Chapitre 1 : Production des huiles végétales

Introduction

Les graisses et les huiles végétales sont des matières lipidiques extraites de graines et fruits oléagineux. Elles sont utilisées principalement comme huile de table, huiles et graisses de friture, et pour la préparation de margarines.

L'extraction des graisses et huiles végétales est réalisée d'abord par pression, ensuite le cas échéant par un solvant. Certaines graines sont traitées directement par solvant, sans extraction préalable par pression. Les huiles végétales dites vierges sont extraites exclusivement par pression à froid sans l'emploi d'aucun procédé chimique.

Les principales graines et fruits oléagineux à usage alimentaire sont : l'olive (fruits de l'olivier), le fruit du palmier à huile, l'arachide, le tournesol, le colza, le soja, le maïs, le coprah et le sésame. La teneur de ces matières en huile est représentée sur le tableau suivant :

Teneur en huile de l'olive et des principales graines

Fruit ou graines	Teneur en huile (%)
Olive	15 – 25
Arachide	≈ 45
Colza	35 – 40
Tournesol	35 – 50
Soja	15 – 25
Coton	35 – 40
Coprah (séché)	≈ 63
Sésame	≈ 50

1. Conservation des graines oléagineuses

Pour obtenir un bon rendement d’extraction, il faut conserver les graines oléagineuses contre certains facteurs biologiques ou physicochimiques qui peuvent nuire à la qualité et la quantité d’huile extraite.

1.1. Facteurs d'altération des graines oléagineuses

Les graines sont l'objet de plusieurs altérations :

- Altération par les micro-organismes en présence d'humidité ;
- Altération par l’action des enzymes ;
- Altération par l’action de l'air.

1.1.1. Les microorganismes

- *Les Moisissures* :

Les moisissures peuvent se développer le plus souvent en présence de l'air et de préférence dans les atmosphères chaudes et humides. Leur action se manifeste d'autant plus que l'humidité du milieu est plus élevée mais pour certaines moisissures, elle agit déjà au-dessous de 20 % d'humidité relative, ce qui correspond à une teneur en eau de 3 à 4%. Certaines moisissures dites toxinogènes peuvent sécréter des mycotoxines comme le cas d'*Aspergillus Flavus* qui secrète l'Aflatoxine B1 disposant d'un effet cancérigène redoutable. Cette sécrétion ne passe pas généralement dans l'huile au cours de l'extraction de celle-ci par l'hexane et reste par conséquent dans les tourteaux.

- *Les levures* : Leur développement s'observe au-dessus d'une humidité relative, supérieure à 88% (soit une teneur en eau de 19.5 %) principalement sur les glucides présents dans les graines.

- *Les* bactéries : Elles peuvent croître à des $a_w > 0.9$.

1.1.2. Altération par les enzymes

Les enzymes (lipase) peuvent déclencher l'hydrolyse des triglycérides, provoquant ainsi une perte supplémentaire en huile : la partie hydrolysée sera entraînée ultérieurement avec les savons formés lors du traitement à la soude.

1.1.3. Altération par l'air

Les constituants insaturés sont particulièrement sensibles à l'oxydation même à la température ordinaire et d'autant plus que cette température est plus élevée. Il se forme des dérivés hydroxylés et leurs réactions, ajoutées aux autres, contribuent à créer une élévation de la température au sein du silo.

L'air intervient pour aider au développement des microorganismes aérobies et apporte l'eau nécessaire à l'hydrolyse des lipides contenus dans la graine.

Enfin, outre son action oxydante, l'air permet la prolifération des insectes.

1.1.4. Température et humidité

Nous venons de voir que ces facteurs influents sur le développement des microorganismes et sur les interactions à l'intérieur de la graine. Généralement, la teneur en eau à ne pas dépasser pour une conservation convenable des graines est de 4 à 5%.

1.1.5. Insectes

Les insectes constituent l'un des plus importants fléaux qui agissent sur les graines au cours de diverses phases depuis la récolte jusqu'à la trituration, ils attaquent les graines pour se nourrir et réduisent en poussière les amandes et les brisures.

2. Traitement des graines avant stockage

Connaissant les causes et les facteurs de l'altération, on peut pallier à l'altération des graines en appliquant certaines opérations technologiques détaillées ci-dessous.

- ***Tamisage avant traitement***

Si l'on ne peut éviter les brisures de graines au cours des diverses manipulations, il est nécessaire de procéder au tamisage pour éliminer les brisures et les farinettes car celles-ci ont une acidité beaucoup plus élevée que les graines entières ce qui augmente les pertes lors de la saponification et exige des quantités plus importantes de soude pour les neutraliser.

