

LES LIPIDES

PLAN DU COUR

I. GENERALITES

- 1. Définition**
- 2. Classification**
- 3. Rôle biologique**

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

- 1. État naturel**
- 2. Constitution chimique**
- 3. Propriétés des acides gras**
- 4. Obtention industrielle des huiles végétales**
- 5. Contrôle des huiles végétales**
- 6. Emplois**

I. GENERALITES

1. Définition

Les lipides ou « corps gras » sont des **molécules organiques, esters d'alcools et d'acides gras**. Ils **présentent les** caractéristiques suivantes:

- Présence dans leur molécule d'au moins **1 acide gras**
- **Non volatils** « huiles fixes »
- Forment un **groupe hétérogène**
- **Constituants** des structures cellulaires, éléments de revêtement, substances de réserve et sources d'énergie cellulaire
- Composés de **structures très différentes**
- **Hydrophobe , insolubles** dans l'eau (ou très faiblement solubles)
- **Solubles** dans les **solvants organiques apolaires**

I. GENERALITES

2. Classification


```
graph TD; A[Lipides] --> B[Lipides simples]; A --> C[Lipides complexes]; B --> D["Esters d'acide gras et d'un alcool. Formés seulement de (C .H .O )"]; C --> E["Contiennent en plus des groupes phosphates, sulfates, et glucidiques Ex: phospholipides, glycolipides."];
```

Lipides

Lipides simples

Esters d'acide gras et d'un alcool.
Formés seulement de (C .H .O)

Lipides complexes

Contiennent en plus des groupes phosphates, sulfates, et glucidiques
Ex: phospholipides, glycolipides.

I. GENERALITES

2. Classification

Les lipides peuvent être classés selon:

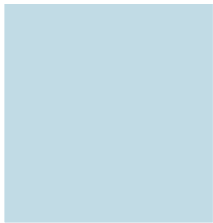
- 
- **L'alcool dont ils sont constitués** (glycérides , les cérides , les stérides)
 - **Leur consistance à T° ordinaire , ex:** corps gras à l'état liquide (**huiles**), solide (**graisses**) , semi solide (**beurres**)
 - **L'insaturation des AG qui les composent** (AG oléique, AG linolique)

I. GENERALITES

2. Classification

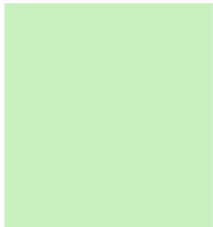
2.1. Lipides simples

Ce sont des esters d'acides gras et d'un alcool qui peut être :



Glycérol

Constitutif des triacétylglycérols ou triglycérides



Stéride

Stérol



Cérïde

Esters d'alcools aliphatique de masse moléculaire élevée

I. GENERALITES

2. Classification

2.2. Lipides complexes

contiennent des groupes phosphate, sulfates, et glucide:

Lécithine

La troisième fonction alcool est estérifiée par l'acide phosphorique dont la fonction acide faible estérifie la choline

Céphaline

Sont de structure voisine, la choline étant remplacée par l'éthanol-amine

I. GENERALITES

3. Rôle biologique



Réserve énergétique



Rôle de précurseurs : stéroïdes, vitamines, prostaglandines



Constituants structuraux de la cellule (membrane

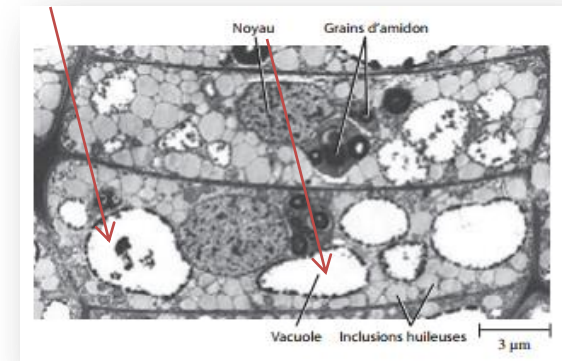
II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

1. État naturel

Presque exclusivement retrouvés au niveau des graines (graines oléagineuses) rarement au niveau des péricarpes de fruits. Absents des feuilles et des racines

Peuvent représenter plus de 50% de la masse sèche de la graine dont la teneur augmente au cours du processus de maturation.

Peuvent représenter plus de 50% de la masse sèche de la graine. Stockés sous forme d'inclusions huileuses dans des cellules de réserve (oléosomes).

