

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences
De la Terre et de l'Univers



Département De Biologie



*Laboratoire de recherche de Physiologie, Physiopathologie
Et Biochimie de la Nutrition (PPABIONUT)*

MEMOIRE

Présenté par

BELHASSAINE Radjaa

RAMDANI Radia

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En biologie de la nutrition

Thème

**La valeur nutritionnelle de l'huile d'olive et l'huile de lin
étude comparative**

Soutenu le 13/07/2021 devant le jury composé de :

Encadreur : Mme BOUALI Waffa MCA Université de Tlemcen

Examinatrice1 : Mme SOUALEM Zoubida MCA Université de Tlemcen

Examinatrice2 : Mme ALLIOUA Meryem MCB Université de Tlemcen

Année universitaire 2020/2021

Dédicace

*En premier lieu je remercie Allah le tout puissant de m'avoir
Donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail.*

Je dédie ce travail :

Mes chers parents

Mon cher Papa Abd EL Rahim,

*Signe de fierté et d'honneur, ce travail est le vôtre, Inchallah tu
trouveras ici toute mon affection et ma profonde gratitude pour toutes
ces années de sacrifice pour moi.*

Ma chère Maman Houria

*Nul mot ne parviendra jamais à exprimer l'amour que je te porte Ton
amour, ta patience, ton encouragement et tes prières ont été pour moi
le gage de la réussite. J'espère que ce travail soit à tes yeux le fruit de
tes efforts et n témoignage de ma profonde affection.*

Ma chère adorable sœur Ahlem

Mon chère adoré frère Akram

Et à tout la famille « BELHASSAINE »

*Ma chère copine mon binôme « Radia » qui a partagée avec moi les
moments difficiles*

De ce travail et à tout sa famille « Ramdani »

*Vous, dont le cœur est plein d'amour et d'amitié et particulièrement,
Manel, Kenza, Imen, Hidayet, Amina,*

*Comme je dédie également au terme de reconnaissance à tous mes
amis (es) et Camarade*

Biologie de la nutrition 2021



Radjàa

Dédicace

Au terme de toutes ces années d'étude je dédie ce travail à :

Mes parents

A ce qui ont donné un sens pour mon existence, qui mon soutenu jours et nuits durant tout mon parcours, a ce qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Avous mes très chère et adorable parents.

Mon grand-père« El Hadj Bachir » pour leur soutient, leur aide.

Mes sœurs, Mon frère

*Qui m'ont toujours encouragés et souhaités la réussite.
Mes nièces, mes neuves et toute ma famille sans exception.*

Mon ami Saïd qui a eu la patience de me supporter durant ce mémoire et qui m'a encouragé pendant tous les moments.

*Mon binôme la plus chère Radjaa qui a été le pilier de mes efforts
Et sans oublier sa famille.*

Tous mes amis sans exception, en particulier Yasmine Amina, Kenza, et Mouni et mes collègues de promotion Biologie de la nutrition



Radia

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu, le tout puissant de nous avoir accordé santé, courage et foi.

Au terme de ce travail nous tenons à exprimer nos remerciements et nos sincères gratitude à notre promotrice Mme BOUALI Waffa Maitre des conférences A quia dirigé ce travail et nous a fait bénéficier de son expérience et de ses conseils.

Nous exprimons également notre profond respect à Mme. SOUALEM Zoubida, Maitre des conférences A, qui nous a fait l'honneur d'examiner et d'évaluer de ce travail.

Nous tenons à remercier Mme. ALLIOUA Meryem, Maitre des conférences B, d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer cette étude.

Nos vifs remerciements s'adressent à notre collègue Mr .Daoudi Abd el Malek pour leurs aides et conseils.

Nos sincères remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

ملخص

تلعب الزيوت النباتية دورًا مهمًا في نظامنا الغذائي اليومي. حيث أننا نستهلكها في صورتها الطبيعية أو المعالجة أو أنها تضاف في العديد من المنتجات الغذائية. هذه الدراسة تأتي في سياق تحليل وتقييم الجودة الغذائية لكلا من: زيت الزيتون وزيت بذور الكتان. لذلك فقد أجرينا دراسة مقارنة بناءً على أعمال سابقة تطرقت إلها نقاط التالية: الخصائص الفيزيائية والكيميائية ومجمل البوليفينول والأحماض الدهنية ، وكذلك طريقة استخلاص الزيت. أظهرت النتائج أن زيت بذور الكتان يمكن مقارنته بزيت الزيتون من خلال عدة مؤشرات فيزيائية كيميائية مثل: الحموضة، معامل الانكسار والتصبين ، الكثافة وأغلب الأحماض الدهنية. يعتبر زيت الزيتون أكثر ثباتًا مقارنة بزيت بذور الكتان وهذا راجع أساسا إلى تركيبته من البوليفينول الكلي. **الكلمات المفتاحية:** الجودة، زيت الزيتون، زيت بذور الكتان، الحموضة ، الأحماض الدهنية.

Résumé

Les huiles végétales jouent un rôle important dans notre alimentation quotidienne. Nous les consomons sous forme vierge, raffinée ou bien incluse dans de nombreux produits agroalimentaire.

Le présent travail a été entrepris dans le cadre d'analyser et d'évaluer la qualité nutritionnelle de l'huile d'olive et l'huile de lin. Nous avons procédé à une étude comparative basée sur des travaux antérieurs sur les caractéristiques physico-chimiques, la composition en polyphénols totaux et en acides gras, ainsi que le mode d'extraction des deux huiles.

Les résultats montrent que l'huile de lin est comparable à l'huile d'olive par plusieurs indices physicochimiques comme : l'acidité, l'indice de réfraction et de saponification, la densité et la majorité des acides gras.

L'huile d'olive est plus stable par rapport à l'huile de lin par la composition en polyphénols totaux.

Mots clés : qualité, l'huile d'olive, l'huile de lin, acidité, acides gras

Summary

Vegetable oils play a major role in our daily diet. We consume them in their pure form, sometimes refined form or included in many compound food products.

The present study was carried out in the context of analyzing and evaluating the nutritional quality of both olive oil and flaxseed oil. We carried out a comparative study based on previous work on the following points: physicochemical characteristics, the composition of total polyphenols, fatty acids, as well as the mode of extraction of the two oils.

The results show that linseed oil is comparable to olive oil by numerous physicochemical indices namely: acidity, refractive and saponification index, density and the majority of fatty acids.

Olive oil is more stable compared to linseed oil. This is due to the composition of total polyphenols.

Keywords: quality, olive oil, linseed oil, acidity, fatty acids.

| | |
|------------------------------------|---|
| Introduction générale | 1 |
|------------------------------------|---|

Partie I: Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralité sur l'huile d'olive et l'huile de lin

| | |
|--|----|
| 1. L'olivier :..... | 3 |
| 1.1Généralités :..... | 3 |
| 1.1.1. Origine et historique..... | 3 |
| 1.1.2. Description de l'olivier | 3 |
| 1.1.3. Répartition géographique..... | 4 |
| 1.1. 4. Classification botanique de l'olive..... | 7 |
| 1.1.5. Principales variétés de l'olivier..... | 7 |
| 1.1.6. Classification des variétés d'oliviers..... | 8 |
| 1.2Huile d'olive et son intérêt :..... | 8 |
| 1.2.1Définition l'huile d'olive | 8 |
| 1.2. 2Les intérêts de l'huile d'olive..... | 9 |
| 2. Le lin : | 10 |
| 2.1 Généralités :..... | 10 |
| 2.1.1Origine et historique de lin | 10 |
| 2.1.2Description de plante | 10 |
| 2.1.3 Répartition géographique dans le monde..... | 12 |
| 2.1.4. Classification botanique | 14 |
| 2.1.5 Principales variétés de lin..... | 15 |
| 2.1.6 Classification des variétés de lin | 15 |
| 2.2.Huile de lin et ses intérêts :..... | 16 |
| 2.2.1 Définition de l'huile de lin..... | 16 |
| 2.2.2. Les intérêts d'huile de lin..... | 16 |

Chapitre 2 : Transformation et extraction des huiles

| | |
|------------------------|----|
| 1. L'olive :..... | 17 |
| 1.1. La récolte :..... | 17 |
| 1.1.1. Cueillette..... | 17 |

| | |
|--|----|
| 1.1.2. Gaulage..... | 17 |
| 1.1.3. Peignage | 17 |
| 1.2. Transport | 18 |
| 1.3. Transformation : | 18 |
| 1.3.1.Effeillage | 18 |
| 1.3.2.Lavage | 18 |
| 1.3.3.Broyage | 19 |
| 1.3.4.Malaxage | 19 |
| 1.3.5. Extraction..... | 20 |
| 1.4. Stockage et conservation d'huile..... | 22 |
| 2. Le lin :..... | 22 |
| 2.1. La récolte..... | 22 |
| 2.2. Transformation de l'huile de lin :..... | 23 |
| 2.2.1. Le rouissage..... | 23 |
| 2.2.2. Le teillage..... | 23 |
| 2.2.3. Le peignage..... | 24 |
| 2.2.4. La filature..... | 24 |
| 2.3. Extraction de l'huile de lin :..... | 24 |
| 2.3.1. Extraction par Soxhlet | 24 |
| 2.3.2. Extraction par pressage..... | 25 |

Partie II : Expérimentale

Chapitre 3 :Matériel et méthodes

| | |
|---|----|
| 1. Problématique et objectif | |
| 2.Caractéristiques physico-chimiques..... | 27 |
| 2.1. Densité : | |
| 2.1.1Définition | 27 |
| 2.1.2. Protocole..... | 27 |
| 2.1.3. Principe..... | 27 |
| 2.1.4. Méthode de calcul..... | 27 |
| 2.2.Indice de réfraction :..... | 28 |
| 2.2.1 Définition..... | 28 |

| | | |
|-------|--------------------------------------|----|
| 2.2.2 | Protocole | 28 |
| 2.2.3 | Principe | 28 |
| 2.3. | Indice d'acide : | 28 |
| 2.3.1 | Définition | 28 |
| 2.3.2 | Principe..... | 28 |
| 2.3.3 | Méthode de calcul | 29 |
| 2.3.4 | Protocole | 29 |
| 2.4. | Indice de saponification : | 29 |
| 2.4.1 | Définition | 29 |
| 2.4.2 | Principe..... | 29 |
| 2.4.3 | Méthode de calcul | 29 |
| 2.4.4 | Protocole | 30 |
| 2.5. | Teneur en composé phénolique : | 30 |
| 2.5.1 | Définition | 30 |
| 2.5.2 | Principe..... | 30 |
| 2.5.3 | Protocole..... | 30 |
| 2.5.4 | Méthode de calcul | 31 |
| 2.6. | Composition en acide gras : | 31 |
| 2.6.1 | Définition | 31 |
| 2.6.2 | Protocole | 31 |

Chapitre 4 ; Résultats et discussions

| | | |
|-----|---|-----------|
| 1. | Caractéristiques physicochimiques : | 33 |
| 1.1 | La densité | 33 |
| 1.2 | Indice de réfraction..... | 34 |
| 1.3 | Indice d'acide..... | 35 |
| 1.4 | Indice de saponification..... | 36 |
| 1.5 | Teneur en phénols totaux..... | 37 |
| 1.6 | Composition en acides gras | 38 |
| | Conclusion | 41 |
| | Références Bibliographiques..... | 42 |

Liste des tableaux

| N° | titre | page |
|-----------|--|-------------|
| 1 | Superficies des principaux pays producteurs d'olive dans le monde. | 5 |
| 2 | Production de graines de lin. | 13 |
| 3 | Densité des huiles. | 33 |
| 4 | La réfraction des huiles. | 34 |
| 5 | Composition en acidité des huiles. | 35 |
| 6 | Saponification des huiles | 36 |
| 7 | Composition en phénols des huiles. | 37 |
| 8 | Composition en acides gras des huiles | 38 |

Liste des figures

| N° | Titre | Page |
|-----------|--|-------------|
| 1 | L'Olivier | 4 |
| 2 | Répartition d'olivier dans le monde | 5 |
| 3 | Répartition d'olivier dans l'Algérie | 6 |
| 4 | L'huile d'olive | 9 |
| 5 | Fresques égyptiennes | 10 |
| 6 | Fruit et graine de lin | 12 |
| 7 | Principaux pays producteurs de lin oléagineux dans le monde | 13 |
| 8 | Planche botanique de <i>Linum usitatissimum</i> | 14 |
| 9 | l'Huile et grains de lin | 16 |
| 10 | Récolte à la main, Gaulage des olives, Récolte des olives par un peigne vibreur | 17 |
| 11 | Effeuilage et lavage des olives | 18 |
| 12 | Broyage des olives | 19 |
| 13 | Opération de malaxage | 20 |
| 14 | Système discontinu d'extraction par presse | 21 |
| 15 | Système continu d'extraction avec centrifugation a 3 phases | 22 |
| 16 | Culture du lin en champ | 23 |
| 17 | Montage Soxhlet | 25 |
| 18 | Presse à vis pour le pressage des oléagineux, (source La mécanique moderne)et Presse hydraulique pour le chocolat,(source Barry-Callebaut) | 26 |
| 19 | La densité de l'huile d'olive et l'huile de lin. | 33 |
| 20 | Indice de réfraction de l'huile d'olive et l'huile de lin | 34 |
| 21 | Indice d'acide des huiles | 35 |
| 22 | Indice de saponification de l'huile d'olive et l'huile de lin | 36 |
| 23 | Polyphénol totaux des huiles | 37 |
| 24 | Les acides gras des huiles | 39 |

Liste des abréviations

- AG : Acides Gras.
- AGI : Acides Gras Insaturés.
- AGL : Acides Gras Libres.
- AGMI : Acides Gras Mono insaturés.
- AGP: Acides Gras Polyinsaturés.
- AGS: Acides Gras Saturés
- C : Carbone.
- cm : Centimètre
- g : Gramme.
- ha : Hectare.
- HDL : Lipoprotéine de haute densité.
- IA : Indice d'Acide.
- CPG/SM: Chromatographie en phase gazeuse/Spectrophotomètre de masse.
- D20 : indice de densité.
- Is : Indice de Saponification.
- ISO: Organisation internationale de normalisation
- I.T.A.F: Institut de Technique l'Arboriculture Fruit
- COI: Conseil Oléicole International
- Kg : Kilogrammes
- KOH : Hydroxyde de potassium.
- LDL : Lipoprotéine de très basse densité.
- m : Mètre.
- mg : milligramme.
- min : Minute.
- ml : millilitre.
- mm : Millimètre
- n° : Numéro.
- s : Seconde.
- SNC : Système Nerveux Centrale.
- w : Oméga.
- °C : Degré Celsius
- % : Pour cent
- CV : cardiovasculaire.