- **Séchage**

Le séchage a pour but d'abaisser au maximum la teneur en humidité, si possible jusqu'à la limite où les microorganismes ne peuvent se développer. Une technique rationnelle consiste à envoyer dans la masse de graines, introduite à l'intérieur du silo, un courant d'air provoquant ainsi un séchage par entraînement.

- **Conservation sous CO_2**

Ce procédé consiste à remplacer tout l'air du silo par du gaz carbonique qui est injecté en quantité suffisante. Dans ces conditions, tous les insectes disparaissent en même temps que tous les phénomènes de transformation chimiques et biologiques.

A noter cependant que la graine perd ainsi sa vitalité ; et son pouvoir germinatif diminue sensiblement lorsque le stockage porte sur une longue période.

La quantité de CO_2 nécessaire pour un lot de graines déterminées, dépend de la nature de ces graines, et ce pour les raisons suivantes :

- Elle est fonction de l'espace intergranulaire qui varie selon la grosseur des graines.
- Elle dépend de la teneur en huile des graines, cette huile ayant un grand pouvoir absorbant du CO_2.
- Elle est fonction de la teneur en eau dans laquelle le CO_2 est partiellement soluble.
- Elle est fonction de la température : la solubilité du CO_2 est inversement proportionnelle à l'augmentation de la température.

3. Production de l'huile

3.1. Préparation des graines à l'extraction de l'huile

La préparation des graines joue un rôle très important dans la qualité de l'huile. Cette étape est destinée à faciliter l'extraction de l'huile des graines. La pratique démontre qu'une graine bien préparée se travaille bien mieux et donne de meilleurs rendements en huile.

- **Nettoyage**

Si les impuretés de la graine ne sont pas retirées, elles se retrouveront dans le tourteau, apportant avec elles de multiples agents d'altération. Il n'est pas rare de trouver dans des lots d'arachides par exemple 1% de farinettes, c'est-à-dire des particules inférieures à 1 mm. Ces fragments contiennent jusqu'à 75 % d'acide oléique dont l'acidité influence négativement le raffinage de l'huile et la conservation des tourteaux.

Le nettoyage permet aussi l'élimination des particules métalliques, la terre et les pierres dont la présence risque d'endommager le circuit de trituration.

Les divers appareils utilisés sont :

- les tamis vibrants avec classification des graines par densité et calibrage par dimension des toiles utilisées ;
- les cyclones avec précipitation des poussières ;

Divers paramètres jouent un rôle important sur les résultats de l'opération :

- **Décorticage et dépelliculage**

Certaines graines nécessitent d'être décortiquées et dépilliculées avant d'entamer l'extraction. Étant donné qu'il y a une différence entre les graines en termes d'épaisseur, dureté et adhérence de l'enveloppe, des appareils spéciaux sont nécessaires pour chaque catégorie de graines à décortiquer.

Le principe de fonctionnement et les performances d'un décortiqueur à couteaux (Figure 1) en font un appareil bien adapté à la préparation mécanique des différents types de graines en huilerie. Son principe de fonctionnement consiste à un effet de cisaillement entre deux arêtes parallèles, l'une d'elle appartenant à un couteau fixe, l'autre à un couteau entraîné à grande vitesse de rotation. Il suffit de multiplier le nombre des couteaux fixes d'une part, mobiles d'autre part et d'adapter la puissance nécessaire au travail pour approcher les performances visées. Mais l'écart entre deux couteaux successifs, qu'ils soient fixes ou mobiles, ainsi que le jeu laissé entre arêtes immobiles et arêtes tournantes sont des facteurs de résultat également déterminants.

Sur un même appareil, nombre de couteaux et écarts entre eux ne sont pas modifiables. Par contre, le jeu de fonctionnement entre rotor qui porte les couteaux mobiles et stator qui porte les couteaux fixes est un paramètre sur lequel il est mécaniquement facile d'intervenir.

Pour le tournesol, il existe deux types d'appareils :

- Appareils agissant par percussion de la graine : projection des graines à grande vitesse (25 à 30 m/s) ce qui fait éclater la coque et la sépare de l'amande.
- Appareils agissant par friction : Présence de 2 disques striés, la distance entre les disques est réglable suivant la grosseur des graines traitées.

Dans les deux cas, l'élimination des coques et des graines non décortiquées se fait par tamisage et ventilation.

