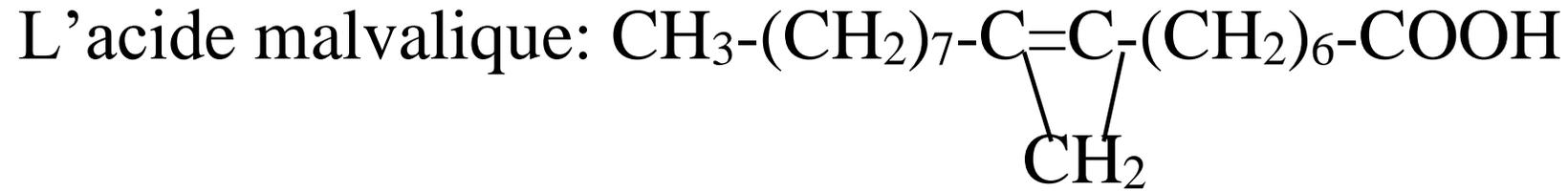
- **Acides gras à double liaison conjuguée** : acide éléostéarique C18 :3 (9,11,13), il s'agit d'un isomère conjugué de l'acide linoléinique, présent dans certaines huiles tropicales;

Formule chimique :  $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{COOH}$

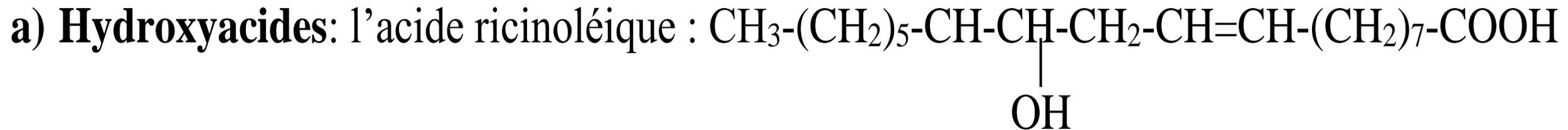
- **Acides gras à double liaison écartée** : ces acides sont rencontrés dans les huiles de poisson; on cite l'acide hiragonique : acide hexadécatriène 6, 10, 14oïque

Formule chimique:  $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$

**3. Acides cycliques:** certains sont présent à l'état de traces dans l'huile de coton.



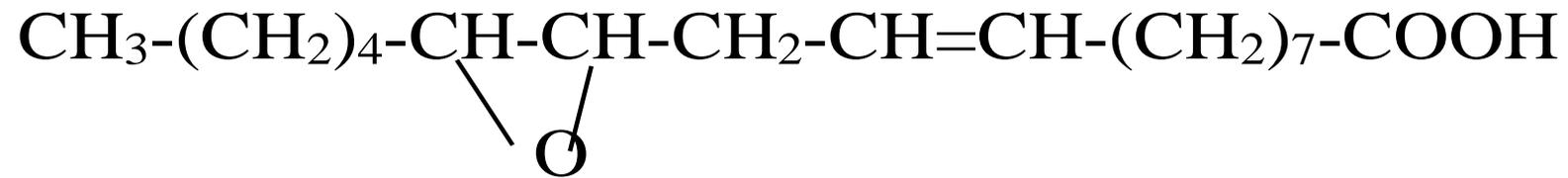
**4. Acides à fonction secondaire:** les fonctions secondaires présentes dans certains acides gras naturels sont des fonctions oxygénée, alcool, cétone....



Cet acide est caractéristique de l'huile de ricin constituant environ 90% des acides gras totaux.

Ainsi il peut servir comme indicateur de la présence de cette huile dans les mélanges d'huiles comestibles.

**a) Epoxyacides** : tel que l'acide vernolique : acide époxy12-octadécène9oïque



# Les lipides insaponifiables

La fraction insaponifiable est constituée de composés qui après hydrolyse basique (saponification), sont très peu solubles dans l'eau mais solubles dans des solvants traditionnels des corps gras.

**1- Stéroïdes** : On les trouve à l'état libre ou estérifié par un acide gras. Dans le règne animal, le principal stérol est le cholestérol ; dans le règne végétal, on parle de phytostérols.

**2- Tocophérols** : ils ont essentiellement des propriétés anti-oxydantes et se trouvent en quantité notable dans les huiles végétales (tournesol); ils possèdent également une activité vitaminique E, la plus forte étant celle de l' $\alpha$ -tocophérol.

**3- Pigments** : Les carotènes, caroténoïdes (xanthophylles) et chlorophylles contribuent à la couleur des huiles.

**4- Autres constituants** :

➤ **Vitamines** : les corps gras renferment également les vitamines A, D, E et K.

## **I.1. Propriétés des acides gras**

Les acides gras se distinguent par leur longueur de chaîne (nombre d'atomes de carbone), leur nombre de doubles liaisons (aucune pour les AGS, une pour les AGMI, de deux à plus pour les AGPI), la position sur la chaîne hydrocarbonée et la configuration spatiale (ou géométrie) de ces insaturations (isomères *cis*, *trans*); les principales propriétés des acides gras sont liées à leur insaturation.