INTRODUCTION

Les plantes ont été de tout temps les alliées de l'homme, d'abord pour se nourrir et aussi pour soulager ses maux. On sait que les plantes constituaient la base de la pharmacopée et de la thérapeutique des civilisations antiques (**Bouguerra, 2011**).

Les huiles, de manière générale, occupent une place importante dans le secteur agricole et agroalimentaire. La production d'huile végétale est considérée depuis plusieurs années comme l'une des filières les plus prometteuses pour la diversification des productions agricoles dans le domaine des applications alimentaires et non alimentaire (**Messaoudi, 2017**).

Les études nutritionnelles menées sur l'animal et sur l'homme ont montré que les huiles végétales alimentaires disposent de nombreux composants doués d'activités biologiques, nutraceutiques et thérapeutiques (**Belluzzi, 2002**).

L'huile d'olive représente une source typique de lipide de régime méditerranéen. Elle est l'une des huiles végétales les plus anciennes et la seule qui peut être consommée sous sa forme brute sans traitement préalable (**Boskou, 1996**). Elle a toujours été extraite par des procédés physiques et simples (lavage, broyage, malaxage, centrifugation et décantation), sous des conditions qui n'entraînent pas son altération. (**Gharbi et al., 2014**).

L'huile de lin ou huile de graines de lin un des aliments originaux et précieux en raison de ses propriétés de guérison qui ont fait de lui une plante millénaire aux vertus médicinales .appelé en latin « *Linum usitatissimum* » (lin de tous les usages). En outre, L'huile de lin représente la plus riche source végétale d'acide α -linoléique, elle contient de l'acide linoléique, ce qui donne le rappn-3/n-6 le plus élevé parmi toutes les sources végétales (**Tzangetal., 2009**).

Les graines de lin contiennent de 35 à 45% d'huile ce qui permet de classer le lin dans la catégorie des oléagineux (**Daun et al., 2003**). L'huile de lin est utilisée dans des différents domaines industriels pour peindre et vernir, d'encre, fabrication du savon noir et la protection les pièces de monnaie de même que l'acier rouillé. Aussi dans le domaine alimentaire, cette huile n'a pu être commercialisée que récemment en petits volumes à cause de son fort degré d'insaturation qui ne permet pas de le conserver à de longues durées (**Bloedon et Szapary, 2004**).

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à une étude comparative sur les qualités nutritionnelles de l'huile d'olive (*Oléa Europea* L) et l'huile de lin (*Linum usitatissimum*) basée sur des travaux antérieurs : l'analyse des indices chimiques et l'extraction des huiles.

La présente étude est structurée en deux grandes parties:

✓ La première partie est de l'ordre théorique divisée en deux chapitres, dont le premier comporte des données générales sur l'huile d'olive et de lin et le deuxième chapitre est réservé pour l'étude de la transformation et l'extraction de ces deux huiles (récolte, transport, extraction ...etc.).

✓ La deuxième partie est de l'ordre expérimental, suite aux conditions sanitaires à cause de la pandémie Covid-19, cette partie est présentée sous forme d'une étude comparative basée sur des travaux antérieurs divisés en deux chapitres, la première comporte la méthodologie de travail. Le deuxième est consacré à la présentation des résultats obtenus ainsi que la discussion.

Finalement, la dernière partie est consacrée pour une conclusion générale.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉ SUR L'HUILE D'OLIVE ET L'HUILE DE LIN

1. L'olivier :

1.1. Généralités

1.1.1 Origine et historique

L'Olivier est un arbre béni, une plante endémique du bassin méditerranéen, appartient à la famille des oléacées (Zohary et Spigel, 1975; Besnard *et al.*, 2001).

L'histoire de la méditerranée a toujours été liée à la culture de celui-ci. Du fait des conditions climatiques adéquates, le sol méditerranéen est un terrain de prédilection pour la croissance de l'olivier. Sa culture a ainsi été transplantée dans des pays à climat semblable (Bolmont *et al.*, 1998).

Le terme olivier est apparu en Grèce en XIII^e siècle sur des tablettes d'argiles (Rhizopoulou, 2007).

Oléa europea est une espèce productrice d'olivier comestible (Vossen, 2007) et l'unique espèce qui produit d'huile d'olive (Rabiei *et al.*, 2012).

1.1.2. Description de l'olivier (*Oléa europea* L) :

L'olivier est un arbre méditerranéen, originaire d'un climat sub tropical sec (Iavée, 1997). Il s'adapte aux différentes conditions d'environnement externes : sécheresse, salinité (Maas et Hoffman, 1977).

L'olivier mesure de 10 m à 15m de haut dans les régions chaudes, tandis que les arbres soient plus petits dans les régions froides. IL se maintient en boule compacte et épineuse à l'état naturel (Loussert et Brousse, 1978).

L'olivier se compose de 05 parties : système racinaire, tronc, feuille, fleurs et fruits.

- **Le système racinaire :**

Partie fasciculé et profond de 5 à 7 m, joue un rôle essentiel dans l'accumulation des réserves des quantités d'eau dans le sol à partir de « *lamatte* », couche ligneuse formé par le réseau des racines (Himour, 2006).

- **Le tronc :**

Chez les jeunes arbres, le tronc est gris-vert et circulaire, En vieillissant, il se devient gris-foncé et élargi à la base. Représente un véritable accumulateur de réserve (Rugini *et al.* 1999).

- **Les feuilles :**

Fusifformes et allongées, on connaît des formes typiques de certains cultivars (**Shimon, 1997**).

- **Les fleurs :**

Elles sont ovales, petites, parfumées, dressées à l'aisselle des feuilles (**Fabbri et Benelli, 2000**). La fécondation s'effectue par le vent (**Diaz et al., 2006**).

- **Fruits :**

Au début sont verts et devient noires après la maturité (**Terral et al., 1996**). Un noyau osseux et dur, composé d'un endocarpe, et contient amande à deux ovaires, l'un est inefficace, la graine produit un embryon qui va donner un nouvel olivier dans des conditions favorables (**Rotondi et al., 2003; Lumar et al., 2004**).



Figure 01 : L'Olivier (<https://lolivierforge.com>)

1.1.3. Répartition géographique :

- **Dans le monde :**

La culture de l'olivier occupe une surface d'environ 9,5 millions d'hectares, avec une production entre 9 et 15 millions de tonnes d'olives selon les années. Les principaux pays mondiaux producteurs de l'olivier sont : L'Espagne, L'Italie, La Turquie et La Tunisie (**Alexandra, 2012**).

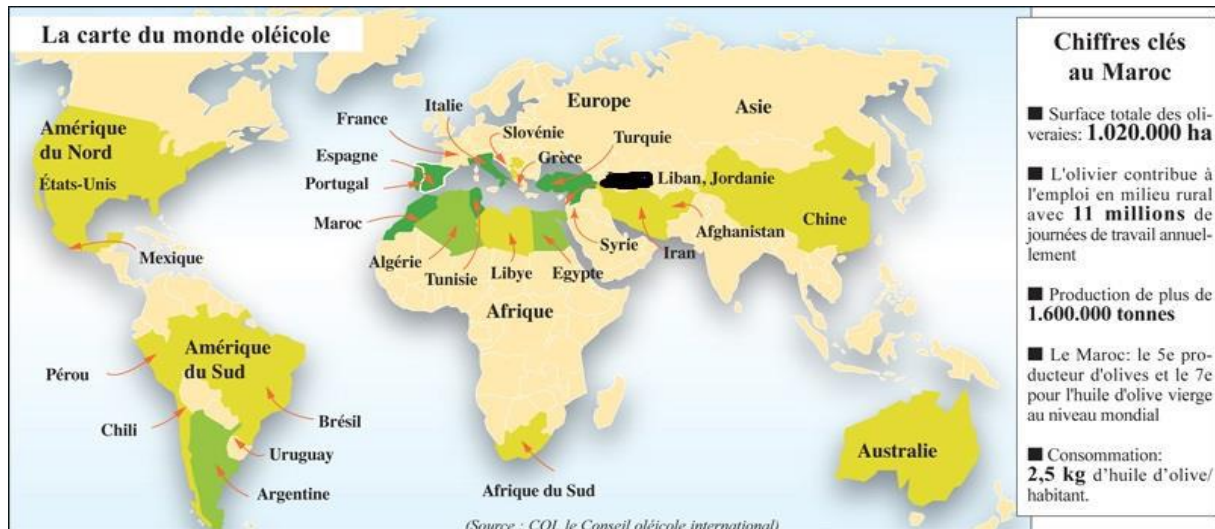


Figure 02 : Répartition d'olivier dans le monde (Ben Rouina ; et al, 2008)

La production mondiale est de 80% de l'huile d'olive est concentré dans les pays producteurs qui sont situées dans le bassin méditerranéen : l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Tunisie, le Maroc, la Syrie. L'Égypte, le Portugal et l'Algérie.

Plus de 2, 500,000 tonnes par an de la production mondiale de l'huile d'olive reviennent à ces pays (**FoodandAgricultureOrganisation, 2003**).

Tableau 1 : superficiesdesprincipaux pays producteursd'olive dansle monde (Argenson, 2008).

| Année 2006 | Superficieen ha | Olivier cultivésen ha | Prévisions 2010 – 2012 en ha | Plantations annuelles, prévisions en ha |
|------------|-----------------|-----------------------|------------------------------|---|
| Espagne | 24 76 000 | 2 300 000 | 2 500 000 | 4 000 |
| Italie | 13 78 000 | 1 278 000 | 1 390 000 | 2 000 |
| Grèce | 11 57 000 | 1 017 000 | 1 165 000 | 1 333 |
| Turquie | 815 000 | 660 000 | 855 000 | 6 667 |
| Syrie | 547 000 | 385 000 | 571 000 | 4 000 |
| Tunisie | 1 698 000 | 1 460 000 | 1 722 000 | 4 000 |
| Maroc | 625 000 | 540 000 | 850 000 | 37 500 |
| Égypte | 60 000 | 45 000 | 65 500 | 917 |
| Algérie | 245 500 | 190 500 | 315 000 | 11 583 |
| Portugal | 369 000 | 355 000 | 375 000 | 1000 |

➤ Dans l'Algérie :

En Algérie, l'oléiculture occupe une surface de 67000 (16 millions d'arbres) repartis sur les trois régions du pays. L'Algérie s'occupe la dixième place parmi les producteurs mondiaux (Boussenadji, 2005) .

La surface d'olivier du notre pays est répartie dans trois zones selon C.O.I. (2006) :

➤ La zone de la région ouest : 16,40 de la surface oléicole national, 31 400 hectares répartis entre Cinq wilayas : Tlemcen, Ain Ti mouchent, Mascara, Sidi Bel Abbés et Relizane(Sekour, 2012).

➤ La zone de la région centrale : 54, 3 % de la surface oléicole national, occupe une superficie de 110200 hectares répartis sur : Ain Defla, Blida, Boumerdés, kabylie(TiziOuzou, Bouira et Bejaia).

➤ La zone de la région Est : 26,1 du patrimoine national, 49900 hectares répartis entre les wilayas de Jijel-Skikda-Mila et Guelma (Sekour, 2012).

La production nationale d'huile d'olive est environ 28.595 t /an, qui couvre 30 à 40 % des besoins nationaux en huile végétale alimentaire fluide, tandis que la production d'olives de table est 72.920 t / an (Argenson, 2008).

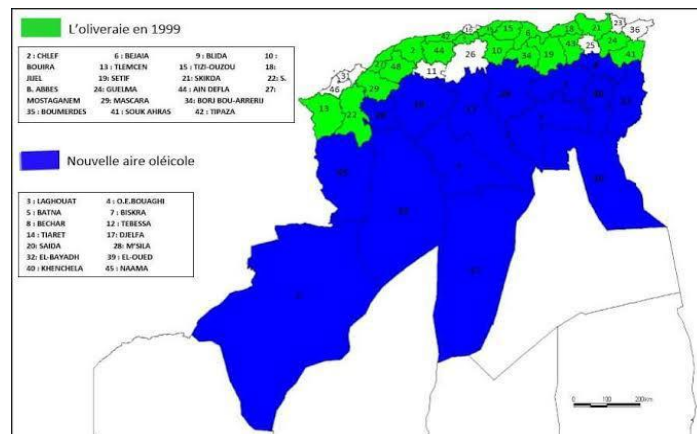


Figure 3 : Répartition d'olivier dans l'Algérie (ITAF, 2006).

➤ Tlemcen :

A Tlemcen, l'oléiculture dépasse les 850 hectares. Des milliers d'oliviers dispersés sur de plusieurs surfaces. 80% de la production est couverte par les terres des régions de Sabra, Djebala (Nedroma), OuledMimoun, BéniSnous et Sidi Abdelli, assurent un rendement de 30 quintaux à l'hectare (Mohamed, 2016) .

1.1.4. Classification botanique de l'olive :

Selon la classification de (Maillard ,1975). L'olivier est comme suit :

| | |
|------------------|------------------------|
| Embranchement | <i>Phanérogames</i> |
| Sousembanchement | <i>Angiospermes</i> |
| Classe | <i>Dicotylédones</i> |
| Famille | <i>Oléacées</i> |
| Tribu | <i>Oléinées</i> |
| Genre | <i>Olea</i> |
| Espèce | <i>Olea europea L.</i> |

Le genre *Olea* est composé de 30 espèces différentes, originaires des régions chaudes à des conditions de croissance difficile (Zohary, 1995) . Ces espèces sont réparties sur cinq continents : l'Afrique, l'Asie l'Amérique, l'Europe et l'Australie (Tous et Ferguson, 1996).