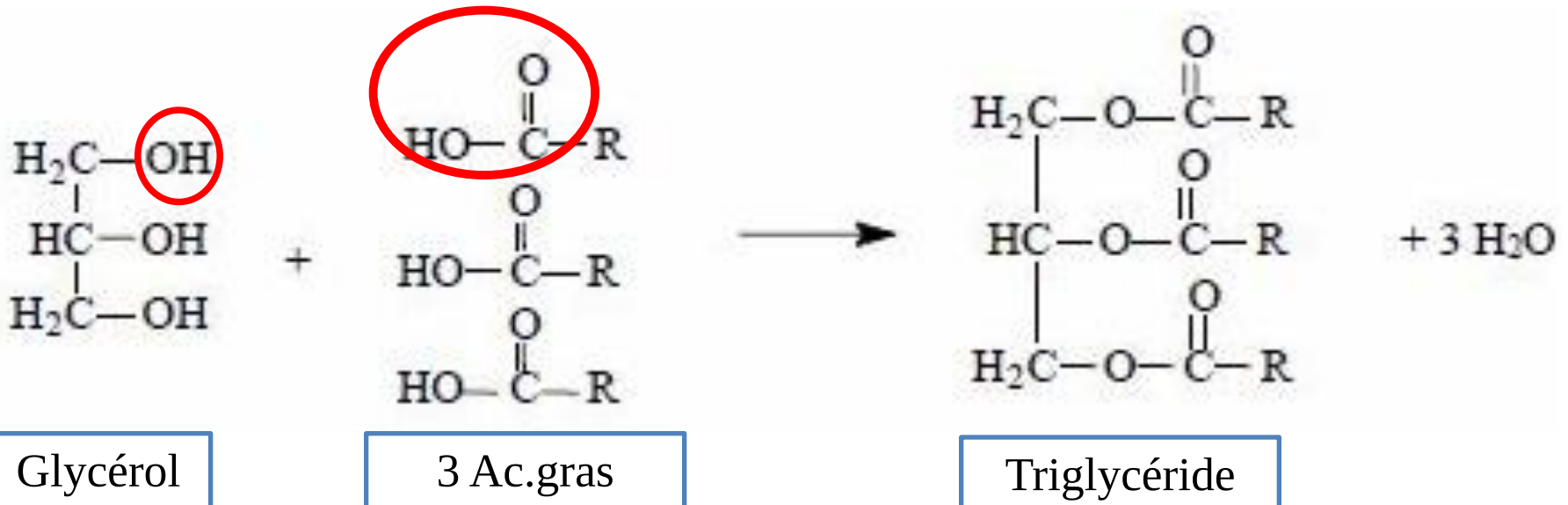


Cellules de réserve
montrant les inclusions
huileuses

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

Les triglycérides sont des **triesters** résultant de la combinaison de 3 molécules d'**acides gras** par leur fonction carboxyle avec les fonctions alcooliques du **glycérol**.



II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

Mono acides aliphatiques ($R\text{-COOH}$), à chaîne hydrocarbonée linéaire, à nombre pair d'atomes de Carbone. Leur nombre de carbone varie de 2 à 38 chez les êtres vivants . Les plus abondants sont à C_{16} et C_{18} . Ceux à C_{12} sont rarement présents chez les végétaux et leurs teneur est peu importante. Ceux à C_{20} représentent moins de 0,5% des AG constituant les huiles

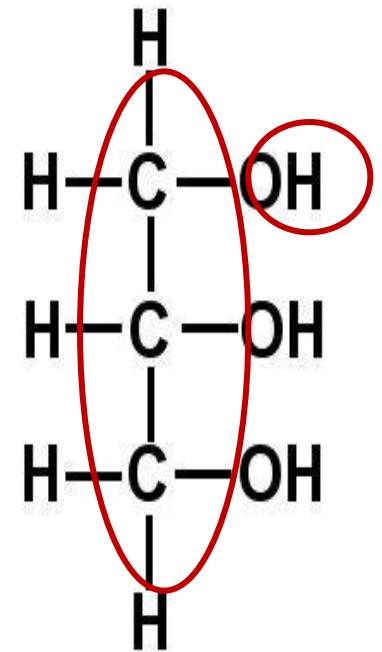
Un triglycéride peut être homogène ou hétérogène selon que les molécules d'acides gras qui estérifient les 3 fonctions alcools du glycérol identiques ou différentes. Présents dans la plupart des graisses et certains sont essentiels à notre métabolisme.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.1. Le glycérol

- Son nom en nomenclature systématique est propan-1,2,3-triol.
- Il est composé par une chaîne de trois atomes de carbone, chacun des atomes est lié à un groupement hydroxyle (triol).
- Les trois groupes hydroxyles du glycérol sont estérifiés par des acides gras pour former un triglycéride.