# 1. Propriétés physiques

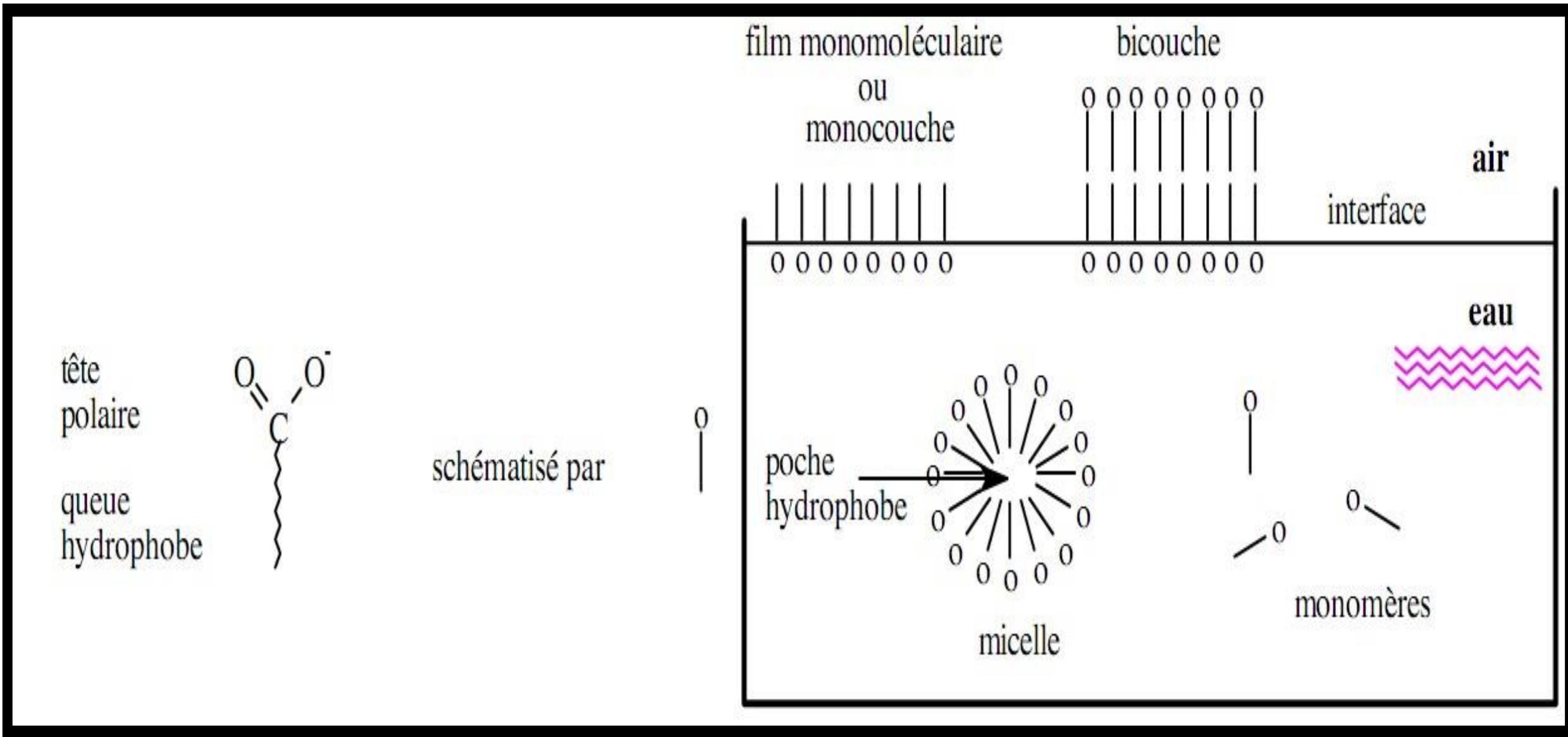
**1. Etat naturel et aspect :** Les corps gras purs sont incolores, mais ils sont plus ou moins colorés en jaune ou en brun grâce aux pigments. Les corps gras d'origine végétale renferment toujours de la chlorophylle .

➤ Généralement, à l'état de pureté les corps gras possèdent l'odeur des matières qui les ont fournis.

**2. Densité :** les acides gras possèdent un grand nombre d'atomes légers : hydrogène et carbone. Les molécules sont volumineuses mais peu denses, de sorte que la masse volumique des acides gras est inférieure à celle de l'eau : les lipides flottent sur l'eau.

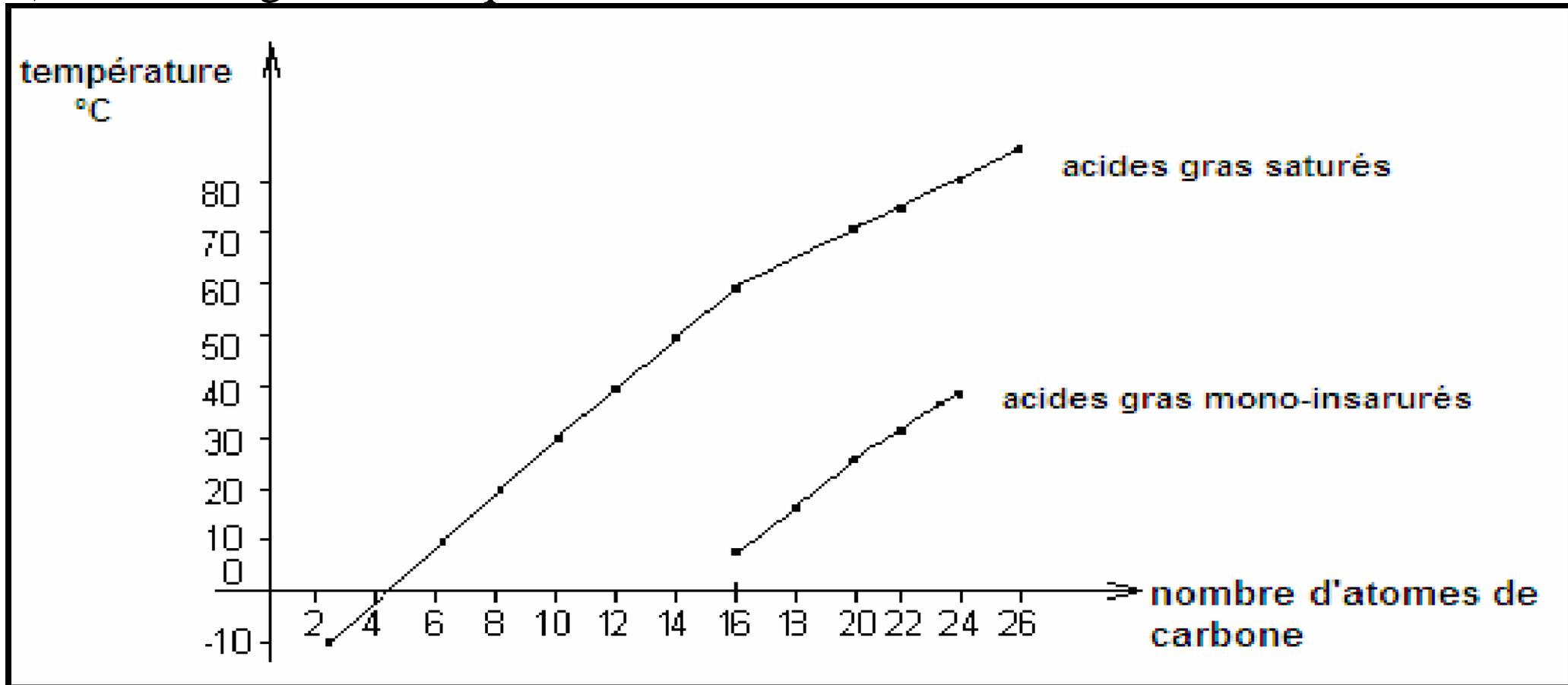
**3. Solubilité** : Tous les acides gras dont le nombre de carbone est supérieur à 8 sont insolubles dans l'eau et sont généralement solubles dans les solvants organiques tels que l'éther, le chloroforme et le benzène.