1.1.5. Principales variétés de l'olivier :

Il existe 72 variétés autochtones (26 sont homologuées), le reste en cours de réalisation selon Mendil et Sebai (2006), en Algérie il ya plusieurs variétés d'olivier cultivées:

➤ **Azeradj :**

Est un arbre résistant à la sécheresse, caractérise la Petite Kabylie (oued Soummam), occupe 10% de la surface oléicole nationale et il est utilisé pour la production d'huile et olive de table.

➤ **Bouricha, olive d'El-Ar rouch:**

Arbre localisé dans les régions d'El-Harrouch, Skikda, résistant au froid et à la sécheresse.

➤ **Sigoise:**

Cette variété est localisée au niveau des plaines de l'Ouest exactement dans la plaine de Sig dont elle porte le nom Sigoise.

➤ **Blanquette de Guelma :**

Originaire de Guelma, aussi il est localisé dans le Nord-est constantinois, Skikda et Guelma. La qualité de l'huile est au moyenne et résistant froid et moyennement à la sécheresse.

Selon l'utilisation il existe :

➤ **Variétés à double aptitude ou double fin:**

Adzeradj, Blanquette de Guelma, Boechout de la Soummam, Bouchouk Lafayette, Sigoise (Giuseppe Fontanazza et al., 1997).

➤ **Variétés à huile :**

Abelout, Chemlal, Faneya, Haimel, Limli

Parmi les variétés locales cultivées dans la wilaya de Tlemcen, la variété Chemlal est la plus cultivée qui est utilisée pour produire l'huile de bonne qualité. Une autre variété plus consommée est la variété Sigoise appelée olive de Tlemcen. (Mohamed ; 2016)

1.1.6. Classification des variétés d'oliviers :

Les variétés d'olives en fonction de la destination finale du fruit soit en 3 typologies :

- **Les olives à huile :**

Une production constante et garantir une bonne rentabilité de la qualité et la quantité d'huile (Villa, 2003).

- **Les olives de table :**

Des fruits grosses et de contenu riche en pulpe sont utilisés et en noyau mais faible en huile (Villa, 2003).

- **Les olives mixtes :**

Elles présentent des propriétés à cheval entre les deux groupes; en fonction du moment de sa récolte et de son adaptation à la zone de culture, on destine le fruit soit à la table (une fois la taille adéquate atteinte) soit à l'extraction de l'huile (Villa, 2003).

1.2. Huile d'olive et son intérêt :

1.2.1. Définition l'huile d'olive :

L'huile d'olive est l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L). Huile typique du régime méditerranéen connu pour ces propriétés thérapeutiques, elle est composée d'acides gras essentiels (w-6 et w-3) et des polyphénols qui ont un rôle antioxydant pour prévenir les maladies cardiovasculaires (Sébastien, 2010).

Selon Harwood et Aparcio (2000), l'huile d'olive est composée de :

- ✓ 14% d'acides gras saturés (AGS).
- ✓ 72% d'acides gras mono insaturés (AGMI).

- ✓ 14% d'acides gras polyinsaturés (AGPI).

La composition d'huile d'olive varie selon les facteurs (Ryan, 1998).

1.2.2. Les intérêts de l'huile d'olive :

L'huile d'olive est plus riche en acides gras mono insaturé(acide oléique), qui fait baisser le cholestérol total et le cholestérol LDL et n'affecte pas le cholestérol HDL (Keys et al.,

1986; Jacotot, 1999 ; Kratzetal., 2002).

L'huile d'olive joue un rôle préventif du risque des maladies cardiovasculaires, athérosclérose, hypertension(HTA),diabète(Rotondo et De Gaetano, 2000 ;Motard-Bélanger et al.,2008) .

L'huile d'olive est composée de polyphénolsqui présentent des activités bactéricides et fongicides (Yangui et al., 2009). Elle réduit le risque de la dépression nerveuse (Mercury et al., 2007) et aussi le cancer colorectal chez les femmes (Nkondjok et al.,2003).

Le régime alimentaire est riche en acide oléique qui est considéré comme un traitement de plusieurs pathologies : Hypertension (HTA), la régulation de la pression artérielle par l'expression des protéines et l'amélioration de la fluidité membranaires (Perona et al.,2010).Ces composants aromatiques ont des influences antimicrobiens (Jacotot, 1993),antivirales et antifongiques(Senani et Moulti- Mati , 2012).

En outre, ces bienfaits ont été appliqués comme des éléments fonctionnels et nutritionnels tel que les antioxydants naturels, l'acidelinoléique et les vitamines(Matoss et al.,2007) .



Figure 4 : L'huile d'olive(<https://lolivierforge.com>)

2. Le lin :

2.1. Généralités :

2.1.1. Origine et historique de lin :

Le lin est une plante de famille Linacées et l'une des premières plantes cultivées par l'Homme. Des traces existent 8000 ans avant J.C. ont ainsi été découvertes dans des cités lacustres suisses. Son origine (probablement des hauts plateaux d'Asie) n'est pas connue. Son utilisation a été étendue par l'Egypte des pharaons où les momies étaient entourées de bandelettes de lin. De plus, des fresques retrouvées dans les pyramides illustrent la culture du lin (Savoire, 2008).



Figure 5 : Fresques égyptiennes (Savoire, 2008).

Le lin est utilisé pour la production d'aliments pour humains et pour animaux et de fibres textiles ainsi que comme plante médicinale depuis plus de 8 000 ans (Van Zeist et Bakker-Heeres, 1975).

Le lin a été introduite par Charlemagne en Europe dans du premier millénaire après J.C. Ils ont utilisés ses fibres pour la fabrication de textiles. Au cours des années 1970, la culture a connu un renouveau en France. Au niveau mondial, la première production du lin est réalisée principalement au Canada, aux Etats-Unis et en Chine. Malgré une augmentation importante de la production d'oléagineux en vue de la production d'huile végétale depuis 40 ans. En 2006, la production française représente 1% de la production mondiale de graines oléagineuses et 2% de celle de lin (Savoire, 2008).

2.1.2. Description de plante :

Le lin est une plante annuelle herbacée dressée dont des brindilles disposées en corymbe sur la tige principale (Fernald, 1950).

Le lin textile et le lin oléagineux sont le résultat de milliers d'années de sélection divergente ; dans la même espèce, ils diffèrent à la morphologie, l'anatomie, la physiologie et la performance agronomique (**Diederichsen et Ulrich, 2009**).

Le lin oléagineux est cultivé pour l'huile des graines, donne une plante courte produisant de nombreuses ramifications secondaires ; alors que le lin textile est cultivé pour la fibre extraite des tiges, donne une plante ramifiée (**Gill, 1987**).

- **Racine :**

Le *L. usitatissimum* à une courte racine pivotante de 90 à 120 cm de longueur dans les sols légers (**Fernald, 1950; Gill, 1987**).

- **Tige :**

Unique se terminant par une inflorescence en forme de cyme (**Renouard, 2011**).

➤ Hauteur : entre 0,8 et 1,2 m (**Renouard, 2011**).

➤ Diamètre au collet : de l'ordre de 1 à 2 mm (**Renouard, 2011**).

- **Feuille :**

Allongées et sessiles (entre 80 à 100 feuilles par tige) (**Renouard, 2011**). Et aussi simples, linéaires et à marge entière (**Fernald, 1950; Gill, 1987**).

- **Fleurs :**

5 pétales (bleus, roses portées par de longs pédicelles dressés, sont hermaphrodites, hypogynes et comportent cinq sépales, cinq ou blancs), cinq étamines et un gynécée composé de cinq carpelles séparés par une fausse-cloison (**Fernald, 1950; Gill, 1987; Renouard, 2011**).

➤ Pollinisation : autopolinisation (**Renouard, 2011**).

➤ Durée de floraison : 15 jours (quelques heures par fleur)(**Renouard, 2011**).

➤ Couleur des fleurs : bleues, rouges ou blanches (plus ou moins rosées)(**Renouard, 2011**).

- **Fruit :**

Une capsule contenant 10 graines riches en huile (**Fernald, 1950; Gill, 1987; Renouard, 2011**).

- **Graine :**

Couleur brune (ou jaune clair), petites, lisses, plates et légère (1000 graines = 4 à 7 grammes) (**Renouard, 2011**). Les graines sont ovales, lenticulaires de 4 à 6 mm, brunes à dorées, luisantes et lisses. Elles présentent 35 à 45 % d'huile et de 20 à 25 % protéine (**Gill, 1987 ;Fernald, 1950**).

➤ **Génome:**

Est composé de 15 paires de petits chromosomes (**Renouard, 2011**).



**Figure 6 : Fruit et graine de lin
(Heli et al., 2007)**

2.1.3. Répartition géographique dans le monde

La répartition mondiale du *Linum usitatissimum* (CABI, 2018) :

- **Asie**

Afghanistan, Arménie, Bangladesh, Chine, Corée, Inde, Iraq, Japon, Kazakhstan, Kirgystan, Népal, Ouzbékistan, Pakistan et la Turquie.

- **Afrique**

Égypte, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Maroc, Tunisie.

- **Amérique du nord**

Canada, États-Unis, Mexique.

- **Amérique du sud**

Argentine, Brésil, Chili, Équateur, Pérou, Uruguay.

- **Europe**

Allemagne, Autriche, Bélarusse, Belgique, Bulgarie, Croatie, Chypre, Danemark, Estonie, Espagne, France, Grèce, Hongrie, Italie, Lettonie, Lituanie, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Fédération de Russie, Slovaquie, Suède, Royaume-Uni, Ukraine.

- **Océanie**

Australie, Nouvelle-Zélande.

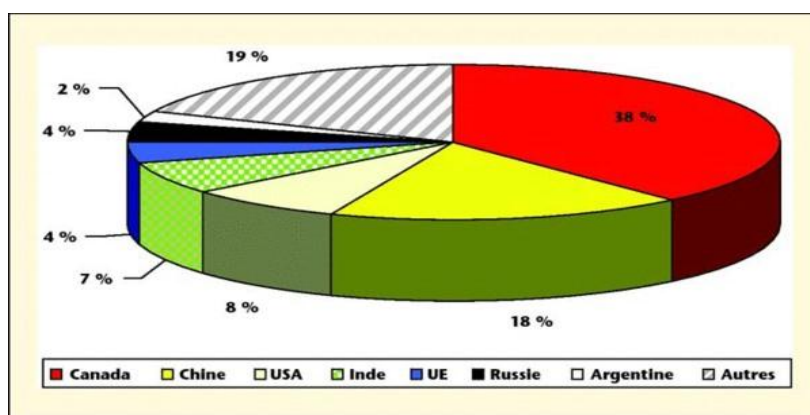


Figure 7. Principaux pays producteurs de lin oléagineux dans le monde. (Labalette et al, 2011).

Tableau 2 : Production de graines de lin (FAO, 2003).

| Production en tonnes de graines de lin. | | | | |
|---|-----------|-------|-----------|-------|
| Chiffres 2003-2004 Données de FAOSTAT (FAO) | | | | |
| Canada | 754 400 | 36 % | 671 900 | 33 % |
| Chine | 466 000 | 22 % | 470 000 | 23 % |
| États-Unis d'Amérique | 264 830 | 13 % | 278 000 | 14 % |
| Inde | 172 600 | 8 % | 179 000 | 9 % |
| Fédération de Russie | 55 000 | 4 % | 58 000 | 3 % |
| Éthiopie | 52 000 | 2 % | 52 000 | 3 % |
| Bangladesh | 50 000 | 2 % | 50 000 | 2 % |
| France | 53 503 | 3 % | 50 000 | 2 % |
| Autres pays | 220 753 | 11 % | 207 917 | 10 % |
| Total | 2 089 086 | 100 % | 2 016 817 | 100 % |

2.1.4. Classification botanique :

Le *Linum usitatissimum* est une plante herbacée annuelle, fait partie d'environ 230 espèces de la famille des Linacées, qui se divise en environ 14 genres. Le genre *Linum* comprend près des deux tiers des espèces de la famille des Linacées. Malgré la

diversité remarquable de cette famille *L. usitatissimum* est la seule espèce cultivée (CABI, 2018).

Selon l'USDA-NRCS (2010), la classification taxonomique du *L. usitatissimum* est la suivante :

| | |
|-----------------------|--|
| • Règne | Végétal |
| • Sous-règne | <i>Trachéophytes</i> (plantes vasculaires) |
| • Super-embranchement | <i>Spermatophytes</i> (plantes à graines) |
| • Embranchement | <i>Magnoliophytes</i> (plantes à fleurs) |
| • Classe | <i>Magnoliopsides</i> (dicotylédones) |
| • Sous-classe | <i>Rosidées</i> |
| • Ordre | <i>Linales</i> |
| • Famille | <i>Linacées</i> |
| • Genre | <i>Linum L.</i> |
| • Espèce | <i>Linum usitatissimum L.</i> |



Figure 8 : Planche botanique de *Linum usitatissimum* (A – vue générale de la plante, 1 implantation des pétales dans le bouton, 2 – sépale, 3 – pétale, 4 – fleur sans sépales ni pétales, 5 – étamines, 6 – coupe longitudinale de 4, 7 – coupe transversale de l’ovaire, 8 –capsule, 9 – capsule ouverte, 10 - graine, 11 – coupe longitudinale de la graine)

(Thomé, 1905)

2.1.5. Principales variétés de lin :

Les variétés de lins oléagineux sont différenciées en variétés de printemps et d'hiver, pour une production végétale adaptée aux conditions climatiques, 9 variétés de lins d'hiver et 29 variétés de lins de printemps dans le catalogue français 2012 (Geves, 2012).

Le lin d'hiver est planté en septembre et le lin de printemps en mars. Le lin d'hiver, présente un rendement en graine plus stable, car la variété est plus tolérante au froid et moins sensible aux stress environnementaux (Labalette *et al.*, 2011).

Lin oléagineux d'hiver : ATILA, BLIZZARD, ANGORA, SIDERAL, ALTESS.