Pour les autres graines (lin, colza et en général toutes les petites graines), on ne pratique pas le dépelliculage.

La voie sèche utilise le principe d'une classification sur tapis vibrant incliné : les amandes rondes et lisses glissent vers le bas alors que les fragments de coques présentant des aspérités sont remontés vers le haut.

- **Broyage et tamisage**

Cette opération a pour but de réduire la dimension des fruits ou des graines oléagineuses afin de faciliter le travail des presses ou l'action du solvant. On peut utiliser un broyeur à cylindres cannelés (Figure 2) pour la préparation mécanique des amandes ou graines en huilerie. Les cannelures sont réalisées à la périphérie des cylindres afin de permettre l'engagement des produits et l'obtention de la granulométrie adéquate. L'alimentation est réalisée par un dispositif adapté de manière à assurer une bonne répartition des produits à broyer sur toute la longueur des cylindres, et d'en régler le débit.

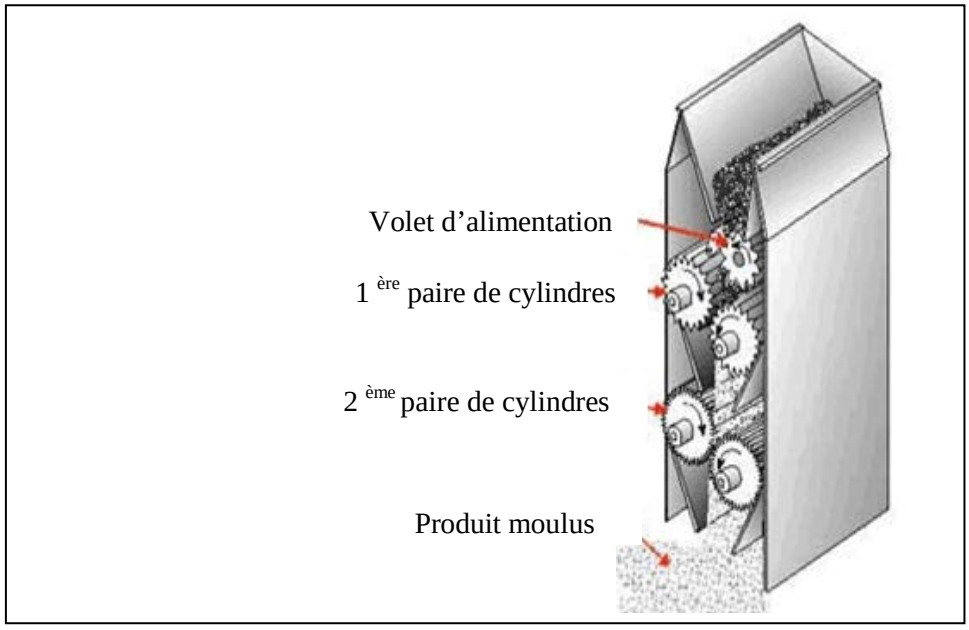

Figure 2 : Principe de fonctionnement d'un broyeur à cylindres cannelés

- **Conditionnement thermique de la graine**

Le rôle du conditionnement est de favoriser la séparation de l'huile de la matière sèche. Le conditionnement thermique agit directement sur la qualité de l'extraction par presse, notamment lorsqu'il s'agit de rechercher un taux d'épuisement maximal.

Avant de la soumettre au pressage, la graine broyée est chauffée et peut même subir une cuisson en atmosphère humide, suivie d'un séchage plus ou moins prolongé avant pression. Le chauffage a pour avantage de faciliter l'extraction de l'huile.

3.2. Extraction de l'huile

L'huile brute désigne l'huile non raffinée, elle peut être obtenue selon 2 procédés :

- Physique : Par l'application d'une pression
- Chimique : Par extraction au solvant.

3.2.1. Extraction par pression

Il existe deux types de procédés d'extraction par pression : Le procédé discontinu et le procédé continu. Le premier procédé utilise des presses hydrauliques de type Marseillaises, Anglo-américaines ou à cages. Le deuxième procédé utilise des presses mécaniques composées généralement de deux vis sans fin ; la première vis conduit les graines vers un cylindre perforé et la deuxième permet l'extraction de l'huile par pression.

L'huile obtenue par pression est dite de première pression. Le tourteau rejeté contient encore une partie plus au moins importante de l'huile résiduelle. Cette dernière peut être extraite par solvant ou par pression après chauffage du tourteau ; cette huile est communément appelée huile de seconde pression.