- Les acides gras comportent deux zones (Une chaîne carbonée hydrophobe et un groupement carboxylique terminal polaire, ionisé et hydrophile). Selon la proportion relative de chaque zone, la molécule est soluble ou non dans l'eau. L'acide butyrique à 4C est soluble dans l'eau, puis la solubilité des acides gras baisse progressivement et ils sont insolubles à partir de 10C ; ces acides gras s'organisent :
  - soit en film moléculaire (mono ou bicouche, ou multicouche) à l'interface eau-air
  - soit en micelles (émulsion) (**figure 1**).



**Figure 1 :** Solubilité des acides gras

**4. Point de fusion:** le point de fusion augmente avec la longueur de la chaîne et diminue quand le nombre de doubles liaisons augmente (figure 2). A température ordinaire (20° C) les acides gras sont liquides si  $n < 10$  C et solides si  $n = 10$  C.



**Figure 2:** Variation du point de fusion avec la longueur de la chaîne et de saturation.

La géométrie des insaturations influence également le comportement à la fusion : à longueur de chaîne équivalente, un isomère *trans* d'acide gras aura ainsi un point de fusion ( $P_F$ ) intermédiaire entre ceux de son isomère *cis* et de l'acide gras saturé correspondant (acide stéarique, C18:0,  $P_F \approx 70$  °C; acide oléique, C18:1 *cis*,  $P_F = 13$  °C; acide élaïdique, C18:1 *trans*,  $P_F = 45$  °C).

**5. Propriétés spectrales :** les acides gras sont incolores. Dans les milieux naturels, par exemple les huiles, la couleur ambrée provient de constituants liposolubles comme les carotènes. Les acides gras à doubles liaisons maloniques n'ont pas de spectre U.V., mais par chauffage en milieu alcalin on peut les isomériser en doubles liaisons conjuguées qui absorbent entre 316 et 232nm.

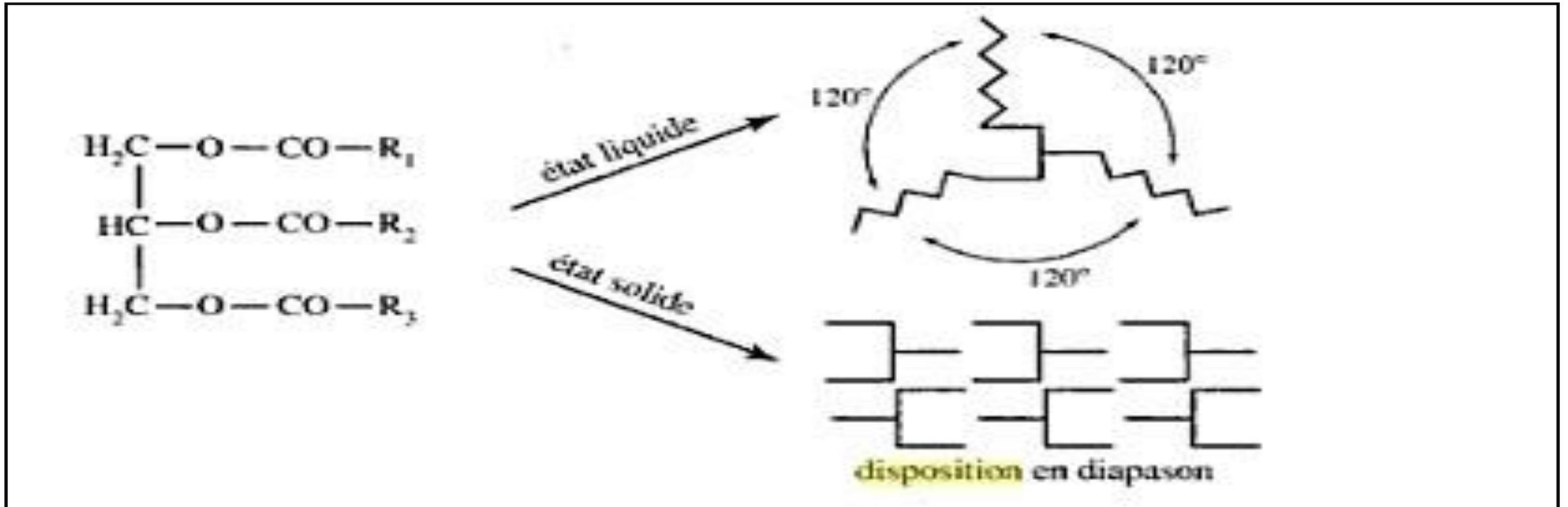
**6. La viscosité:** augmente avec le poids moléculaire et diminue avec l'augmentation de l'insaturation.