II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

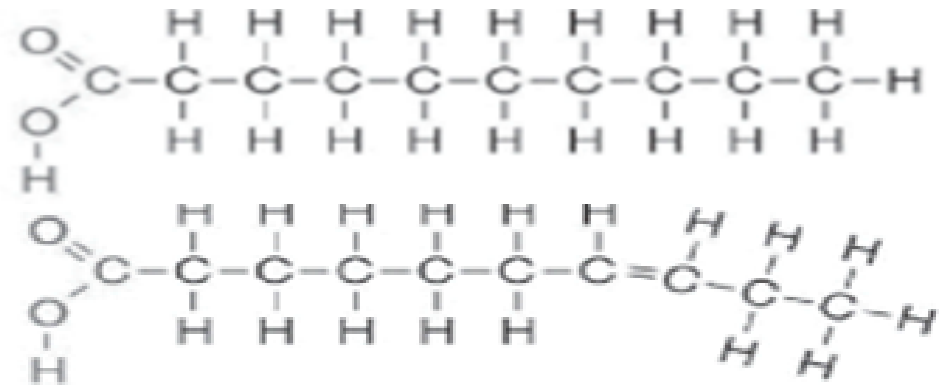
2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

- Molécule formée d'un hydrocarbure terminée par un groupement acide : COOH . Il existe 2 groupes d'acide gras:

Les acides gras saturés

Les acides gras insaturés



Comporte une (mono insaturé) ou plusieurs (polyinsaturé) doubles liaisons carbone-carbone. Ils estérifient préférentiellement les fonctions alcool secondaire du glycérol, de formule générale : $\text{C}_n\text{H}_{2(n-x)}\text{O}_2$

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

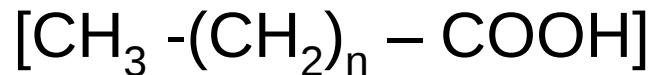
2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras saturés

Possèdent une chaîne hydrocarbonée sans double liaison

Formule d'un AGS:



II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras saturés

Acides Gras Saturés	Nombre de Carbone
Acide butyrique	4
Acide laurique	12
Acide myristique	14
Acide palmitique	16
Acide stéarique	18
Acide arachidique	20
Acide lignocérique	24

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

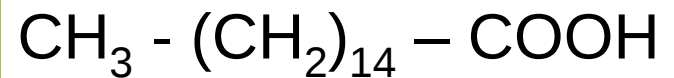
2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras saturés

◆ **L'Acide palmitique** est l'un des **acide gras saturé** les plus courants chez les animaux et les plantes.

◆ Sa formule semi développée



Acide palmitique

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras insaturés

Comportent:

Une fonction acide carboxylique

Une longue chaîne carbonée linéaire de 4 à 36 carbones

Une ou plusieurs insaturations, la double liaison étant de type Carbone-Carbone.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras insaturés

Acides Gras Insaturés	Nombre de Carbone	Double liaisons	Position de la double liaison
Acide oléique	18	1	C 9
Acide linoléique	18	2	C 9,12
Acide linolénique	18	3	C 9, 12,15



Acides gras essentiels indispensables, non synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras insaturés

Parmi les acides gras insaturés on distingue::



Acides gras mono insaturés (1 double liaison)



Acides gras poly insaturés (plusieurs doubles liaisons).
origine végétale



Acides gras spéciaux

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

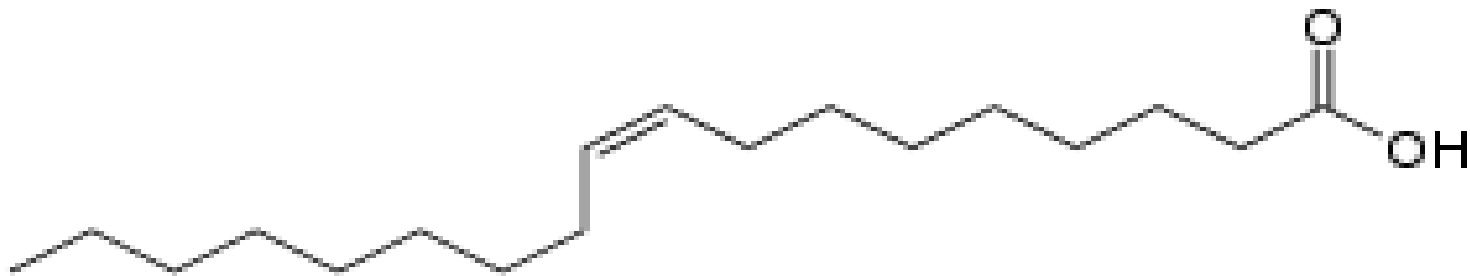
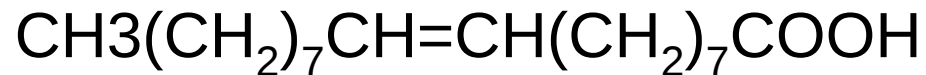
2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras insaturés

Les acides gras mono insaturés

Acide oléique est le plus abondant dans notre organisme



Acide oléique

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras insaturés

Les acides gras mono insaturés

Acides Gras Mono Insaturés	Nombre de Carbone
Acide palmitoléique	16
Acide oléique	18
Acide érucique	22
Acide nervonique	24

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras insaturés

Les acides gras poly insaturés

- Les plus importants sont ceux constitués en C₁₈

- Les moins fréquents sont les AG insaturés à chaîne courte (C₁₆ ou C₂₀ et plus).