Lin oléagineux de printemps : JUSTESS, TRÉSOR, TRÉSOR*, ARIES, MARQUISE, ALTESS, TRÉSOR.

2.1.6. Classification des variétés de lin :

Les variétés de lin oléagineux sont classées en variétés de printemps et d'hiver, on distingue 29 variétés de lin de printemps contre 9 variétés de lin d'hiver sont inscrites au catalogue français de 2012, (Geves, 2012).

Les lignées d'hiver sont issues du croisement de lignées de printemps puis sélectionnées pour leur tolérance aux basses températures.

Le lin d'hiver est semé en septembre et le lin de printemps en mars. Le lin d'hiver présente un rendement en graine plus stable, car la variété est plus tolérante au froid et moins sensible aux stress environnementaux (Labalette *et al.*, 2011).

2.2. Huile de lin et ses intérêts :

2.2.1. Définition de l'huile de lin :

L'huile de lin est généralement obtenue par extraction mécanique pour une pression sous température contrôlée à partir des graines de la plante *Linum usitatissimum*, qui appartient à la famille des Linacées. L'huile de lin est un aliment fonctionnel car c'est une source d'acides gras polyinsaturés ω -3 et ω -6, de lignanes, de fibres alimentaires et quelques nutriments mineurs. En particulier, l'acide linoléique ω -6 et l'acide linoléique ω -3 sont importants en tant que précurseurs d'autres acides gras des deux séries. Des quantités importantes d'acide oléique sont également contenues. Les acides gras insaturés aident à prévenir les maladies cardiovasculaires, le diabète du type II, les troubles immunitaires et inflammatoires (Rodriguez et Christophe 2005; Endo et Arita 2016).



Figure 9 : l'huile et grains de lin (<http://www.selection.ca/cuisine/nutrition/graines-de-lin-bienfaits-vertus/>)

2.2.2. Les intérêts d'huile de lin :

L'huile de lin est conseillée chez les personnes souffrant de sclérose en plaque ou de diabète. Elle a un effet sur les systèmes hormonal et immunitaire. L'utilisation quotidienne d'huile de lin protège la membrane gastrique et urinaire. (Bloedon et Szapary, 2004).

Le lin en alimentation humaine est décrit comme une source de composés photochimiques « fonctionnels », contenant notamment l'acide alpha-linolénique (unoméga3) qui agit dans la réduction du risque cardiovasculaire (Oomah, 1999).

L'huile de lin est prisée pour la production de peintures et de vernis, compte tenu de sa composition en acides gras distinctive qui lui confère des propriétés de séchage uniques (Przybylski, 2001).

Elle convient aussi pour le visage, la peau irritée et le corps, elle reconnue pour ses propriétés adoucissantes et émoullientes. Elle est employée aussi pour le traitement des cuirs, pour nourrir les sabots des chevaux (Bloedon et Szapary, 2004).

Le lin inhibe des médiateurs pro-inflammatoires, de diminuer le cholestérol sanguin, de lutter contre les maladies auto-immunes et de diminuer les risques de cancer hormono-dépendant (Oomah et Mazza, 1999).

Les lignanes contenues dans les graines de lin possèdent des propriétés bénéfiques contre les cancers du sein, du côlon, de la prostate et de la thyroïde et diminuent les facteurs de risque de maladies cardiaques (Westcott et Muir, 2003).

Canada est le premier pays à permettre l'inscription d'une allégation santé sur les aliments contenant des graines de lin entières moulues, celles-ci permettant de réduire le cholestérol (Santé Canada, 2014).

CHAPITRE 2

TRANSFORMATION ET EXTRACTION DES HUILES

1. L'olive :

1.1. La récolte :

La période optimale pour la récolte des oliviers est le moment où l'on obtient la production maximum d'huile avec les meilleurs caractéristiques (saveur, parfum...)(Cimato, 1990).

Il existe plusieurs façons de récolte :

1.1.1. Cueillette :

La cueillette est une récolte traditionnelle manuelle effectuée sur des plantes basses de manière appropriée ((ITAF, 2012).

1.1.2. Gaulage :

La chute des olives se fait par des rameaux (par des boutons plus ou moins long). Il existe des bâtons avec des extrémités qui sont actionnées mécaniquement. En revanche, cela abîme la feuille et les rameaux (Cimato, 1990).

1.1.3. Peignage :

Les fruits sont détachés mécaniquement par une sorte de peigne et tombent dans les filets tendus sur le terrain (AhmidouetHammadi, 2007).

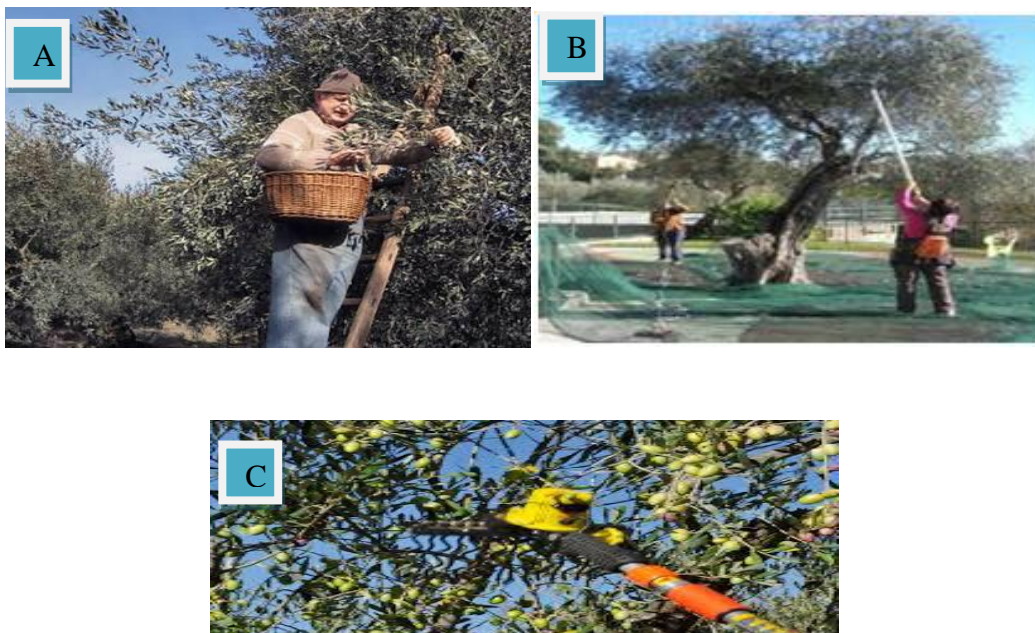


Figure 10 : (A) : Récolte à la main, (B) : Gaulage des olives, (C) : Récolte des olives par un peigne vibreur (Addou, 2017).

1.2. Transport :

Le fruit d'olive est sensible aux chocs, il nécessite des moyens simples pour le transporter afin de faire l'extraction (**Ahmidou et Hammadi, 2007**).

Il est conseillé d'éviter le transport en vrac en prévoir des caisses à des couches d'une épaisseur de 25 cm susceptibles sans d'être écraser (la caisse de fruits type OFLA est recommandée).

1.3. Transformation :

La transformation de l'olive en huile s'effectue par des moyens mécaniques, très simples, fondés sur la pression ou la centrifugation.

Aujourd'hui, il existe plusieurs systèmes de transformation et d'élaboration des huiles d'olives. Deux procédés sont généralement utilisés :

Un procédé discontinu et un procédé continu, dont chacun présente des avantages et des inconvénients (**Chimi, 2006**).

Il comprend les étapes suivantes :

1.3.1. Effeillage :

L'effeuillage des olives peut être effectué manuellement ou à l'aide d'un système rectangulaire en fils de fer ou encore par des machines effeuilleuses-laveuses en même temps (**DiGiovacchino, 1991**).

1.3.2. Lavage :

Les olives classées sont débarrassées des feuilles et des rameaux, puis lavées à l'eau froide (**Moussaoui, 2007**).



Figure 11 : Effeillage et lavage des olives (**Michelakis, 1992**).

1.3.3. Broyage :

Le broyage est un processus important lors de l'extraction, Il a pour but d'éclater les olives et les noyaux afin de libérer les gouttelettes d'huiles qui y sont contenues (**Di Giovacchino, 1996**).

Il y a plusieurs types de broyeurs :

- **Broyeur à meule en pierre :**

Est un système discontinu ouvert à l'air avec une vitesse de rotation très lente (15 tr/min). Les olives donneront une huile plus oxydée (**Bianchi, 1999**).

- **Broyeur métallique :**

Est un système continu avec une vitesse de rotation rapide (2800 tr / min). Ce système est fiable pour l'extraction d'huile d'olive. (**Di Giovacchino et al., 1994 ; Amirantes et al., 2002**).



Figure 12 : Broyage des olives. (**Addou ,2017**)

1.3.4. Malaxage :

Le mélange est pour améliorer la fixation des gouttelettes d'huile sur les gouttelettes plus grosses en les rendant facilement détachables ultérieurement. Elle est réalisée dans des mélangeurs en légers ou spirale pendant 15-40 min, à d'environ 28 °C. La pâte est ajoutée à de l'eau tiède (50%). Si la température de la pâte dépasse 28 °C durant 45 minutes maximum, cela conduit à la dégradation des composés phénoliques, en effet, l'huile sera légèrement fruitée (**Di Giovacchino et al., 1994**).



Figure 13 : Opération de malaxage. (Addou ,2017)

1.3.5.Extraction :

Cette étape consiste la séparation de la phase solide et de la phase liquide avec deux systèmes de séparation : un système de presse et un système de centrifugation horizontale (Argenson, 1999).

- **La séparation discontinue par pression :**

L'extraction de l'huile est effectuée par des presses hydrauliques où la pâte est placée dans des doubles disques appelés « scourtins » puis pressée. La séparation des deux phases se fait par une simple décantation. Les sous-produits de cette opération sont le grignon brut et le moût (Ghezlaoui, 2011).

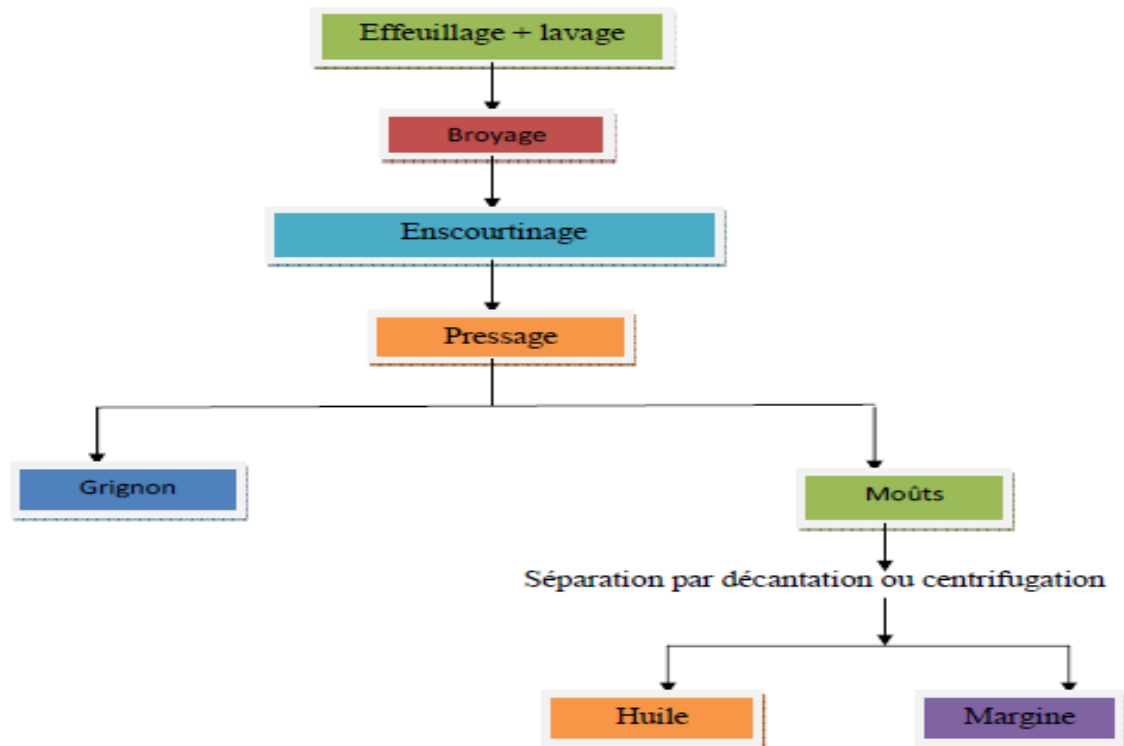


Figure 14 : Système discontinu d'extraction par presse (Ben Hassine, 2013).

- **La séparation continue par centrifugation :**

La centrifugation est effectuée à l'aide de centrifugeuses horizontales, tournent à 900 tr / min. Sous l'influence de la vitesse et de l'ajout d'eau, les différents composants de la pâte sont séparés selon leur densité en trois phases.

- ❖ La phase solide (grignon) est située sur la partie la plus éloignée de l'axe de rotation,
- ❖ La phase aqueuse (margine) est située sur la boucle intermédiaire. L'huile reste dans l'axe.
- ❖ La phase aqueuse et l'huile sont soumises à des centrifugeuses verticales pour l'extraction d'huile et l'élimination des impuretés.

La centrifugation rapide en trois étapes nécessite l'ajout d'eau, ce qui affecte négativement la qualité de l'huile (Papadopoulos et Boskou, 1991).