**7. Conductibilité électrique:** Les huiles sont bonnes conductrices d'électricité à l'exception de l'huile d'olive.

## II. Propriétés des triglycérides

### 1. Propriétés physiques des triglycérides

**1.1. Disposition spatiale :** A température ordinaire, une matière grasse solide se présente sous forme de cristaux solides mélangés à une phase liquide.



L'évaluation de la consistance (comportement rhéologique) se fait par définition de l'indice de fermeté (IF).

**IF = % de triglycérides à l'état solide / % triglycérides à l'état liquide.**

## **2. Solubilité :** Les triacylglycérols sont apolaires.

- Tous insolubles dans l'eau même ceux en acides gras en C4 ou C6 (car le groupe ester ne comporte plus de liaison suffisamment polarisée) et très solubles dans les solvants apolaires.
- Agités dans l'eau, ils forment des émulsions très instables. Les tensioactifs, comme les savons, les dispersent et stabilisent ces émulsions où les triglycérides se mettent en suspension sous forme de micelles.

## **3. Propriétés de fusion :**

- Le point de fusion est un critère important puisqu'on distingue selon l'état physique à température ordinaire, les graisses solides, les huiles liquides.
- Les mélanges de triglycérides sont hétérogènes, donc ils n'ont pas un point de fusion net, mais une zone de fusion, dont la valeur est liée à la nature des acides gras constitutifs ainsi que leur répartition.
- La présence d'acides gras à chaînes courtes ou d'acides gras insaturés, abaisse le point de fusion. Ce qui donne des triglycérides liquides à température ordinaire.

## 3. Propriétés chimiques des acides gras :

**3.1. Propriétés chimiques des acides gras :** Les acides gras ont deux propriétés : celles de la **fonction acide** et celles de la **double liaison**.

### 3.1.1. Propriétés dues au groupement –COOH

- Le groupement carboxyle des lipides est rarement libre.
- Les acides gras qui constituent les corps gras peuvent par un traitement alcalin former des sels de sodium ou de potassium (saponification).

**a. Formation de sels :** les sels de métaux alcalins sont les savons dont la propriété essentielle est d'abaisser la tension superficielle de l'eau. Les savons sont des sels d'acides gras à propriétés **moussantes, mouillantes et émulsionnantes** :



## ★ Salification des acides gras : les savons

Les savons sont des sels d'acides gras :



- Les savons sodiques sont **durs** ;
- Les savons potassiques sont **mous** ;

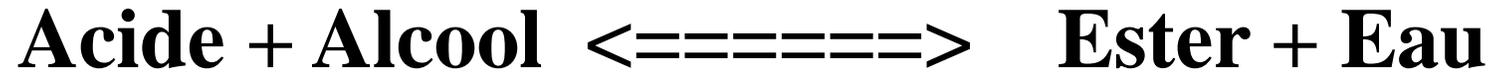
Industriellement, les savons sont préparés par saponification des glycérides.

## Indice d'acide ou de saponification

IA = masse de potasse, en mg, nécessaire pour neutraliser l'acidité libre contenue dans 1 g de matière grasse

## b. Formation d'esters :

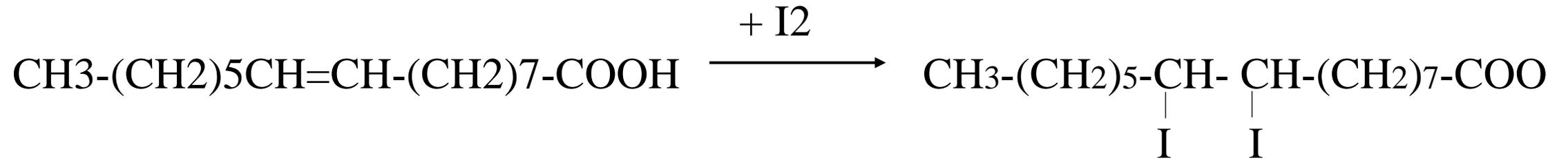
- La fonction acide carboxylique peut estérifier une fonction alcool pour former un ester d'acide gras. Les principaux alcools sont **le glycérol et le cholestérol**. La réaction inverse de l'estérification est l'hydrolyse.



- En industries agroalimentaires, cette réaction est utilisée pour déterminer la composition en acides gras des huiles végétales et des graisses animales pour détecter les **mélanges frauduleux** (mélange avec d'autres huiles de nature différente).
- La réaction inverse de l'estérification est utilisée pour la production d'**alcools** à partir de matières grasses.
- Pour la séparation analytique des acides gras par chromatographie en phase gazeuse, on les transforme à l'état d'esters méthylique ou éthylique.

## 2-Propriétés liées à la chaîne aliphatique

- **Les chaînes saturées** : Sont très peu réactives.
- **Les chaînes insaturées** : Présentent les propriétés des doubles liaisons, en particulier les réactions d'addition :
  - **Réactions d'hydrogénation** : Saturation des doubles liaisons.
  - **Réactions d'addition d'halogène** : Tel qu'**I<sub>2</sub>** ou **Br<sub>2</sub>** .... :