3.2.1.1. Procédés discontinus par presses hydrauliques

Les presses hydrauliques ne sont plus guère utilisées que dans certains cas particuliers et pour des productions pratiquement artisanales. Parmi ces presses, on distingue plusieurs types.

- ***Presses Marseillaises*** :

Les graines sont enfermées dans des sacs appelés « scourtins ». Ces sacs sont empilés les uns sur les autres et séparés entre eux par des plaques de tôle. Sous la pression, qui peut atteindre 250-300 kg/cm^2, l'huile filtre à travers les scourtins et s'écoule sur le plateau inférieur puis dans un récipient. On obtient ainsi une huile dite de première pression.

L'opération terminée, les scourtins sont enlevés, les tourteaux sont concassés et broyés et, après chauffage, sont remis en scourtins et soumis à une 2ème pression.

Presses à cages :

Ces presses sont de type fermé et elles permettent d'atteindre des pressions de l'ordre de 500 kg/cm^2. La matière y est reçue dans de grands récipients métalliques cylindriques (cages), dont le fond est fermé par le plateau inférieur de la presse hydraulique et dont les parois sont constituées par des barreaux métalliques verticaux juxtaposés et très rapprochés, ou par une enveloppe continue également métallique perforée d'une multitude de petits trous.

3.2.1.2. Procédés continus

Les procédés continus (Figure 4) sont maintenant à peu près les seuls utilisés en huileries industrielles. A cet effet, on emploie des presses à cages métalliques filtrantes. La graine broyée y est introduite et y est comprimée par une combinaison de vis sans fin à pas dégressif nommé « arrangement » tournant à vitesse généralement lente.

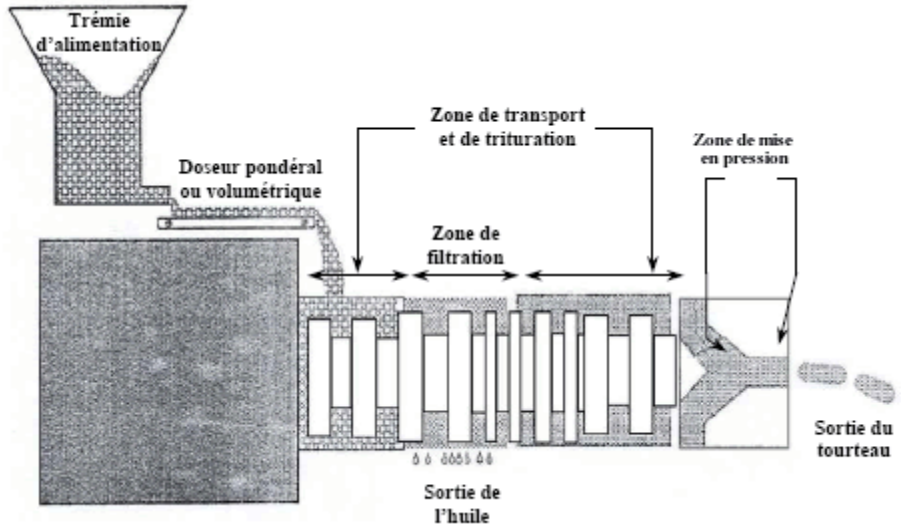

Figure 3. Procédé continu d'extraction

Un cône, dont on peut régler la position, délimite à l'extrémité de la cage un espace annulaire plus ou moins rétréci et par lequel sort le tourteau. Le réglage du cône, le choix de l'arrangement, la vitesse de rotation sont des facteurs déterminants du degré d'épuisement du tourteau.

3.2.2. Extraction par solvant

L'extraction par solvants des huiles et graisse est essentiellement réalisée industriellement en mettant en contact la matière oléagineuse à traiter avec un solvant approprié. On obtient ainsi une solution d'huile dans le solvant ou miscella dont la concentration varie suivant la qualité du solvant et la richesse en huile de l'oléagineux traité.

Ce miscella, après filtration et concentration, est soumis à l'action de la chaleur dans un évaporateur puis dans une colonne finisseuse sous vide comportant une injection de vapeur pour l'élimination totale des dernières traces de solvant. Les vapeurs ainsi produites sont condensées dans des appareils classiques et l'huile obtenue est refroidie et stockée en attendant le raffinage.

Le solvant condensé est recueilli dans un séparateur où il est débarrassé de l'eau provenant de la vapeur injectée et de l'humidité des produits traités.