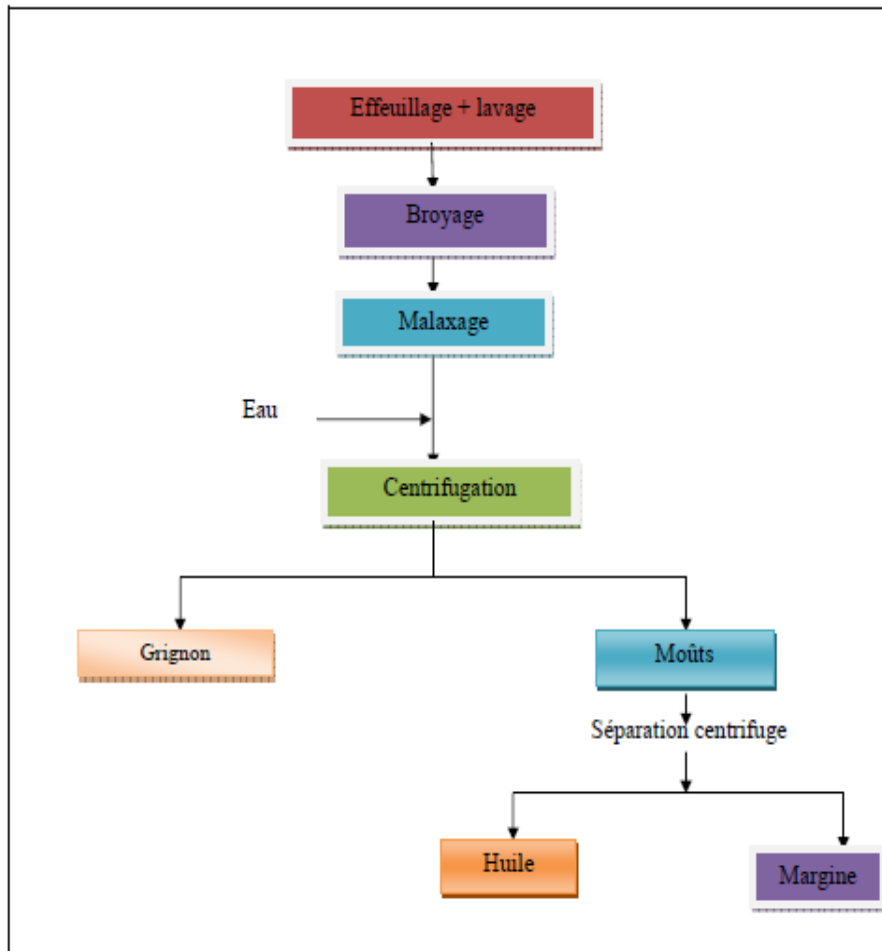


Figure 15 : Système continu d'extraction avec centrifugation à 3 phases (Ben Hassine, 2013).

1.4. Stockage et conservation d'huile :

Stockage d'huile dans une zone séparée physiquement d'élaboration devant réunir un certain nombre de conditions afin de réduire les effets de la température et de la lumière. Cette zone doit être facile à nettoyer. Les réservoirs d'huile doivent être conçus avec des matériaux non absorbants, avec une base conique ou plate inclinée, et être scellés et équipés de systèmes auxiliaires qui permettent l'évacuation de l'huile par le bas et d'un système de nettoyage interne efficace (ITAF, 2012).

2. Le lin

2.1. La récolte :

La récolte du lin s'effectue à sa parfaite maturité. Faire arracher puis sécher en plein air ou à l'abri, et battre les tiges pour détacher les graines. Une soufflée d'air chaud termine le séchage et élimine les fibres et les feuilles restantes (Pierre et Lis, 2011).



Figure 16 : Culture du lin en champ. (Rombaut, 2013)

2.2. Transformation de l'huile de lin :

2.2.1. Le rouissage :

Le rouissage est un procédé naturel. Il nécessite de pluie et de soleil pour dissocier les parties fibreuses de la plante à cause de développement naturel des micro-organismes présents sur le sol et facilite l'extraction de la fibre. En fonction de la météo, le rouissage peut durer de deux semaines à plusieurs mois dont laquelle les tiges de lin couchées sont retournées régulièrement pour obtenir un rouissage homogène. Dans cette étape les graines sont récupérées pour être exploitées par la suite (semence, huile, aliment, etc.). Les tiges sèches sont finalement ramassées, enroulées en "balles" et stockées pour entamer le processus de teillage (Turpault, 2015).

2.2.2. Le teillage

Le teillage est une première étape mécanique a pour objectif de séparer les fibres de lin (utiles au textile et situées à l'extérieure de la tige) du bois ("anas") de la plante, ainsi que les grains de lin sont également récupérés. Deux types de fibres sont alors extraites: des courtes ("étoupes") et des longues ("la filasse"). La filasse est stockée en balles ou en rouleaux (Turpault, 2015).

2.2.3. Le peignage

Le peignage conclut les étapes de transformation de la plante, Cette opération mécanique vise à calibrer, paralléliser, étirer et finalement préparer la filasse en un ruban homogène et doux prêt à être filé (**Turpault, 2015**).

2.2.4. La filature

La filature c'est l'ensemble des opérations qui va finir la transformation des rubans de lin en fil prêt à être tissé. Plusieurs techniques existent pour obtenir un fil fin (pour l'habillement ou le linge) ou un fil plus épais (décoration, etc.)(**Turpault, 2015**).

2.3. Extraction de l'huile de lin :

2.3.1. Extraction par Soxhlet :

Une technique d'extraction de laboratoire plus important qui permette une grande efficacité dans la production de l'huile de lin (**Sayed Ahmed, 2018**).Elle se compose de:

- **Un extracteur Soxhlet :**

Une pièce de verrerie utilisée en chimie analytique et en chimie organique avec une cartouche qui contient le solide à extraire, Un ballon contenant le solvant à chauffage continu et un réfrigérant qui permet de faire l'extraction par solvant. Le solvant est évaporé et condensé dans la chambre Soxhlet, une fois que la chambre est remplie, le solvant retombe automatiquement dans le ballon et s'évapore de nouveau, cette opération est répétée jusqu'à ce que l'extraction complète soit réalisée (**Messaoudi,2017**).

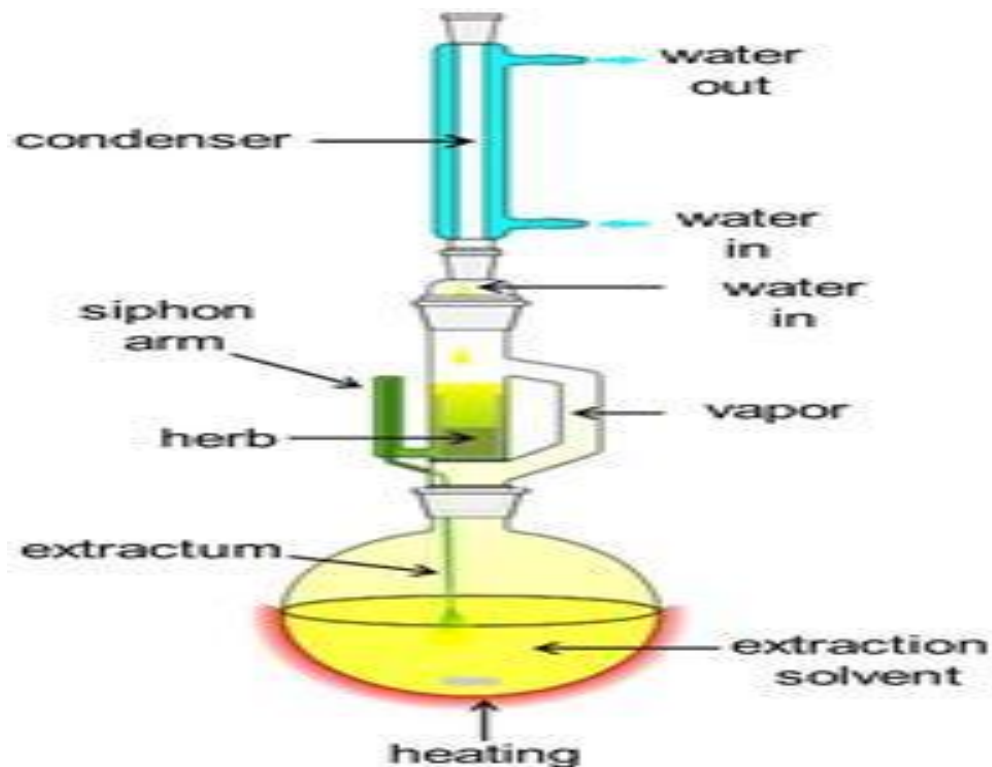


Figure 17 : Montage Soxhlet (Messaoudi, 2017).

2.3.2. Extraction par pressage :

Le pressage est la procédé d'extraction d'huile la plus naturelle et la moins coûteuse. Cette méthode nécessite un apport d'énergie mécanique. Le pressage peut être défini comme une étape de compression visant à exsuder un liquide à partir d'une matrice poreuse (Savoire, 2008).

La presse à huile à extrusion mono-vis est constituée d'une vis sans fin tournant lentement à l'intérieur d'un fourreau cylindrique avec une l'action mécanique de compression qui permet l'expression du liquide huileux, et de séparer le tourteau gras. Le tourteau est récupéré à partir d'une buse délimitant un espace annulaire de différents diamètres. Le rendement d'huile dépend de plusieurs facteurs (la vitesse de rotation de la vis, le diamètre de la buse etc...) (Sayed Ahmed, 2018).

Deux types de presses sont utilisés en huilerie :

- **La presse hydraulique :**

Le presse hydraulique est utilisé pour le pressage du cacao afin d'extraire le beurre de cacao, Elles fonctionnent à l'aide d'une force unidirectionnelle pour forcer l'expulsion du liquide. La pression utilisée est supérieure à 500 bar (**De Ginestel, 1998**).

- **La presse à vis (pression en continu) :**

La presse à vis ou la presse en continu a progressivement été utilisée dans le pressage des graines oléagineuses traditionnelles, la première presse à vis a été créée par Anderson en 1902. Elle est constituée d'une vis hélicoïdale tournant dans un fourreau formé de barres métalliques régulièrement espacées (l'espace peut varier de 0,5 à 0,1 mm). La matière à l'intérieur est entraînée par la vis et le fourreau assure la progression de la matière en empêchant le gâteau de tourner dans le vide. L'augmentation de la pression peut avoir plusieurs sources telles que (Le diamètre du fond de filet de la vis augmente, L'orifice de sortie du tourteau est rétréci ...) (**Savoire, 2008**).



Figure 18: Presse à vis pour le pressage des oléagineux (**A**) (source La mécanique moderne) et Presse hydraulique pour le chocolat (**B**) (source Barry-Callebaut) (**Savoire, 2008**).

SYNTHÈSE
EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE 3

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Problématique et objectif :

En raison de la situation sanitaire liée au Covid-19, Nous avons effectué une étude comparative sur les valeurs nutritionnelles et les caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive (*Oléa europea* L) et l'huile de lin (*Linum usitatissimum*) basée sur des travaux antérieurs :

1. « Contribution à l'étude de la qualité de l'huile de lin (*linum usitatissimum*) par des méthodes physico-chimiques » par **Messaoud (2017)**.
2. « Etude de l'activité hypolipidimante de l'huile d'*Olea europea* var *oleaster* chez le rat « Waster » par **Djaziri (2012)**.

2. Caractéristiques physico-chimiques :

2.1. Densité :

2.1.1. Définition :

La densité relative d'une huile correspond au rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C à la masse d'un volume égal d'eau distillée à 20°C (**NF ISO 6883**).

2.1.2. Protocole :

- Nettoyer le pycnomètre et le sécher.
- Déterminer la masse relative de pycnomètre vide.
- Déterminer la masse du pycnomètre remplie d'eau distillée récemment refroidie jusqu'à atteindre une température de 20°C.
- Nettoyer et séché le pycnomètre.
- Refroidir l'huile pour qu'elle atteigne les 20°C.
- Déterminer la masse de pycnomètre contenant d'huile.
-

2.1.3. Principe :

En utilisant un pycnomètre pour effectuer une suite de pesées de volume égale d'huile et d'eau à la température de 20°C.

2.1.4. Méthode de calcul :

La densité relative se détermine : (**NF ISO 6883**)

$$D_{20} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

m_0 : masse du pycnomètre vide.

m1 : masse du pycnomètre rempli d'eau distillée.

m2 : masse du pycnomètre rempli

2.2. Indice de réfraction :

2.2.1. Définition :

L'indice de réfraction est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'huile maintenue à une température constante (AFNOR NF ISO280, 1999 (T75-112)).

2.2.2. Protocole :

- Nettoyer la lame du réfractomètre avec du papier Joseph.
- Etalonner l'appareil avec l'eau distillée dont l'indice de réfraction est égale à 1.33 à 20°C.
- Déposer quelques gouttes d'huile sur la lame à l'aide d'une pipette Pasteur.
- Régler le cercle de chambre sombre et claire dans la moitié et effectuer la lecture des résultats en tenant compte de la température.

2.2.3. Principe :

Indice d'iode est lié à la température et il est mesuré à l'aide de réfractomètre é à 20°C (Ollé, 2002).

2.3. Indice d'acide (IA) :

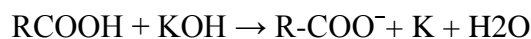
2.3.1. Définition :

L'indice d'acide d'un corps gras est la quantité d'hydroxyde de potassium (KOH) exprimée en milligramme nécessaire pour neutraliser les acides gras libres contenus dans un gramme de corps gras (Christian, 2013).

C'est un dosage qui permet d'estimer le taux d'acides gras libres et le degré d'altération de l'huile (Perrin, 1992).

2.3.2. Principe :

L'acidité de l'huile est déterminée sur un titrage des acides gras libres, en présence d'une solution d'hydroxyde de potassium et d'un indicateur coloré selon la réaction suivante :



(Acide gras) (Base) (Savon) (Eau)

Réaction1: Neutralisation des acides gras libres par une base.

2.3.3.Méthode de calcul :

L'indice d'acide est calculé par la formule suivante (**NF EN ISO 660**) :

$$IA(\%) = 56.1 \times V \times C / m$$

56,1 : est la masse molaire (g/moles) de l'hydroxyde de potassium(KOH).

V : est le volume (ml) d'hydroxyde de potassium utilisé.

C : est la concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée.

M : est la masse en grammes de la prise d'essai

2.3.4.Protocole :

- Peser dans un erlenmeyer 1 g d'huile.
- Ajouter 75 ml d'éthanol et quelques gouttes d'indicateur coloré (phénolphtaléine)
- Titrer en agitant avec une solution d'hydroxyde de potassium à 0.5 N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante.