Réaction utilisée pour évaluer le degré d'insaturation

**Indice d'Iode** : Masse d'iode, en g, que l'on peut fixer par addition sur 100 g de matière grasse.

## o Oxydation des doubles liaisons :



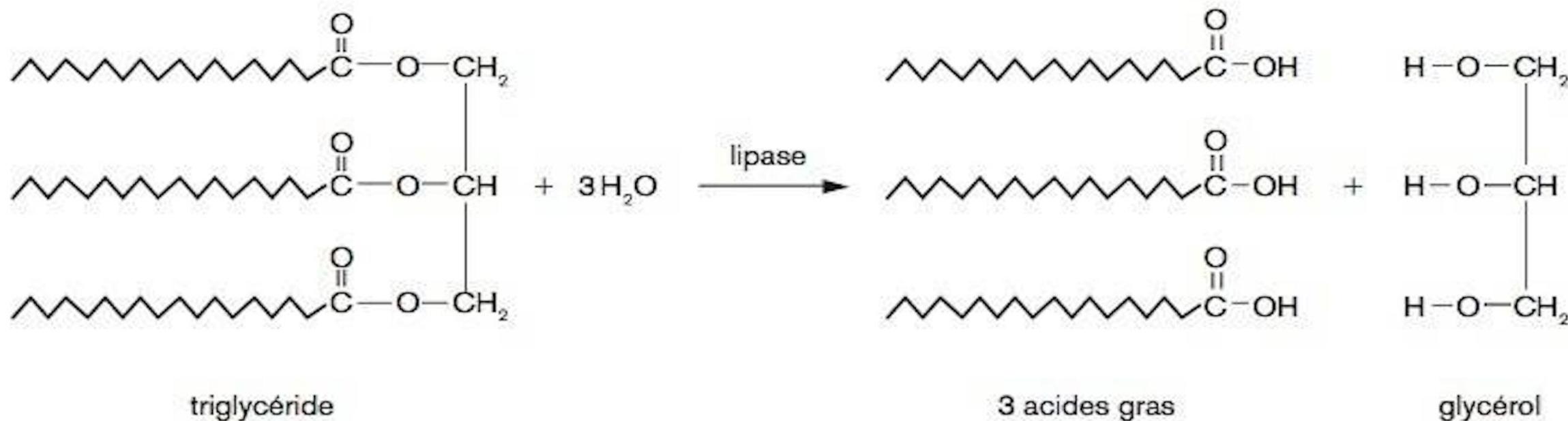
Formation d'un **monoacide** et d'un **diacide** permettant de **localiser** les doubles liaisons.

Les doubles liaisons s'oxydent et s'isomérisent surtout à chaud. Cette réaction est surtout exploitée avec l'iode et le brome pour évaluer le degré d'insaturation des acides gras. Il s'agit d'une évaluation de l'aptitude des acides gras à rancir : plus il y'a des insaturations sur l'acide gras, plus il serait **sensible à l'O<sub>2</sub>**.

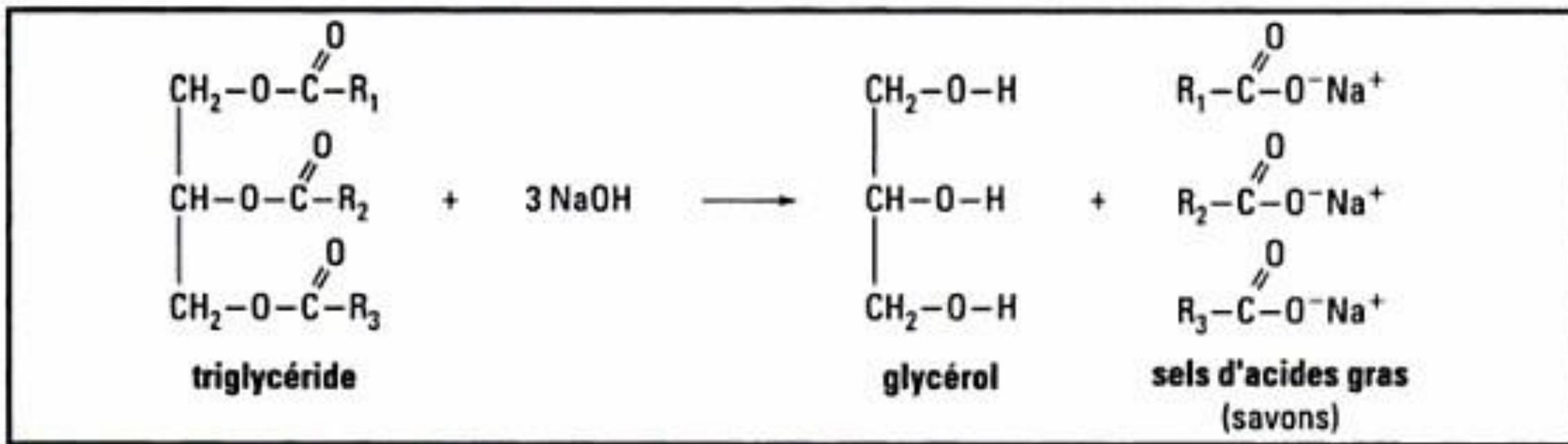
## II.2. Propriétés chimiques des triglycérides

### II.2.1. Hydrolyse et saponification

L'hydrolyse des triglycérides libère un ou plusieurs acides gras. La réaction peut se faire par voie chimique au moyen de l'acide sulfurique ou par voie enzymatique.



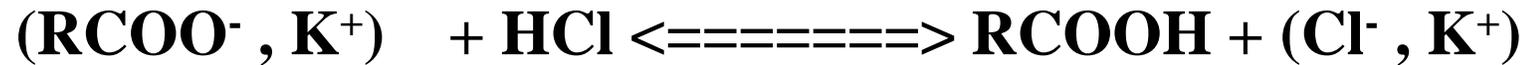
† **Indice de Saponification (I.S)** : est la masse en mg d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser les acides gras libres et pour saponifier les acides gras estérifiés contenus dans un gramme de matière lipidique.



**Figure 5 : Saponification d'un triglycéride**

En industries agroalimentaires, la réaction de saponification est utilisée pour éliminer l'excès d'acidité des huiles alimentaires brutes (opération de neutralisation) et pour la production du savon.