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

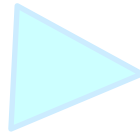
2.2. Acides gras

Les acides gras insaturés

Les acides gras poly insaturés



Acide linoléique



C₁₈ avec 2 doubles liaisons



AG indispensable à l'organisme humain
(besoins quotidiens : 3-4 g)



Acide linoléique

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras insaturés

Les acides gras poly insaturés

Acide arachidonique

C₂₀ avec 4 doubles liaisons

acide linoléique $\xrightarrow[\text{voie enzymatique}]{\text{dans l'organisme}}$ acide arachidonique



En l'absence d'acide linoléique dans l'alimentation, l'acide arachidonique devient indispensable

Acide arachidonique

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras spéciaux



On distingue :

structures particulières aux acides gras , généralement limités dans leur distribution à une formule ou à un genre défini

- Des **acides gras alcools**, portant une fonction OH sur 1 C de la chaîne
- Des **acides gras ramifiés** ou à nombre impair de C : (certains lipides bactériens, notamment les cires des mycobactéries)

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

2. Constitution chimique

2.2. Acides gras

Les acides gras spéciaux

AG hydroxylés / particularité → présence d'un hydroxyle. C'est le résultat de l'hydroxylation de l'acide oléique : $[\text{OH} + \text{acide oléique}] = \text{Hydroxyoléique}$

AG cyclopenténiques / Leur particularité est la cyclisation de leur chaîne. Retrouvés uniquement dans **l'huile de chaulmoogra** (acide Hydrocarpique, acide Chaulmoogrique)

AG possédant un acide phosphorique / Leur particularité est de posséder un acide phosphorique dans leur chaîne

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

3. Propriétés des acides gras

3.1. Propriétés physiques

Point de fusion

- Augmente avec le nombre de C.
- Diminue quand le nombre de doubles liaisons augmente.
- Liquides à 20° C si $n < 10$ C, solides si $n = 10$ C

Solubilité

- Insolubles à partir de 10°C.
- L'acide butyrique à 4C est soluble
- Solubles dans les solvants organiques apolaires (benzène, chloroforme, ...)

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

3. Propriétés des acides gras

3.2. Propriétés chimiques

Oxydation des doubles liaisons

- Oxydation par l'oxygène de l'air conduit au rancissement des graisses
- Oxydation enzymatique intracellulaire de l'acide arachidonique par la cyclooxygénase

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

3. Propriétés des acides gras

3.2. Propriétés chimiques

Oxydation des doubles liaisons

- Oxydation par l'oxygène de l'air conduit au rancissement des graisses
- Oxydation enzymatique intracellulaire de l'acide arachidonique par la cyclooxygénase

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

4. Obtention industrielle des huiles végétales

4.1. Extraction

Avant d'être envoyées à l'étape d'extraction proprement dite, les graines sont souvent prétraitées afin de faciliter l'extraction de l'huile. Elles sont concassées, tamisées et nettoyées des impuretés (feuilles, tiges etc...)

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

4. Obtention industrielle des huiles végétales

4.1. Extraction

- **Expression à froid** → Huiles pharmaceutiques et alimentaire
- **Expression à chaud** → Huiles alimentaires
- **Extraction par solvants** → Huiles industrielles
- **Opérations annexes** → Raffinage-extraction
de l'insaponifiable - récupération des tourteaux