2.4.Indice de saponification (IS) :

2.4.1.Définition :

L'indice de saponification c'est le nombre de potasse en milligrammes nécessaires pour saponifier les acides gras dans un gramme de matière grasse (**AFNOR, 2013**).

2.4.2.Principe :

La saponification dépend à la décomposition des esters d'acides gras continus dans les triglycérides des huiles par l'action de NaOH ou de KOH (bases), suivie de la régénération du glycérol et l'apparition d'un acide sous forme de sel appelé savon .

2.4.3.Méthode de calcul :

L'indice de saponification (IS) se détermine ainsi : (**NF ISO 3657**)

$$IS = (V_0 - V_1) \times C \times 56.1 / m$$

V₀ : est le volume d'acide chlorhydrique (ml) nécessaire pour titrer le blanc.

V₁ : est le volume d'acide chlorhydrique (ml) nécessaire pour titrer l'essai.

C : est la concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'acide chlorhydrique utilisée.

M : est la masse (g) de la prise d'essai.

2.4.4. Protocole :

- Peser 1 gramme d'huile dans un ballon puis ajouter 25 ml de KOH à 0.5N ainsi quelques grains de pierre ponce.
- Le tout est mis dans un chauffe ballon muni d'un réfrigérant.
- Maintenir l'ébullition pendant 45 à 60 minutes. Après refroidissement, ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine.
- Titrer par une solution d'acide chlorhydrique (HCl à 0.5N) jusqu'à la disparition de la couleur rose et la réapparition de la couleur initiale du mélange.
- Noter le volume d'HCl utilisé.
- Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions opératoires.

2.5 .Teneur en composé phénolique :

2.5.1 .Définition :

Les composés phénoliques « polyphénols », sont responsables de la bonne stabilité à l'oxydation des huiles, ils possèdent d'intéressantes propriétés nutritionnelles et organoleptiques et des propriété anti-oxydante (**Li et al., 2007**).

2.5.2.Principe :

Les polyphénols ont été déterminés par spectrophotométrie selon la méthode de FolinCioclateu(**Singleton et al., 1999**)en utilisant l'acide gallique comme standard (réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique), l' oxydation des polyphénols réduisent le réactif FolinCioclateu en un complexe de couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène.

2.5.3.Protocole :

- Introduire 100 µl de l'extrait hydro-méthanolique dilué dans 3 tubes à essai.
- Ajouter 2 ml de la solution de carbonate de sodium (Na₂CO₃).
- Agiter les tubes bien et on laisse reposer pendant 5 min.
- Ajouter 100 µl du réactif de Folin-Ciocalteu.

- Agiter et incuber les tubes dans l'obscurité pendant 30 min.
- Préparer 3 essais à blanc dans les mêmes conditions en remplaçant la quantité de l'extrait par le méthanol.
- La lecture de l'absorbance au spectrophotomètre à 750 nm après les 30 min d'incubation.
- Préparer une gamme d'étalonnage par la même opération en utilisant l'acide gallique à différente concentration.
- Prépare la solution de l'acide gallique : 10 mg d'acide gallique diluer dans 10ml de méthanol, pour une concentration de 1000 µg/ml.
- Préparer des autres différentes concentrations.

2.5.4 .Méthode de calcul :

Le rendement est calculé par la formule suivante :

$$R = M / M_0 \times 100$$

R : Rendement exprimé en %.

M : Masse en gramme de l'extrait sec résultant.

M₀ : Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

2.6 .Composition en acide gras :

2.6.1 Définition :

Les esters méthyliques d'acides gras ont été préparés par transestérification par l'utilisation du KOH méthanolique. L'analyse des acides gras est fait par chromatographie en phase gazeuse sous

Forme d'esters méthyliques selon les méthodes standard (Règlement (CE) n°1107/96, 1996 ; Règlement (CE) n°2568/91, 1991) ou selon la méthode AOCS n °: Ce 1-62, 1997 (Festonne, 1997).

2.6.2.Protocole :

La méthode d'analyse des acides gras repose sur une réaction de saponification de la fraction lipidique permettant de libérer des esters de glycérol. Les acides gras sont ensuite substitués par un groupement méthyl (-CH₃), ce qui les rends plus volatils.

➤ **Préparation des méthyl-esters des acides gras :**

150 mg d'échantillon sont mélangés avec 5 ml du réactif BF₃-méthanol (125 g de BF₃ dans 1 L de méthanol), le mélange est agité pendant 2 min. On agite encore 1 min après avoir ajouté 3 ml d'heptane et 15 s vigoureusement après avoir ajouté 15 ml d'une solution saturée de chlorure de sodium (Na Cl). A la fin, une quantité suffisante de Na Cl saturé est additionnée afin que la solution d'heptane contenant les méthyl-esters des acides gras vienne flotter à la surface, et facilitera par la suite à transférer 1 ml de solution obtenue dans un tube avec une petite quantité de sulfate de sodium anhydre (Na₂SO₄). Maintenant cette solution est prête pour être injectée directement dans le chromatographe (**Ouhammi ET Mehdioui, 2020**).

➤ **Analyse par la CPG/SM :**

Les esters méthyliques, récupérés dans l'heptane, sont ensuite séparés, identifiés par PG/MS. Les échantillons ont tout d'abord étaient filtrés (filtre de cellulose de 0.2 µm) ensuite quantifiés par un système constitué d'un chromatographe en phase gazeuse modèle Shimadzu QP2010 (Kyoto, Japan) équipé d'une colonne capillaire (30 m (longueur) x 0,32 mm (diamètre externe) x 0,5 µm (diamètre interne), CP-WAX) couplé à un détecteur de type spectromètre de masse, fonctionnant en mode impact électronique (IE) à 70 eV. La température de la colonne est programmée de 80 à 200°C et celle de l'injecteur est de 250°C. Le gaz vecteur étant de l'hélium avec un débit 47 cm/s. La température du four augmente de 60°C (1 min) à 180°C à raison de 20°C/min, puis de 180°C à 230°C à un débit de 4°C/min jusqu'à une température de 230°C pour y rester 15 min ; injection : 2 µL mode split (1 :15). Les différents acides gras ont été identifiés par l'intégration des chromatogrammes obtenus à NIST'98 (US National Institute of Standards and Technologies (NIST), Gaithersburg, MD, USA) mass spectral data base. Chaque expérimentation répétée trois fois et les résultats sont exprimés sous forme de moyenne(**Ouhammi etMehdioui, 2020**).

CHAPITRE 4

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. Caractéristiques physicochimiques :

1.1. La densité :

Les résultats obtenus de la densité sont présentés dans le tableau n°3 et la figure n°19

Tableau 3 : La densité des huiles.

| Huiles | Densité (20°C) (g/ml) | Références |
|---------------|-----------------------|-------------------|
| Huile d'olive | 0,932 | (Djaziri, 2012) |
| Huile de lin | 0,932 | (Messaoudi, 2017) |

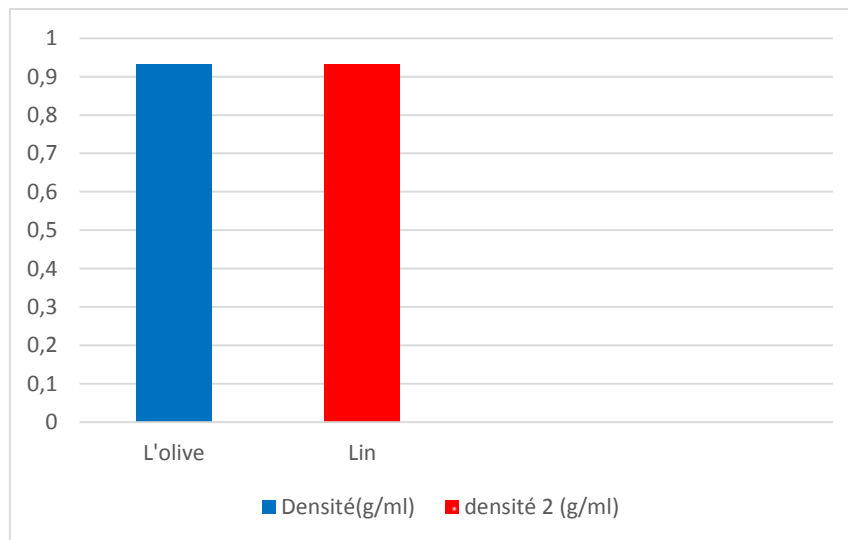


Figure19 : La densité de l'huile d'olive et l'huile de lin.

L'indice de densité est considéré comme un critère physique qui permet de contrôler la pureté de l'huile, elle est variée en fonction de mode d'extraction et la température. L'augmentation de la température provoque la diminution de la densité.

. Ces résultats montrent que l'huile de lin et l'huile d'olive ont la même densité qui est de 0,932. il se rapproche au valeurs trouvés de l'huile d'oléastre de la région de l'Ourit (Belarbi et al., 2011), de l'huile d'olive sauvage (*O. europaeassp. cuspidata*) (Gulfraz et al., 2009) et de l'huile de lin (Firestone, 1999), et similaire à celle trouvée par (Amrouche, 2013) Ceci nous amène à dire que les deux huiles(olive et lin) sont pures.

1.2. Indice de réfraction :

Les résultats obtenus de l'indice de réfraction sont présentés dans le tableau n°4 et la figure n°20

Tableau 4 : L'indice de réfraction des huiles.

| Huiles | Indice de réfraction | Références |
|---------------|----------------------|-------------------|
| Huile d'olive | 1,4670 | (Djaziri, 2012) |
| Huile de lin | 1,4735 | (Messaoudi, 2017) |

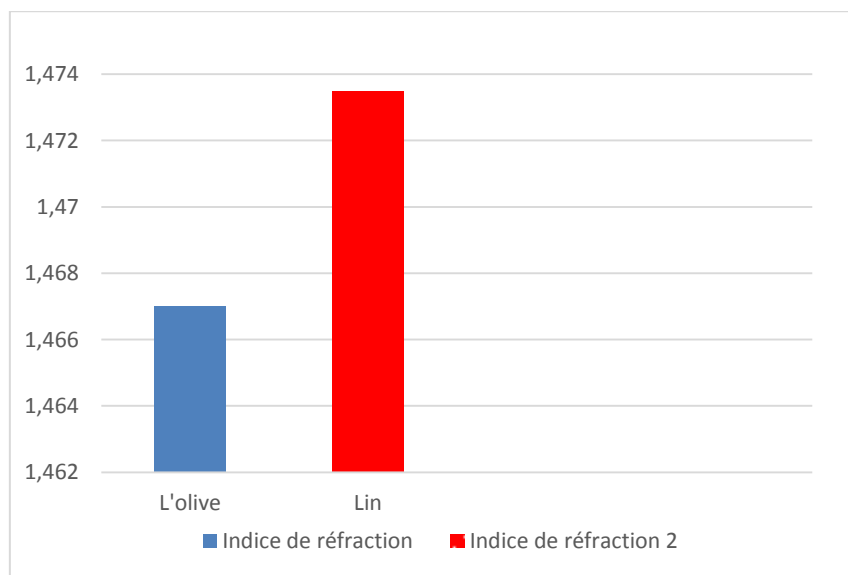


Figure 20 : Indice de réfraction de l'huile d'olive et l'huile de lin.

Ce paramètre représente un critère physique pour vérifier la pureté des huiles essentielles, il dépend de la température et la composition chimiques des huiles (karleskind, 1992). L'indice de réfraction augmente avec la longueur de la chaîne et avec l'insaturation des acides gras.

Les résultats obtenus montrent que l'indice de réfraction d'huile de lin est de 1.4735. Cette valeur est proche de celui de l'huile d'olive qui est de 1,4670 et en accord avec d'autres résultats donnés par Mirela Popa *et al.* (2012) et Amrouche (2013), la valeur de l'indice de réfraction est de l'ordre de 1.469 et 1.4594, elle est comprise dans l'intervalle donnée par le codex alimentaires (1.4720-1.475).

1.3 .Indice d'acide :

Les résultats obtenus de l'indice d'acide sont présentés dans le tableau n°5 et la figure n°21

Tableau 5 : composition en acidité des huiles.

| Huiles | Indice d'acide | Références |
|---------------|----------------|-----------------|
| Huile d'olive | 5,52 | Djaziri ,2012 |
| Huile de lin | 0,81 | Messaoudi, 2017 |

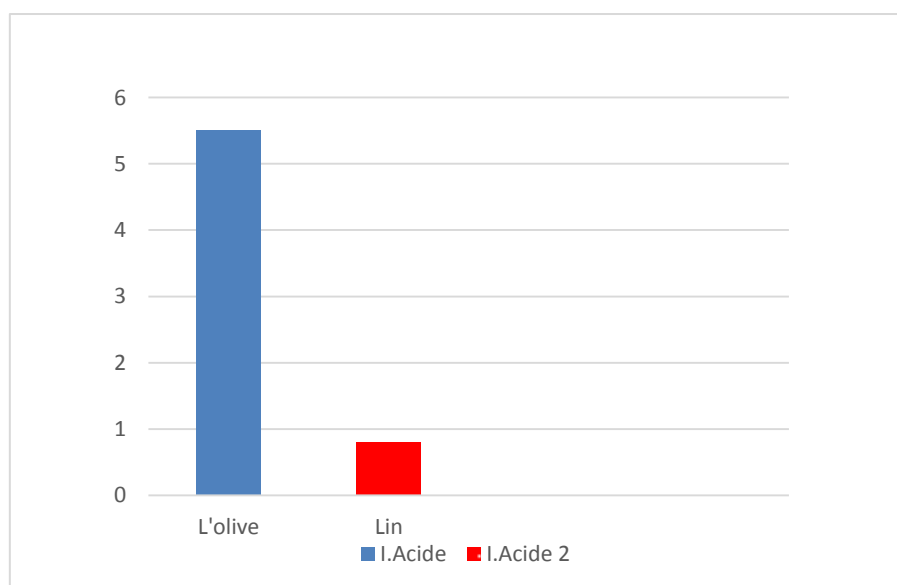


Figure 21 : Indice d'acide de l'huile d'oliveet l'huile de lin.