Les farines d'extraction retiennent toujours une quantité de solvant assez importante, que l'on récupère dans des appareils sécheurs. Là aussi, les dernières traces de solvant sont chassées à l'aide de vapeur vive ou sous vide plus ou moins poussé.

Les solvants

Parmi les solvants utilisables, nous pouvons citer plusieurs types : les dérivés du pétrole, les solvants chlorés (trichloréthylène) et les alcools (isopropanol). Cependant, l'utilisation de l'un ou l'autre peut être autorisée ou interdite par la réglementation de certains pays. En Europe, L'utilisation des solvants comme auxiliaires technologiques régie par la directive 88/344/CEE, du 13 juin 1988 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les solvants d'extraction utilisés dans la fabrication des denrées alimentaires et de leurs ingrédients

4. Traitement des fruits à pulpe -Cas de l'huile d'olive

4.1.Extraction de l'huile d'olive :

Il existe différentes variétés d'olives : les olives de table et les olives destinées à l'huilerie. La teneur en huile de ces dernières varie de 15 à 25 % avec une teneur en eau de 40 à 50 %.

La qualité du produit obtenu dépend avant tout de la rapidité du traitement. Il est donc nécessaire de stocker très peu de temps les fruits après la récolte, généralement 3 jours. Il faut éviter aussi de choquer ou de blesser les fruits au cours du ramassage, manutention et des manipulations. Tout choc ou blessure est susceptible d'affecter négativement la qualité de l'huile renfermée.

En général le schéma classique de la production est le suivant :

1-L'effeuillage : c'est une opération essentielle pour éviter une coloration trop verdâtre de l'huile se traduisant par un excès d'amertume et par une moindre aptitude à la conservation.

2-Le lavage : opération fondamentale qui a pour but d'éliminer les corps étrangers comme la terre, les pierres et les métaux. Cette opération permet d'éviter les problèmes suivants :

-Eviter les interférences des terres avec la couleur et le goût de l'huile ;

-Une baisse du rendement d'extraction, sachant que les terres accompagnent le solives absorbent 25 % de leur poids en huile.

-Une conservation réduite de l'huile du fait que la terre renferme des traces métalliques comme le fer et le cuivre qui sont des catalyseurs des réactions de l'oxydation de l'huile;

3- Broyage et malaxage

Le broyage se fait sans dénoyautage préalable et vise à faire éclater la drupe pulpeuse chargée d'huile et à permettre le concassage du noyau. Il est réalisé dans un broyeur à meule de pierre ou dans des installations plus modernes avec des broyeurs à marteaux ou à disques.

Le malaxage de la pâte lui donne son homogénéité ; elle s'effectue dans les broyeurs à meule ou dans des malaxeurs.

4. Pressurage

La pâte homogène est étalée en couche régulière sur des scourtins (sorte de bérets en fibre végétale) empilés par vingt-cinq ou trente pour être pressés sur des presses hydrauliques. La montée progressive en pression permet l'exsudation, au travers des scourtins, de la phase liquide composée d'huile et d'eau. La phase solide résiduelle constitue, après épuisement, le grignon. Il est séché avant d'être, le plus souvent, acheminé sur une unité d'extraction au solvant pour récupérer l'huile qu'il contient (de 8 à 12 %).

5. Séparation

La phase liquide est traitée soit par décantation statique, soit par centrifugation. Du fait de leur différence de densité, l'huile est séparée de la phase aqueuse.

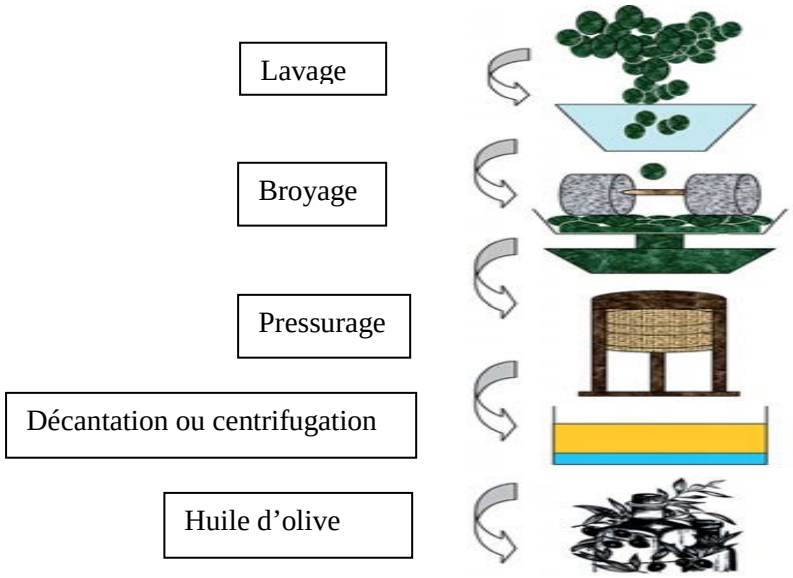

Fig. 4 : Schéma de fabrication de l'huile d'olive

(PAGÈS-XATART-PARÈS, 2012)