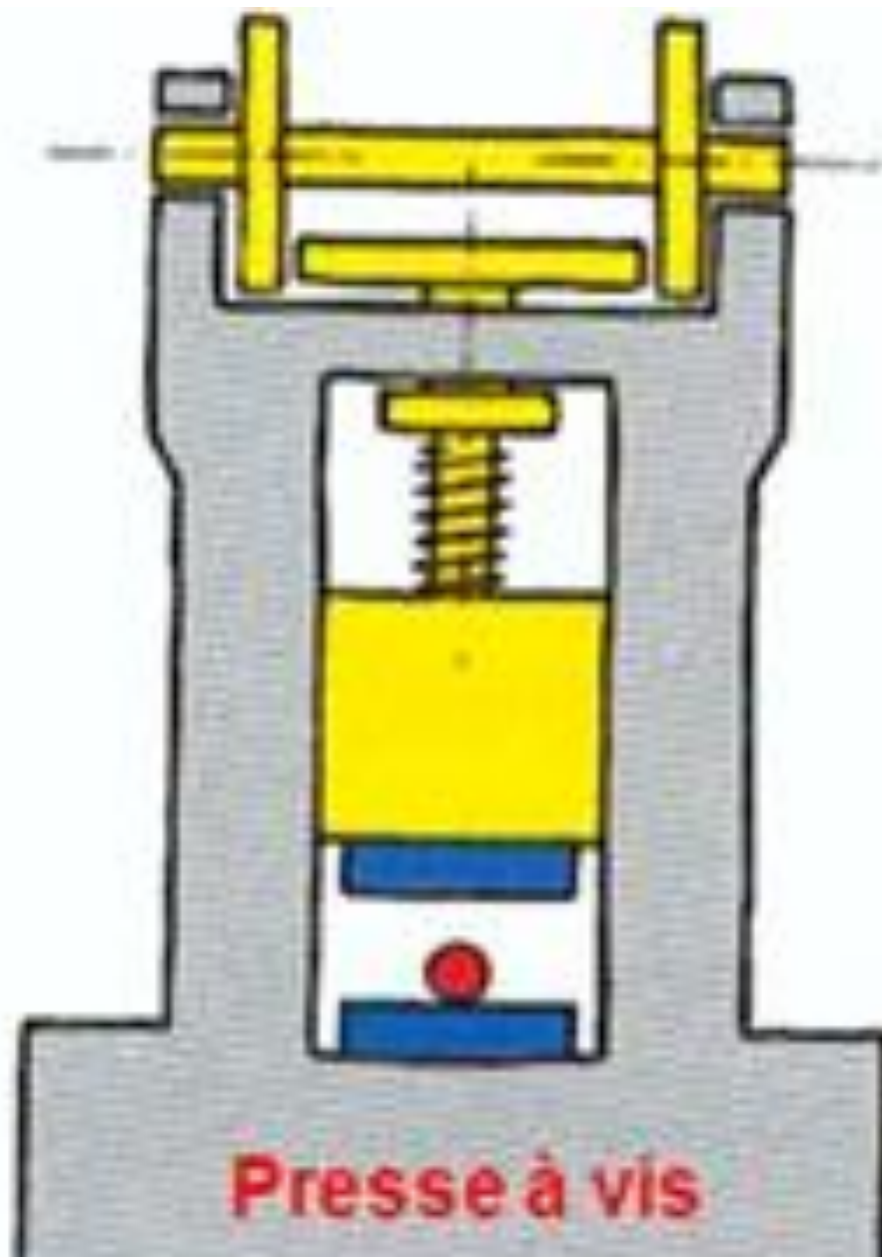
II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

4. Obtention industrielle des huiles végétales

4.1. Extraction

L'extraction ou expression (à froid ou à chaud)

- Cette méthode fait uniquement intervenir des presses mécaniques.
- Par ce procédé, on obtient une huile très pure ne contenant aucune substance étrangère.
- L'extraction mécanique est réalisée dans des presses à barreaux à simple ou double vis qui permettent l'extraction continue de l'huile.