L'indice d'acide est un critère chimique de fraîcheur et de pureté de l'huile, il nous donne le degré d'altération (Ollé, 2002). L'élévation d'indice d'acide est due à l'activité enzymatique provoquée par les dommages tissulaires des fruits (Boskou, 1996).

L'huile d'olive présente un indice d'acide de (5,52 mg KOH/g d'huile). Ces résultats sont supérieurs aux valeurs d'indice d'acide de l'huile de lin et celle signalées par Belarbi et al. (2011) (4,84% mg KOH/g et 2,42%), ce qui est vraisemblablement due au temps de récolte ainsi qu'à la méthode d'extraction. En outre, plusieurs études ont observé une augmentation de l'acidité au cours de la maturation.

(Gutierrez et al., 1999 ; Rotondi et Magli, 2004 ; Baccouri et al., 2007b). Gutierrez et al. (1999) affirment qu'il ya une élévation dans l'activité enzymatique (enzymelipolytique) à la fin du stade de maturation et elles deviennent plus sensible aux

infections pathogènes. Selon **Baccouri et al. (2007)** l'acidité faible est causée par la transformation rapide et aux fruits intactes.

Les études de **Jean-Marc et Mireille (2003)** affirment que l'acidité oléique doit être utilisée comme une spécification de composition à cause de l'absence de corrélation entre la quantité d'acides gras libres et leur état d'oxydation. Aussi que les acides gras libres non oxydés sont des intérêts nutritionnels quasiment équivalents aux mêmes acides sous la forme glycérique.

1.4. Indice de saponification :

Les résultats obtenus de l'indice de saponification sont présentés dans le tableau n°6 et la figure n°22

Tableau 6 : Saponification des huiles.

| Huiles | Indice de saponification (mg KOH/g huile) | Références |
|---------------|---|------------------------|
| Huile d'olive | 192,64 | Djaziri ,2012 |
| Huile de lin | 173,51 | Messaoudi, 2017 |

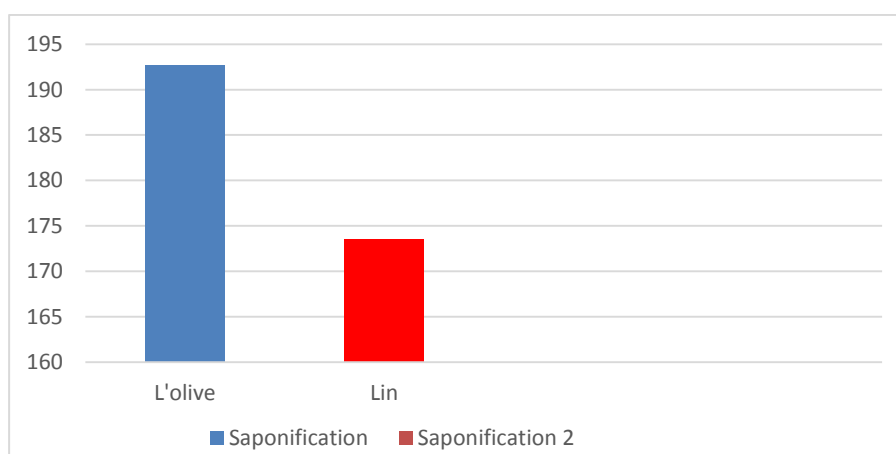


Figure 22: Indice de saponification de l'huile d'olive et l'huile de lin.

L'indice de saponification est un critère chimique qualitatif qui nous renseigne sur la longueur de la chaîne carbonique des acides gras constituant de l'huile. Il a une relation avec la stabilité spécifique des huiles végétales et la mesure de la masse molaire (**Lion,1995**).

Selon les résultats d'analyse obtenus, l'indice de saponification de l'huile de lin est de 173.51, il est inférieur de celui trouvé par **Amrouche (2013)** et **Mirela Popa et al. (2012)** qui est de l'ordre de 191.1 et 190, et inférieure à celle obtenue par l'huile d'olive 192,64.

Ces analyses ont donc permis d'évaluer la qualité de l'huile d'olive. Les travaux de **Baccouri et al. (2007)** montrent que la qualité et la quantité de l'huile d'olive est à la fin novembre (dépend du stade de maturation des fruits).

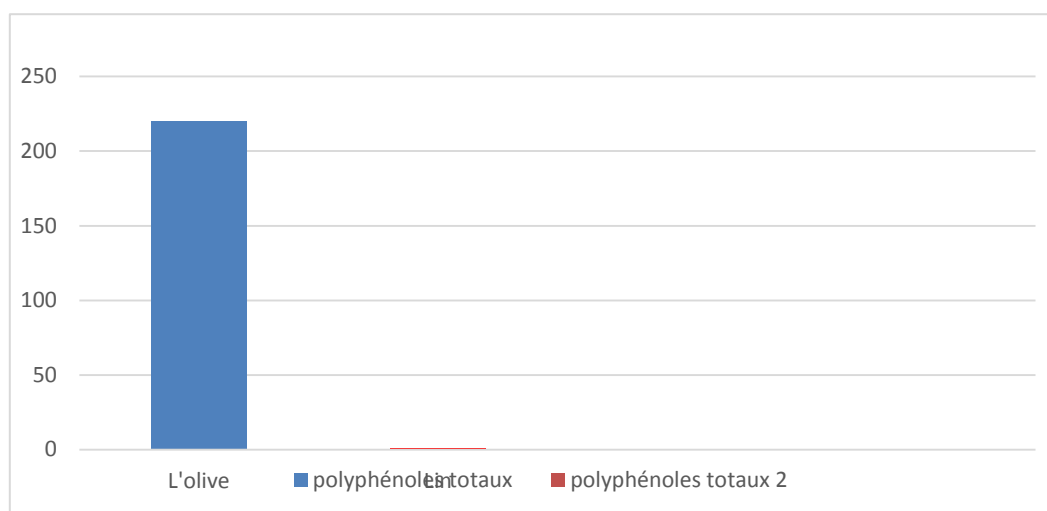
Selon les normes établies par **COI (2013)** qui recommandent des indices de saponification dans un intervalle entre 184 et 196 mg KOH/g huile, donc seul l'huile qui est conforme à ces normes est l'huile d'olive.

1.5. Teneur en phénols totaux :

Les résultats obtenus de la teneur en phénols totaux sont présentés dans le tableau n°7 et la figure n°23

Tableau 7 : composition en phénols des huiles

| Huile | Phénols totaux mg /Kg | Références |
|---------------|-----------------------|------------------------|
| Huile d'olive | 220 | Djaziri, 2012 |
| Huile de lin | 1,02 | Messaoudi, 2017 |



..

Figure 23 : Polyphénol totaux des huiles

Polyphénol est un critère de qualité à une forte activité antioxydant qui maintenir la stabilité d'huile, à des propriétés nutritionnelles (**Montedoro et al. 1992**).

Climat, mode d'extraction et la récolte ce sont des facteurs qui varient les polyphénols totaux selon **Kayel et al (1994)**.

Les polyphénols ont des fonctions biologiques et anti-inflammatoires dans l'organisme contre les MCV, les radicaux libres et les maladies auto-immunes.

Les résultats obtenus montrent que l'huile d'olive présente un taux de polyphénols estimé à 220 mg/kg conformément aux résultats indiqués par (Baccouri et al., 2008) sur l'huile d'olive de la Tunisie qui sont entre 182 à 430 mg/kg. Ce taux de polyphénol est inférieur à celui trouvé par Belarbi et al. (2011). Il est inférieur du taux de l'huile de lin ce qui explique la stabilité et la résistance de l'huile d'olive par rapport l'huile de lin (*Linimumussitatissimum*).

Les phénols ce sont des antioxydants dont leur présence dans l'huile d'olive est liée à leurs propriétés générales et l'amélioration de la stabilité, ce qui est affirmé par Servili et al. (2004). En plus, leur importance est liée l'amerture et l'astringence de l'huile (Kallithraka et al., 1997).

La teneur élevée en polyphénols de l'huile d'olive, semble être liée à la zone géographique oléicole. Généralement les huiles des oliveraies situées en altitude (cas de la région des oléastres des travaux de Belarbi et al. (2011) qui affirment la richesse en phénols par rapport à celles des oliveraies des plaines (cas plaine de Maghnia)(Tanouti et al., 2011).

1.6. Composition en acide gras :

Les résultats obtenus de la composition en acide gras sont présentés dans le tableau n°8 et la figure n°24.

Tableau 8 : composition en acides gras des huiles.

| Acide gras (AG) (%) | Huile de lin | Huile d'olive |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Acide palmitique (C16 :0) | 6,7 ± 0,20 | 13,2 ± 0,15 |
| Acide stéarique (C18 :0) | 2,5 ± 0,4 | 4,0 ± 0,3 |
| Acide arachidique (C20 :0) | 0,2 ± 0,05 | 0,6 ± 0,05 |
| Acide gras saturé (AGS) | 9,43 ± 0,15 | 18,9 ± 0,4 |
| Acide oléique (C18 :1) | 20,3 ± 0,3 | 69,1 ± 0,1 |
| Acide gras monoinsaturé (AGMI) | 20,0 ± 0,88 | 72,03 ± 0,2 |
| Acide linoléique (C18 :2) (ω-6) | 12,90 ± 0,4 | 11,4 ± 0,2 |
| Acide linolénique (C18 :3) (ω-3) | 57,1 ± 0,2 | 1,2 ± 0,1 |
| Acide gras polyinsaturé (AGPI) | 70 ± 0,2 | 12,6 ± 0,3 |
| Référence | Fataneh et al., 2018 | |

L'acide oléique (C18 :1) est un acide gras monoinsaturé (AGMI) et le principal des acides gras qui présente une grande concentration.

Les acides gras saturés (AGS) : acide palmitique (C16 :0), acide stéarique (C18 :0), acide arachidique(C20 :0).

Les acides gras monoinsaturés (AGMI) : acide oléique (C18 :0).

Les acides gras polyinsaturé (AGPI) : acide linoléique (C18 :2), acide linoléique (C18 :3).

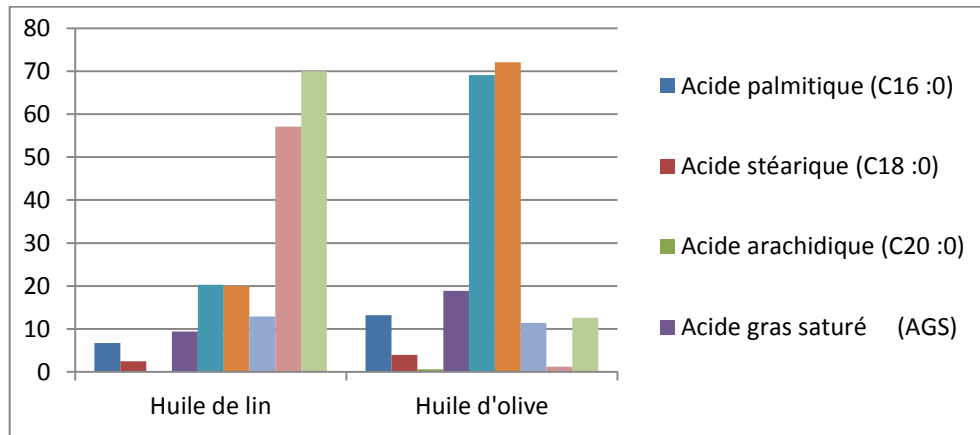


Figure 24 : les acides gras des huiles.

Selon **Gharby et al. (2013)**, les acides gras est un indice qui indiquent la stabilité, les propriétés physiques et la valeur nutritionnelle d'huile.

Les acides gras sont des paramètres essentielles pour définir les huiles d'olive (**GratiKamoun et Khlif, 2001; Christopoulos et al., 2004**).

Différentes familles d'acides gras présentent des rôles actifs dans la formation tissulaire et la croissance musculaire nécessite des acides gras : la nourriture des neurones par d'acides oméga-3 la croissance musculaire nécessite des acides gras (**Okandza et al, 2017**).

- **Acides gras saturé (AGS):**

Les résultats obtenus montrent que la somme totale en acides gras saturés dans l'huile d'olive est de 9,43 % est inférieur avec celle obtenue par **Djaziri, 2012** qui est égale à 12.5%. Ce résultat est inférieur de l'huile de lin qui est de l'ordre 18.9 %.

L'acide palmitique (C16:0) est AGS majoritaire pour l'huile d'olive de 13,2 %, et pour l'huile de lin de 6,7 %.

- **Acides gras monoinsaturé(AGMI) :**

Selon les résultats obtenus, L'huile d'olive est riche en acides gras mono insaturés par une teneur de 72,03 % est inférieure avec celle obtenue par **Djaziri, 2012** qui est égales à 77.64 %. Ce résultat est supérieur à celle de l'huile de lin qui est de l'ordre 20.0 %.

L'acide oléique (C18:1) est l'acide gras mono insaturé majoritaire avec une teneur 69 .1% pour l'huile d'olivesupérieur à l'huile de lin (20, 3 %). Ce résultat permet de classer l'huile d'olive parmi les huiles oléiques.

L'acide oléique joue un rôle important dans l'impact des MCV (l'athérosclérose) par la régulation des LDL plasmatiques et de leur oxydabilité, Les LDL enrichies avec de l'acide oléique montrant une corrélation étroite négative entre des LDL en acide oléique et l'adhésion de monocytes réduit par l'acide oléique, aussi, les LDL enrichies en acide oléique sont moins facilement converties en pro inflammatoires selon **Louni (2009)**.

Des études ont montré qu'un apport alimentaire riche en acide oléique (C18 :1) peut évaluer le nombre des récepteurs des LDL diminuer leur affinité (**Rumsey et al., 1995**); ou peut diminuer la production des LDL-C et augmenter l'activité de leur récepteurs (**Daumerie et al., 1992**).

La stabilité oxydative des huiles dépend dès les acides gras monoinsaturés qui ont un rôle nutritionnel essentiel.