4.2. Qualité de l'huile d'olive

La qualité de l'huile d'olive varie non seulement en fonction de la variété, du sol et des conditions climatiques mais également avec de nombreux facteurs ayant trait au cycle de production, de transformation et de commercialisation des olives et des huiles.

Pour obtenir une huile d'olive vierge aux bonnes caractéristiques de qualité, il faut veiller à ce que toutes les opérations au niveau de la production, de la transformation, du conditionnement et d'emballage soient effectuées avec soin :

-Effectuer la récolte de solives à maturité appropriée ;

-Cueillir les olives sur les arbres, à la main ou par secouage mécanique ;

-Transporter les olives rapidement vers les unités de l'extraction ;

-Travailler dans des conditions d'hygiène stricte pour éviter la contamination ;

-Conduire le procédé de trituration en appliquant les normes relatives à chaque opération ;

-Séparer le plus rapidement possible l'huile du moût ;

-Après la détermination de la qualité de l'huile et sa qualité commerciale, procéder immédiatement au stockage à l'abri de la lumière, l'air et la chaleur.

-A la fin de la compagne oléicole, il faut procéder au nettoyage général des installations et des machines afin de créer les meilleures conditions d'hygiène pour la prochaine compagne.

4.3. Dénominations et définitions des huiles d'olive

Les huiles d'olive vierges sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.) uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. Les huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état comportent:

-L'huile d'olive vierge extra: huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8 gramme pour 100 grammes et dont les autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la Norme commerciale du COI (Conseil Oléicole International);

-L'huile d'olive vierge: huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2 grammes pour 100 grammes et dont les autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la Norme commerciale du COI;

-L'huile d'olive vierge courante: huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 grammes pour 100 grammes et dont les autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la Norme commerciale du COI .Ce produit peut être vendu directement aux consommateurs seulement si le pays de vente au détail l'autorise. Dans le cas de non autorisation, la dénomination de ce produit répondra aux dispositions légales de ce pays ;

-L'huile d'olive vierge non propre à la consommation en l'état dénommée **huile d'olive vierge lampante** est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 grammes pour 100 grammes et/ou dont les caractéristiques organoleptiques et les autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la Norme commerciale du COI. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques.

-L'huile d'olive raffinée est l'huile d'olive obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modifications de la structure glycéridique initiale. Son acidité libre

exprimée en acide oléique est au maximum de 0,3 gramme pour 100 grammes et ses autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la Norme commerciale du COI. Ce produit peut être vendu directement aux consommateurs seulement si le pays de vente au détail l'autorise ;

4.4. Huile d'olive et santé

Dans toute la Méditerranée, on emploie de l'huile d'olive et de l'huile d'olive vierge. La première est utilisée généralement pour cuisiner alors que la seconde, très appropriée pour tous les usages, est excellente pour être consommée crue pour mieux savourer son arôme et son goût et tirer parti des bienfaits de tous ses composés naturels (COI, 2017).

-*Prévient contre les MCV* ; grâce aux phytostérols et les AGPI.

-Elle exerce un *effet protecteur contre les radicaux libres* et le cancer grâce à sa richesse en *antioxydants et qui sont la vitamine E (alpha-tocophérol), les caroténoïdes et les composés phénoliques*. L'huile d'olive vierge, qui n'a subi ni raffinage ni traitement industriel, est particulièrement riche en ces substances.

- L'huile d'olive contient de vitamines A, D et K. Elle constitue un bon allié de thérapies spécifiques dans des processus dermatologiques comme l'acné, et les eczémas.

Tab.2. Composition en acides gras des principales huiles végétales, en % du total des acides gras (Fredot, 2002)

Huiles	Acides gras saturés	Acides gras monoinsaturés	Acides gras polyinsaturés
Arachide	21	57	22
Olive	12	81	7
Carthame	9,3	13,3	77,4
Maïs	13,5	28,9	57,6
Noïx	7	20	73
Soja	16,5	25,5	58
Tournesol	14	22	64