II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

4. Obtention industrielle des huiles végétales

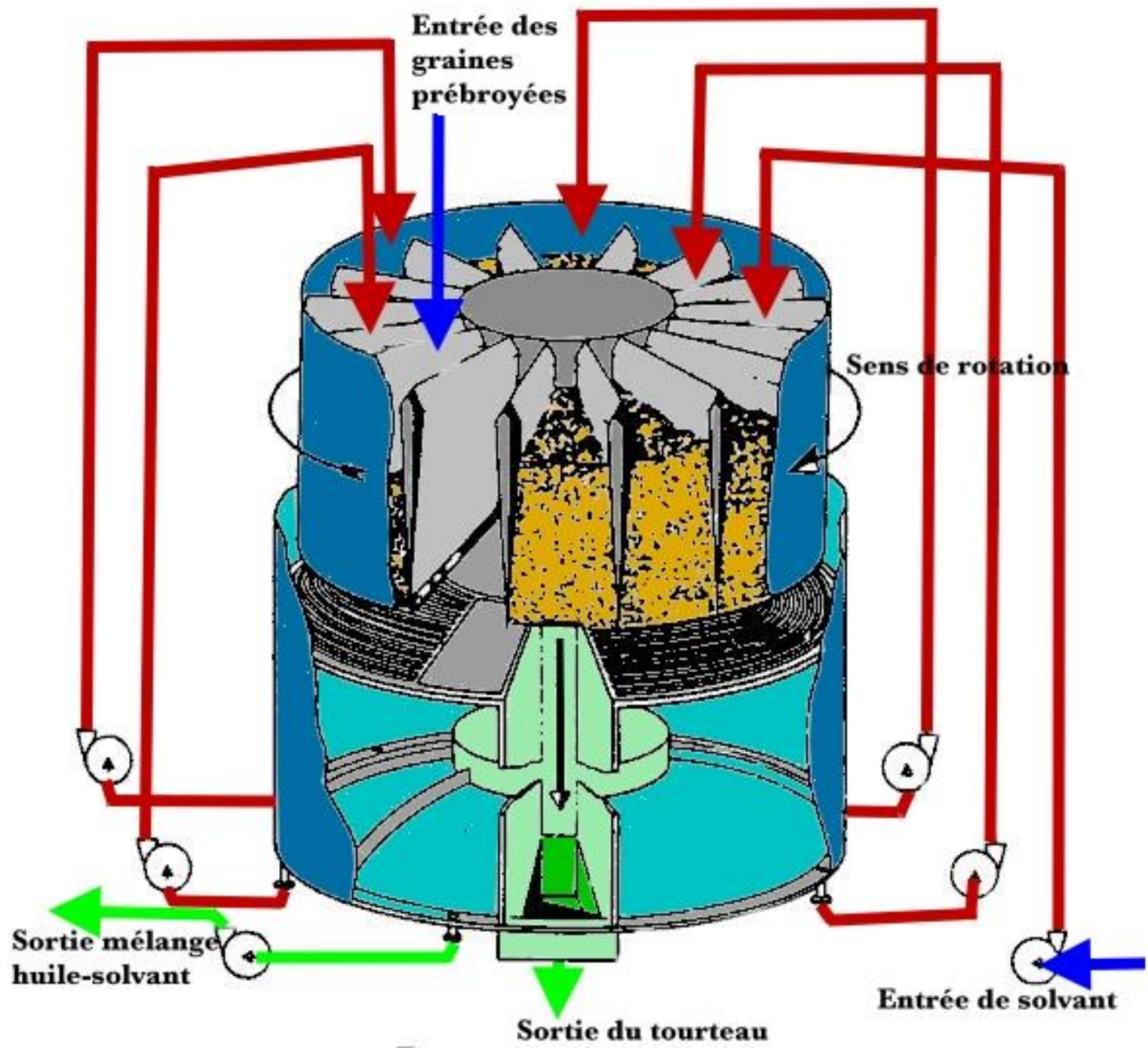
4.1. Extraction

L'extraction ou expression par solvant

Ce type d'extraction fait appel à des solvants organiques apolaires.

Le solvant le plus utilisé est l'hexane.

L'extraction se fait dans un percolateur à filtres on dépose des graines prébroyées. Le solvant entraîne l'huile et le tourteau reste dans le filtre (marc).



II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

4. Obtention industrielle des huiles végétales

4.1. Extraction

Note :

Les deux procédés sont applicables à toutes les graines et pulpes riches en huile. Certaines huiles sont cependant presque toujours extraites par pression (huile d'olive, de noix, de noisette, de colza, de lin)

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

4. Obtention industrielle des huiles végétales

4.2. Procédés de purification

Raffinage

Le raffinage est une suite de procédés destinés à éliminer les substances étrangères de l'huile (lécithines, acides gras libres), désodoriser et décolorer l'huile. Il peut être réalisé selon des méthodes distinctes:

Dégommage ou déémucilagination

On élimine les lecithines, les protéines, et autres constituants), par acidification ou centrifugation

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

4. Obtention industrielle des huiles végétales

4.2. Procédés de purification

Blanchiment

Par filtration sur terre de Foulon ou de charbon actif.

Décoloration ou filtration

Par des adsorbants tels que le charbon

Désodorisation

Par distillation sous vide à 250°C afin d'éliminer les aldéhydes odorants et les acides gras libres.

Neutralisation

Des AG libres par l'hydroxyde de sodium Na dilué ...)

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

5. Contrôle des huiles végétales

Pour procéder au contrôle d'une huile dans une drogue végétale, il faut au préalable passer par les étapes d'extraction et de raffinage.

Après extraction on procède à différents essais de l'huile. On recherche les paramètres suivants :

- Constantes physiques
- Indices chimiques

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

5. Contrôle des huiles végétales

5.1. Constantes physiques

Nous rechercherons pour chaque huile :

Viscosité, indice de réfraction , spectre UV

Toutes ces constantes sont le sujet de contrôle de chaque type d'huile extraite d'une drogue végétale déterminée

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

5. Contrôle des huiles végétales

5.2. Indices chimiques

Indice de saponification

Obtenu en faisant agir de la potasse à l'ébullition; on obtient du glycérol et des sels d'acides gras (savon).

Renseigne sur le poids moléculaire moyen des acides gras.

Indice d'iode

Mesure la quantité d'iode fixée sur les doubles liaisons.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

5. Contrôle des huiles végétales

5.2. Indices chimiques

Indice d'acidité

Mesure la quantité d'acides gras libres. Renseigne sur l'état d'altération d'huile et la qualité de raffinage

Indice de peroxyde

Détermine le degré d'oxydation des acides gras insaturés. Permet de détecter très tôt le rancissement des corps gras

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

5. Contrôle des huiles végétales

5.2. Indices chimiques

Indice d'acétyle (Indice d'hydroxyle)

Indique le nombre de fonction alcool libre existant éventuellement dans les acides gras.