Les savons les plus connus sont les savons de sodium (savons durs) ou de potassium (savons mous). Les acides gras peuvent être régénérés à partir du savon et ceux en présence d'un acide comme l'acide chlorhydrique (HCl) selon la réaction suivante



### **II.2.2. Hydrogénation catalytique :**

- Elle se réalise en présence de catalyseurs (nickel finement divisé), par un courant d'hydrogène,
- les doubles liaisons des A.G insaturés des triacylglycérols sont saturées.
- Cette réaction est utilisée dans l'industrie alimentaire pour améliorer la conservation des graisses.

L'hydrogénation des lipides est un procédé visant à :

- Rendre les huiles solides ou semi-solides (margarines)
- Obtenir des graisses saturées moins sensibles à l'oxydation (rancissement) pour une conservation longue.

L'hydrogénation des acides gras insaturés se fait en employant l'hydrogène (H<sub>2</sub>) sous une pression de 100 à 200 bars, une température de 200 à 400 °C et en présence de catalyseurs (platine, nickel, zinc ...). Dans ces conditions, les acides gras insaturés fixent l'hydrogène pour donner des acides gras saturés. L'hydrogénation peut être partielle ou totale.

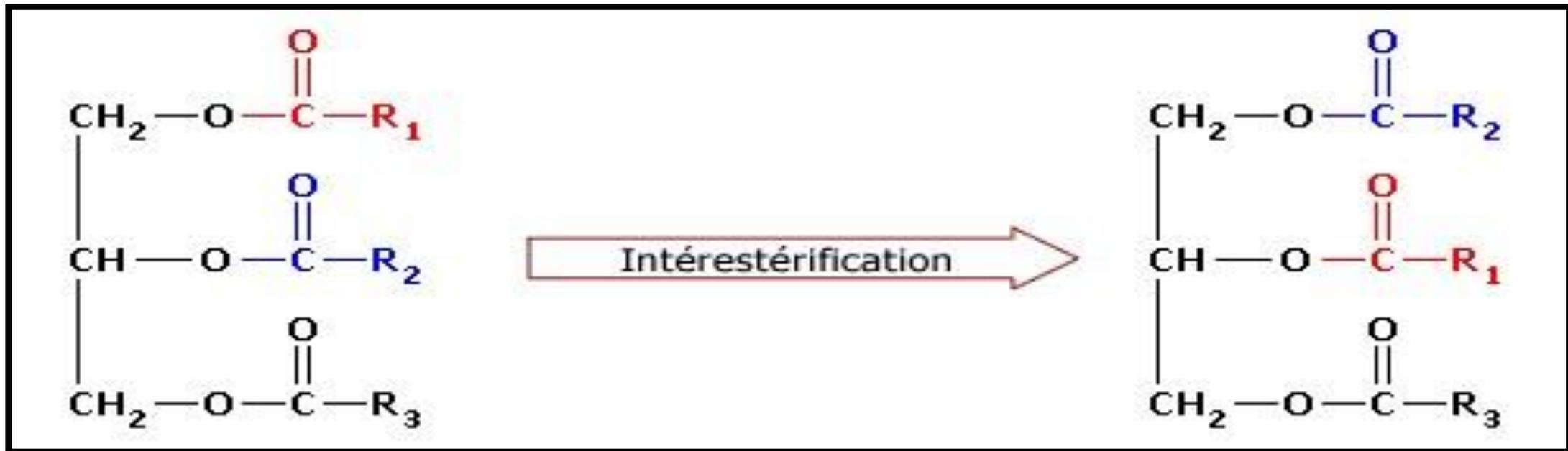


**Remarque :** la réaction d'hydrogénation présente des inconvénients, surtout quand elle est partielle. Il s'agit de la formation d'isomères géométriques Cis et Trans. Ces derniers sont moins digestibles que les isomères Cis et sont impliqués dans des certaines maladies telle que l'athérosclérose.

### **II.2.3. Inter-estérification**

Elle correspond à la modification de la structure glycérique des corps gras par réarrangement moléculaire des acides gras sur le glycérol (figure 14); le procédé peut être conduit par voie chimique (dans ce cas, la redistribution des acides gras se fait au hasard ou partiellement dirigée) ou enzymatique (la spécificité des lipases permettant de ne redistribuer que les positions externes des triglycérides en préservant l'acide gras en position sn-2). Cette modification de structure permet d'obtenir un produit interestérifié de même composition en acide gras que le corps gras de départ (sauf si l'interestérification est menée entre deux huiles différentes) mais avec un ratio solide/liquide modifié.

**Exemple :** production des margarines enrichies en acides gras polyinsaturés, à partir de margarines hydrogénées et de corps gras polyinsaturés.



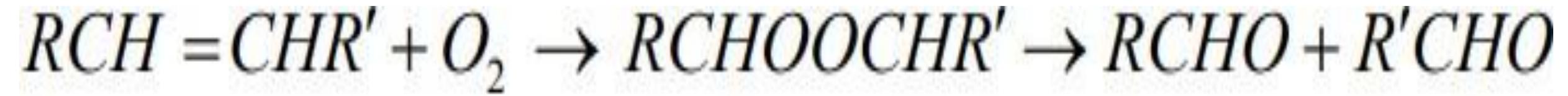
Triglycéride 1

Triglycéride 2

Figure 14 : Réaction d'inter-estérification.

❖ **Oxydation :**

- ❖ Leur oxydation est d'autant plus importante qu'il y'a de doubles liaisons.
- ❖ Commence toujours par la formation de peroxydes instables qui se fragmentent rapidement pour donner lieu à des composés oxygénés volatils à chaîne courte : aldéhydes et cétones responsables de l'odeur et du goût désagréables caractéristiques du rancissement.



## Peroxyde

❖ Il faut noter aussi que parmi les altérations susceptibles de toucher les huiles et les graisses est l'auto-oxydation des huiles et des graisses à l'air libre a pour résultat :

- **Le rancissement** : qui produit des peroxydes puis, par rupture de la chaîne, des aldéhydes responsables de l'odeur, et des acides (tous toxiques).

- **La siccativité** : des huiles polyinsaturées comme l'huile de lin, par fixation du dioxygène, se polymérisent en vernis et solides imperméables.