Détermination de l'insaponifiable

L'insaponifiable est la substance non volatile à 100-105°C, obtenu (les constituants non glycéridiques des huiles).

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

5. Contrôle des huiles végétales

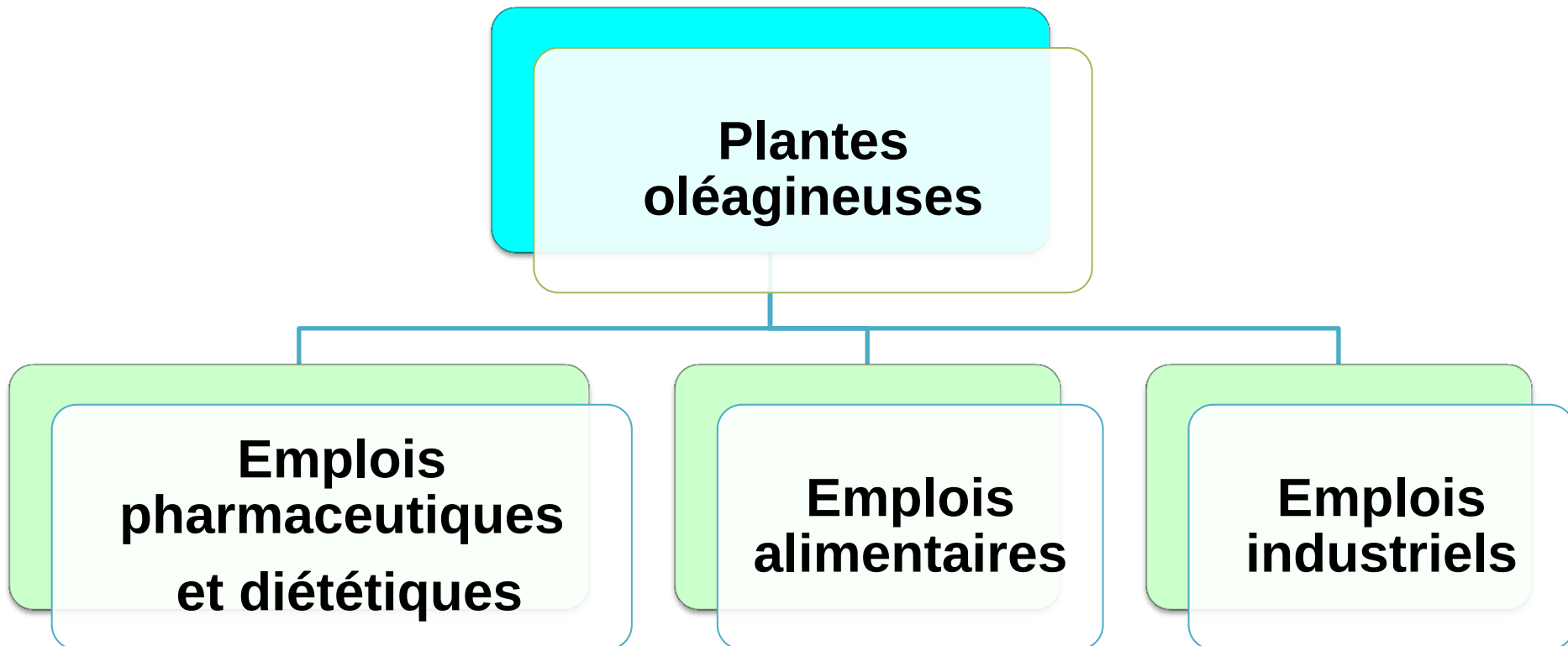
5.3. Recherche de falsification ou d'altération

- Elle consiste en l'identification des AG par chromatographie en phase gazeuse CPG ainsi que l'absorption en UV
- Permet de repérer un acide gras qui n'est pas normalement présent dans l'huile étudiée.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois

Les emplois sont considérables, ce qui explique l'importance économique très grande d'un certain nombre de plantes oléagineuses.



II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois

6.1. Emplois pharmaceutique et diététique

Huiles

Huile d'olive: (*Olea europaea*.. Fam. Oléacées.) (Ph Fr).

- **Obtention:** Drupes mûres par pression mécaniques à froid ou par centrifugation.
- **Composition :** acide oléique, palmitoléique, linoléique, linolénique
- **Teneur en lipides :** ~ 30°/° du fruit mûr, ~ 50°/° du péricarpe et 35-40°/° de l'amande.
- **Intérêt thérapeutique:** l'huile officinale employée en nature pour ses propriétés laxatives, adoucissantes. C'est un solvant pour préparations injectables.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois

6.1. Emplois pharmaceutique et diététique

Huiles

Huile de ricin: (*Ricinus communis*_L. Fam. Euphorbiacées)

- **Obtention:** Par pression à froid des graines
- **Composition :** Triacylglycérols insaturé et hydroxylé, l'acide ricinoléique
- **Toxicité** de la graine due à la ricine (lécithine glycoprotéine).
- **Intérêt thérapeutique:** Purgatives, laxatives, employée en cosmétologie et un produit industriel lubrifiant pour moteurs.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois

6.1. Emplois pharmaceutique et diététique

Huiles

Huile de chaulmoogra

Chaulmoogras Asiatiques (*Chaulmoogra. hydrocarpus* et *taraktozenos*) et Africaines (*Chaulmoogra. oncoba* et *caloncoba*). Fam. Flacourtiacées.

Huile contenue dans les graines (AG: ac. cyclopenténique)

Intérêt thérapeutique: Active contre le bacille de la lèpre (*Mycobacterium leprae*).

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois

6.1. Emplois pharmaceutique et diététique

AG polyinsaturés

Acide linoléique et linolénique

- Acides essentiels non synthétisés par l'organisme humain.
- Indispensables pour une alimentation équilibrée.
- Leur carence provoque des lésions, de l'hypertension, des eczémas, des érythèmes et un retard de croissance.
- Intérêt thérapeutique: utilisés contre certaines dermatoses (psoriasis, eczéma, cirrhoses et infections parasitaires).

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois

6.1. Emplois pharmaceutique et diététique

Insaponifiables

Blé : *Triticum vulgare*. Fam. *Poacées*

Riche en Vitamine E. Spécialité/ TOCOPHEROL®

Maïs : *Zea mays*. Fam. *Poacées*

Riche en stérols (β sistostérol).

Intérêt thérapeutique: Traitement de la pyorrhée alvéolo-dentaire. Spécialité/ INSADOL®.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois

6.1. Emplois pharmaceutique et diététique

Insaponifiables

Soja : *Soja ispida*. Légumineuses

Utilisées dans le traitement de la pyorrhée alvéolo dentaire et les sclérodermies en association avec l'insaponifiable d'avocat.

Prunier d'Afrique : *Pygeum africanum*. Fam. Rosacées

Riche en stérols.

Intérêt thérapeutique: Traitement de l'adénome prostatique.
Spécialité/TADENAN®.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois

6.1. Emplois pharmaceutique et diététique

Huile d'amande douce

Graines de l'amandier doux (*Prunus amygdalus*, Rosacées)
→ riche en triacylglycérols (ac. oléique, linolénique, palmitique).

Huile de noyaux Graines de divers abricotier, pêcher, prunier

Huile de noisette (*Corylus avellana*. Corylacées

Autres huiles Avocat et ricin: utilisées en cosmétologie

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois

6.2. Excipients

Solutés huileux

Huile d'olive Utilisée pour des préparations injectables.

Huile d'œillette Même usage.

Huile d'arachide Riche en glycérides d'AG saturés

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois des lipides

6.3. Suppositoires

Corps gras
utilisés tels quels

Beurre de cacao

(*Théobroma cacao*. Sterculiacées).

Corps gras
Utilisés après transformation chimique

Huile de coco ou de coprah

Cocos nucifera- Palmiers

Huile de palme

Elaeis guineensis- Palmiers

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois des lipides

6.4. Comprimés et émulsions

Cire de carnauba

Provient des feuilles de palmier de carnauba (*Copernicia cerifera*) Palmiers. Utilisée pour le polissage des comprimés enrobés.

Lécithines de soja

Utilisées pour formuler des émulsions stables

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois des lipides

6.5. Alimentation parentérale et diététique

Huile de soja et huile de coton

Utilisées pour formuler des émulsions lipidiques, administrées en perfusion intra veineuses.

Spécialités / INTRALIPIDE®, LIPIPHYSAN®, LIPOMUL®

Huiles riches en AG insaturés et insaponifiables

(stéroïls, l'huiles de maïs, de soja, de noix, de tournesol)...

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois des lipides

6.6. Emplois alimentaires

Huiles utilisées telles quelles

A froid uniquement : soja, colza, tournesol.

A froid ou à chaud : arachide, soja, (point de fumée > 200°C).

Huiles utilisées sous forme de margarines

Palme, coton, arachide.

II. TRIACYLGLYCEROLS (TRIGLYCERIDES)

6. Emplois des lipides

6.7. Emplois industriels

Huile de ricin et dérivées d'huiles végétales

Huile de lin

Lubrifiants, vernis et peintures

Huile de palme, de coprah

savon, détergents et matières plastiques