## *II. Propriétés nutritionnelles des Corps Gras*

# 1. Rôles biologiques et technologiques des lipides

## 1. Rôles biologiques

- **Rôle énergétique et nutritionnel** : Les lipides apportent, par gramme, la plus grande quantité d'énergie. Ainsi que leur apport en acides gras essentiels et en vitamines liposolubles.

**I. Acides gras** : Jouent de multiples fonctions biologiques, en tant que lipides **de structure des membranes** et **précurseurs** de molécules de **signalisation cellulaire**.

**I.1. Acides gras saturés (AGS)** : exercent un effet **hypercholestérolémiant**.

- Une consommation excessive en ces acides gras fait augmenter les taux de cholestérol total et de lipides sanguins ; accroît l'agrégation plaquettaire.
- Les acides laurique et myristique sont les plus hypercholestérolémiants.
- La réduction de leur consommation abaisse donc le cholestérol plasmatique, surtout lorsqu'en même temps on augmente la consommation d'acide linoléique, le principal acide gras à effet **hypocholestérolémiant**.

## I.2. Acides gras monoinsaturés (AGMI)

- L'acide oléique majoritaire de nombreuses huiles végétales, en particulier des huiles d'olive et de colza, présente un effet neutre ou légèrement positif vis-à-vis du cholestérol total et du LDL-cholestérol.
- Ils pourraient jouer un rôle dans la prévention des **dyslipidémie et de l'athérosclérose**.
- L'acide oléique conduit à une diminution du LDL cholestérol et conjointement à une augmentation du HDL-cholestérol ce qui diminue le risque d'athérogenèse.

### **I.3. Acides gras polyinsaturés (AGPI)**

- Certains acides gras ont une place essentielle et pour deux d'entre eux, indispensable sur le plan biologique et que l'organisme est incapable de les synthétiser : l'acide linoléique C18:2 ( $\omega$ 6) et l'acide  $\alpha$ -linoléique C18:3 ( $\omega$ 3).
- Ces derniers apportés par l'alimentation sont métabolisés par désaturation et allongement de la chaîne carbonée pour former des dérivés d'AGE à chaîne plus longue et plus insaturée (20 et 22 atomes de carbone et à 3, 4, 5 et 6 doubles liaisons) aboutissant à deux familles  $\omega$  6 et  $\omega$  3.

### I.3.1. Acides gras oméga 6

- Ce sont des constituants des phospholipides membranaires, qui forment couramment de 30 à 40% de la masse d'une membrane biologique ; l'acide arachidonique est l'AGPI le plus abondant dans les membranes chez les animaux terrestres.

La structure particulière en n-6 est susceptible d'influencer l'activité des protéines intégrales d'une membrane, enzymes, transporteurs et récepteurs hormonaux et d'autres fonctions parmi lesquelles on cite:

- **La régulation de la lipémie** : les APGI n-6 ont un effet hypocholestérolémiant et un effet hypotriglycéridémiant.
- **La fonction plaquettaire** : la carence en acide linoléique provoque chez le rat un dysfonctionnement plaquettaire responsable d'hémorragies...
- **La fonction rénale** : chez le rat, l'hypertension provoquée par le chlorure de sodium est modérée par l'acide linoléique de la ration. Celui-ci augmente l'excrétion de l'eau et du sodium.

**Remarque** : la carence en acide linoléique chez l'homme est très rare et ses signes les plus précoces sont des dermatites. Elle est plus fréquente chez les enfants nourris pendant plus d'un an exclusivement au lait de vache.

### **I.3.2. Acides gras oméga 3**

Les AGPI en n-3 sont des nutriments essentiels qui peuvent moduler favorablement plusieurs pathologies. Ils sont les composants structurels majoritaires des phospholipides membranaires de tissus comme la rétine, le cerveau dans lesquels l'acide docosahexaénoïque (DHA) constitue environ 36% des acides gras totaux. Les acides gras oméga-3 présentent les rôles suivants :

- Ils participent à la fluidité membranaire qui est essentielle pour un bon fonctionnement de ces tissus : dans la rétine, un déficit en n-3 entraîne une diminution de l'acuité visuelle ;
- Ils protègent contre l'apparition et la progression de certains cancers, où ils ont une fonction d'inhibiteur ;
- Ils contribuent aussi au développement du cerveau et des organes sensoriels du nourrisson ;
- Ils préviennent certains aspects des maladies cardiovasculaires, diverses maladies inflammatoires, ainsi que le diabète et l'ostéoporose.

**Remarque** : une alimentation relativement déficitaire en oméga 3 est préjudiciable à la synthèse des AGPI à longue chaîne en oméga 3 (EPA et DHA) et à leur incorporation dans les membranes cellulaires.

## II. Impacts physiologique et cellulaire des AGPI oméga 6 et oméga 3

L'apport alimentaire en AGPI des familles oméga 6 et oméga 3 est le principal déterminant du niveau de biosynthèse et d'incorporation des AGPI dans les phospholipides des membranes cellulaires.

Les AGPI précurseurs (acides linoléique et  $\alpha$ -linoléique) entrent tout d'abord en compétition pour les enzymes impliquées dans la biosynthèse des AGPI à longue chaîne, en particulier pour les désaturases. En conséquence, un apport alimentaire excessif d'acide linoléique (oméga 6) inhibe par compétition la bioconversion de l'acide  $\alpha$ -linoléique (oméga 3) en ses dérivés supérieurs (acides eicosapentaénoïque et docosahexaénoïque) ainsi que leur incorporation tissulaire, et ce d'autant plus si l'apport alimentaire direct en ces dérivés est faible. Ce déséquilibre provoque l'augmentation de l'incorporation de l'acide arachidonique dans les phospholipides membranaires, au détriment des dérivés supérieurs en oméga 3.

Ce remplacement s'effectue dans l'ensemble des membranes tissulaires (cellules circulantes, foie, etc.), et en particulier dans le tissu nerveux pendant la période périnatale de développement cérébral.

Dans les membranes cérébrales, la diminution de la teneur en acide docosahexaénoïque s'accompagne de l'incorporation compensatrice de son analogue métabolique de la série oméga 6, l'acide docosapentaénoïque, dont la teneur élevée est un critère biochimique de déficit d'apport alimentaire en oméga 3.

## III. Vitamines

**III.1. Vitamine A** : c'est un facteur de croissance, elle comprend le rétinol (vitamine A1) et ses esters, l'aldéhyde (rétinal) et l'acide (Acide rétinoïque) correspondants, ainsi que le 3déhydrorétinol (vitamineA2). Les trois premiers ont l'activité biologique maximale. L'acide rétinoïque est impliqué dans la biosynthèse des glycoprotéines, dans la réponse immunitaire, l'induction ou la répression de certains gènes.

**III.2. Vitamine D** (antirachitique): essentiel pour le métabolisme de l'os. Dans l'épithélium intestinal, la vitamine D accélère l'absorption du calcium d'origine alimentaire par double mécanisme. D'une part, elle provoque le transport transmembranaire de l'ion  $\text{Ca}^{2+}$ . D'autre part, elle induit la biosynthèse de protéines transportant le calcium.

### **III.3. Vitamine E :**

Au sein de l'organisme, l'alpha-tocophérol est un puissant antioxydant capable de neutraliser les radicaux libres, jouant ainsi un rôle significatif de protection des membranes cellulaires (système nerveux, muscle, myocarde), des globules rouges (longévité), des revêtements des vaisseaux sanguins, de la peau et des acides gras essentiels ou indispensables précurseurs des prostaglandines.

L'apport journalier recommandé (AJR) en vitamine E est de 12 mg ; au sens du règlement (CE) 1924/2006 et de la directive 90/496/CE, toutes les huiles végétales peuvent s'afficher «source de vitamine E » puisqu'elles contiennent au moins 1,8 mg/100 g (15 % de l'AJR) et la plupart sont « riches en vitamine E » (30 % de l'AJR pour 100g).

**III.4. Vitamine K** : les plus importantes sont la phylloquinone (K<sub>1</sub>), d'origine végétale et la ménaquinone (K<sub>2</sub>) d'origine microbienne. La vitamine K participe à la synthèse d'un certain nombre de protéines tels que certains facteurs de coagulation II (prothrombine), VII, IX et X synthétisés dans le foie. Les besoins de l'homme en vitamine K ont été estimés à environ 1µg/Kg de poids corporel et par jour.

#### **IV. Phytostérols ou stérols végétaux**

Ces composés sont naturellement présents dans les huiles (de 0,1 à 0,5%). L'apport journalier a été estimé à 0,5 g/j. Ces stérols végétaux sont recherchés pour leurs propriétés hypocholestérolémiantes. Toutefois, cet effet hypocholestérolémiant n'est observé que pour des consommations journalières comprises entre 2 et 3 g/j.

## V. Caroténoïdes

- Les caroténoïdes sont des pigments lipophiles sensibles à la lumière (rayonnement ultraviolet) et à la chaleur, précurseurs, tout particulièrement le trans- $\beta$ -carotène, de la vitamine A (rétinol).
- Leur structure moléculaire leur confère dans certaines conditions (oxydation par photosensibilisation) un pouvoir anti-oxydant par désactivation de l'oxygène.
- Présents en forte quantité (1 à 2 g/kg) dans l'huile de palme rouge, les autres huiles végétales en contiennent quelques centaines de mg/kg ; ces pigments sont éliminés au raffinage.

## VI. Recommandations nutritionnelles

Les apports nutritionnels conseillés recommandent actuellement que la part des lipides soit limitée à 33 % de l'énergie totale de la ration avec : 8 % d'acides gras saturés; seulement 5 % d'AGPI dont 4 % d'acide linoléique (quantité nécessaire et suffisante pour prévenir toute manifestation de carence), 0.8 % d'acide  $\alpha$ -linoléique et 0.2 % d'AGPI à très longue chaîne (avec n-6/n-3- ~5) et 20 % d'AGMI. Globalement un apport quotidien de 0,5 à 1g d'acides gras à longue chaîne est recommandé.

**L'équilibre oméga 6/oméga 3** : il a été démontré que le déséquilibre oméga-6/-3 favorise l'apparition d'un syndrome métabolique qui associe au moins 3 des 5 critères cliniques habituellement retenus pour apprécier un état de santé: obésité abdominale, taux de triglycérides et de glucose à jeun trop élevés, cholestérol-HDL bas et hypertension. Pour cela l'équilibre du rapport oméga6/oméga3 est très important.

En effet, les deux familles sont en compétition vis à vis des enzymes qui les métabolisent. Un excès d'oméga 6 empêchera l'organisme d'exploiter ses sources d'oméga 3 car les enzymes et les vitamines sont communs aux deux chaînes. Par conséquent l'excès en acide linoléique dans le régime alimentaire provoque un état pro-inflammatoire dans l'organisme. C'est pourquoi le rapport n-6/n-3 recommandé doit être inférieur ou égal à 5.

## **Afin de prévenir plusieurs maladies :**

- ❖ Limiter la quantité globale de matières grasses (35 % maximum de l'apport énergétique total).
- ❖ Réduire la consommation d'aliments riches en acides gras saturés (AGS).
- ❖ Préférer les corps gras d'origine végétale et varier les huiles en favorisant les corps gras riches en acides gras mono- et poly-insaturés, et s'agissant de ces derniers maintenir la consommation en acide linoléique ( $\omega$  6) en y associant un accroissement de la consommation en acide  $\alpha$ -linoléique ( $\omega$  3) où le rapport idéal serait de consommer 1g d'acide gras  $\omega$  3 pour 5g d'acide gras  $\omega$  6.