- **Les acides gras polyinsaturés(AGPI) :**

Les résultats obtenus montrent que l'huile d'olive à un faible teneur en AGPI (12,7%), le résultat trouvé est supérieur à celle donné par **Djaziri, 2012** qui est égal de 9.5% et inférieur de l'huile de lin qui est de l'ordre 70%.

Acide linoléique (C18 :2) (w-6) est AGPI majoritaire de l'huile d'olive 11,4% ,tandis que l'acide linoléique (C18 :3) (w-3) est AGPI majoritaire de l'huile de lin 57,1% .

L'huile de lin est également une huile qui présente un grand intérêt nutritionnel dans la consommation humaine par son composition en acides gras et ses teneurs très élevées en α -linoléique (57,1%) et en acide linoléique (12,9 %), ce sont deux acides gras essentiels non synthétisés par l'homme(**Massaro et al., 2010**).

Oméga-3 est considéré comme une nécessité pour le développement normal du SN, la présence des lignanes et de l'acide alpha-linolénique explique l'effet inhibiteur sur plusieurs tumeurs (**Thompson et al. 1996**).

Plus de 1% d'acide linoléique (C18 : 3) dans les huiles indiqué comme un facteur d'instabilité tandis qu'une teneur de 6-11% d'acide linoléique (C18 :2) une valeur nutritionnelle conseillé (**HadjSadouk et al., 2018**).

CONCLUSION

« Que la nutrition soit ta médecine » adit **Hippocrate** il y a 2 400 ans.

Des différentes études épidémiologiques montrent l'efficacité du régime alimentaire. Et notamment des graisses sur certaines pathologies et la prévention des risques le suivie des recommandations nutritionnelles.

Notre travail est consacré à une étude comparative sur la qualité nutritionnelle de l'huile d'olive et l'huile de grain de lin à partir des travaux antérieurs. Cette étude a été effectuée sur des techniques d'analyses physico-chimiques (indice d'acide, indice de saponification, la densité, indice de réfraction) et le mode d'extraction des deux huiles aussi leur composition en acides gras et polyphénol.

Les résultats de l'étude comparative obtenus nous ont permis de conclure que :

- ✓ L'huile d'olive *Oléa Europea L* est plus stable et résistante que l'huile de grain de lin *Linum Usitatissimum* par sa richesse en polyphénol totaux 220 mg.
- ✓ La densité des deux huiles est similaire 0,932g/ml ce qui nous amène à dire que l'huile d'olive et l'huile de grain de lin sont pures.
- ✓ L'étude permet de classer l'huile d'olive parmi les huiles non siccative d'indice de réfraction de 1,46 qui est proche et comparable de l'huile de grain de lin.
- ✓ L'huile de grain de lin est à faible teneur en acidité 0,81%
- ✓ La composition en acides gras indique la richesse d'huile d'olive par les acides gras mono insaturés 72,3%, le majoritaire est l'acide oléique 69,1% ce qui permet de classer l'huile d'olive parmi les huiles oléiques. En revanche, l'huile de lin est riche en acides gras polyinsaturés 70% et les acides gras saturés 18,9%, donc les deux huiles ont des valeurs nutritionnelles intéressantes.
- ✓ L'augmentation d'indice de saponification d'huile d'olive 192,64% montre sa stabilité.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A

1. **Alexandra P., 2012** Le marché de l'huile d'olive : Situation et perspectives. pp : 1-74.
2. **Amirante P., Dugo G. et Gomez T. 2002.** Influence of technological innovation in improving the quality of extra virgin olive oil. *Olivae*, 93 :34-42.
3. **Argenson C. 1999.** Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL), *L'olivier*, 204.,
4. **Addou S ,2017** Etude des paramètres physico-chimiques et organoleptiques de l'huile d'olives de la variété siguoise dans la région de Tlemcen 2017
5. **Ahmidou O., Hammadi C. 2007.** Guide du producteur de l'huile d'olive. Projet de développement du petit entrepreneuriat agro-industriel dans les zones périurbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc. pp 1
6. **Argenson C. (2008).** La culture de l'olivier dans le monde, ses productions, les Tendances. *Le Nouvel Olivier*. 61: 8-11.
7. **AFNOR NF ISO280 (T75-112).** 1999. Huiles essentielles. Détermination de l'indice de réfraction (homologuée le 5 septembre 1994). Journal officiel du 23 février 1999, Num. 147 : Avis relatifs à l'homologation et à l'annulation de normes. NOR : ECOI9910009V.
8. **AFNOR 2013 ;** Association Française de Normalisation, norme NF EN ISO 3657. 2013. Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de l'indice de saponification.

B

9. **Bouguerra, 2011.** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. En vue de son utilisation comme conservateur alimentaire,
10. **Belluzzi, 2002)....**Fatty Acids for the treatment of Inflammatory Bowel Diseases. *Proceedings Nutrition Society*, 61(3), 391-395.
11. **Boskou, 1996).** Huile d'olive ; chimie et technologie. AOCS press, Champaign III.U.S.A, 1996.
12. **B. Ben Rouina. R. et H .Bentaher K. Gargouri, 2008)** «La récolte mécanique de l'olivier en tunisie,» Institut de l'olivier, 1087 Sfax - TUNISIA.
13. **Boussenadji, 2005)** L'huile d'olive et la santé. Santé plus n° 39-40 , Janvier-février 2005 .
14. **Bianchi, 1999).** Extraction Systems and olive oil. *OCL*, 6: 49 - 55.

- 15. Bloedon ET Szapary, 2004).** Flaxseed and cardiovascular risk. *Nutrition Review*, 62(1), 18-27.
- 16. Ben Hassine, 2013)** in Oudina M.A. Et Baziz A. Etude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois échantillons d'huiles d'olives Algérien. Mémoire de Master. Université des Frères MENTOURI Constantine.
- 17. Bellarbi et al 2011** Etude des composés nutritionnels et antinutritionnels des glands de chêne et l'efficacité nutritionnelle de leurs protéines chez le rat Wistar en croissance. Thèses pour l'obtention du Doctorat d'Etat en Sciences naturelles. Université Tlemcen.
- 18. Baccouri B., Ben Temime S., Campeol E., Luigi Cioni P., Daoud D., Zarrouk M., (2007a).** Application of solid-phase microextraction to the analysis of volatile compounds in virgin olive oils from five new cultivars. *Food Chemistry*. 102, p: 580-586

C

- 19. CABI, 2018)** (Centre for Agriculture and Biosciences International) Crop Protection Compendium. 2018. *Linum usitatissimum* datasheet. Disponible à l'adresse : <https://www.cabi.org/cpc/datasheet/31053> [16 février 2018].
- 20. C. O .I (2006) :** Conseil Oléicole International). Guide gestion de la qualité de l'industrie d'extraction de l'huile de grignons d'olive, 2006 ; T.33-1 /Doc.
- 21. Cimato, 1990.** La qualité de l'huile d'olive vierge et les facteurs agronomiques. *Olivae*, 31, 20-23.
- 22. Chimi H, 2006).** Transfert de technologie en agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. Département des sciences alimentaires et nutritionnelles IAV Hassan II, Rabat. ISSN : 1114-0852.
- 23. Christian Pinatel 2013).** Association Française Interprofessionnelle de l'Olive AFIDOL : Acidité de l'huile d'olive.

D

- 24. Diaz A., Rallo P., De la Rosa R., 2006.** Self- and cross-incompatibility mechanism: a strategy to ensure high variability in olive populations. *Oléa*, 25: 29-35.
- 25. Daun J, Barthet V, Chornick T, Duguid S. 2003.** Structure, composition and variety development of flaxseed. In: *Thompson, L., Cunanne, S. edition. Flaxseed in Human Nutrition. Second Edition Champaign, Illinois*, p1-40.

- 26. DiGiovacchino L. 1991.** L'extraction de l'huile d'olive par le système de la pression, de la centrifugation et de la percolation: incidence des techniques d'extraction sur les rendements en huile. *Olivae*, 36:14-40..
- 27. Di Giovacchino L .1996.** Influence of extraction system on olive oil quality. *Olivae*, 63:52- 63.
- 28. Di Giovacchino L., Solinas M. et Miccoli M. 1994.** Effect of extraction systems on the quality of virgin olive oil. *Journal American of Chemistry*, 71:11:52-63.
- 29. Diederichsen, A., Ulrich, A. 2009.** Variability in stem fibre content and its association with other characteristics in 1177 flax (*Linum usitatissimum L.*) gene bank accessions. *Ind Crop Prod*, 30 (1):33–39.
- 30. De Ginestel G. (1998)** Les procédés du cacao. *dans: Cacao et chocolat : production, Utilisation, caractéristiques.* Pontillon J. ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris, France, pp.
- 31.Djaziri, 2012** Etude de l'activité hypolipidimiant de l'huile d'*Olea europaea* var *oleastre* chez le rat « Waster » 12

E

- 31.Endo J, Arita M (2016)** Cardio protective mechanism of omega-3 polyunsaturated fatty acids. *J Cardiol* 67:22–27. <https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2015.08.002>

F

- 32.Fabbri A., Benelli C., 2000.** Flower bud induction and differentiation in olive. *J. Hort. Sci.Biotech.*, 75: 131-141.
- 33.Food and Agriculture Organisation, 2003.** Marché [En ligne] [http://www. Unctad. Org/ infocomn/ Français/ olive/ marche. htm.](http://www.Unctad.Org/infocomn/Français/olive/marche.htm) (Page consultée en 2003), Antioxydant effect of natural phenols on olive oil. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 68:669- 671.
- 34.Fernald M. L. 1950.** Gray's Manual of Botany. Eighth edition (Corrected Printing, R.C. Rollins, 1970). D. Van No strand Company, New York, NY.
- 35.Fataneh H.B. et al., 2018** Chemical, Rheological and Nutritional Characteristics of Sesame and Olive Oils Blended with Linseed Oil 2018

G

- 36.Gill, K. S. 1987.** Agronomy. In: Linseed. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, India, pp.241–268.

- 37.Goyal, A.; Sharma, V.; Upadhyay, N.; Gill, S.; Sihag, M.** Flax and flaxseed oil: An ancient medicine & modern functional food. *J. Food Sci. Technol.* **2014**, 51, 1633–1653.
- 38.Gharbi I., Issaoui M., Hammami M.,(2014).** oil crops and supply chain in Africa la filière oléagineuse en Afrique. www.ocl-journal.org/fr/
- 39.Giuseppe Fontanazza et al., 1997.** Chapitre 03 : Aspects Génétiques et techniques de la propagation pour une plantation intensive *in* Encyclopédie Mondiale de l'olivier Ed. Conseil Oléicole international. Espagne
- 40.Ghezlaoui, 2011.** Influence de la variété, Nature du sol et les conditions climatiques sur la qualité des huiles d'olives des variétés *Chemlal, Sigoise et d'Oléastre* dans la Wilaya de Tlemcen. Mém. Mag. Univ. Tlemcen,
- 41.Geves, 2012.** Centre d'Etudes et de Contrôle des Variétés et des Semences.
- 42.Gulfray M., Kasuar R., Arshad G., Mahmoud S., Minhas N., Javid Assad M., Ahmad A., Siddique F., (2009).** Isolation and characterization of edible oil from wild olive. *African Journal Biotechnology*. Vol. 8 (16), p: 3734-3738

H

- 43.Himour S., 2006.** Etude comparée de régénération de plants par voie végétative en culture in vitro. Mémoire de Magister en biologie et physiologie végétale, Univ. Mentouri, Constantine,
- 44.Harwood J., Aparcio R. (2000).** Handbook of olive oil: analysis and properties, Ed. Gaithersburg, Maryland, USA: Aspen publications. pp 620.
- 45.Heli Jroy R.D, Shanna Lundy M.S, Chad Eriksen B.A, Beth K. 2007.** Flaxseed: A Review of Health Benefits. *Pennington Nutrition N°5*,

I

- 45.ITAF, 2006)** Catalogue des variétés Algériennes d'olivier P86-87.
- 46.ITAF, 2012.** La culture de l'olivier. Tessala El Merdja-Birtouta - Alger. pp 1-37.

J

- 47.Jacotot B., 1999.** Huile d'olive et lipoprotéines. *OCL* 6(1), 84-85..
- 48.Jacotot, B. 1993.** L'huile d'olive, de la gastronomie à la santé. *Editions Artulen*

K

49.Kratz M. et al 2002. Effect of dietary fatty acids on the composition and oxidizability of low density lipoprotein. *European Journal of Clinical Nutrition*. 56 (1) pp 72-81.

50.Keys A., Menotti A., Karyonem M.J., Blackburn H., Buzina R., Diodordivic B.S., Dontas A.S., Fidanza F., Keys M.H., Kromhout D., Neducovic S., Punsar S., Seccarereccia F., Toshima H. (1986). The diet and 15 year deathrate in seven countries study. *Am. J. Epidemiol.* 124, 90

L

51.Lavee S. (1997). Biologie et physiologie de l'olivier. *Encyclopédie Mondiale De L'Olivier*, ed. COI, Madrid, Espagne, pp. 60-110.

52.Loussert et Brousse, 1978). L'olivier, Ed. *Maisonneuve et Larose*, Paris, 1:45

53.Lumaret R., Ouazzani N., Michuad H., Vivier G., Deguilloux M. F., Di Giusto F., 2004. Allozyme variation of oleaster populations (wild olive tree) (*Olea europaea* L. in the Mediterranean basin. *Heredity*, 92:343-351.

54.Labalette F, Landé N, Wagner D, Roux-Duparque M, Saillet E. 2011. La filière lin oléagineux française : panorama et perspectives. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 18(3), 113-122.

55 .Lion P.H., (1955). Travaux pratiques de chimie organique. Ed Dunod. Paris.

M

56.Mohamed K.A. (2016). Mise en service d'une nouvelle huilerie à Sebdou. *L'Econews* « info économique et financière en continu ».

57.Messaoud Ahlam, 2017). Contribution à l'étude de la qualité de l'huile de lin (*Linum usitatissimum*) par des méthodes physico-chimiques.

58.Maas E et Hoffman G. (1977). Cropsal tolerance-current assessment. *Journal of Irrigation and drainage division*. 103: 115-134.

60.Maillard (1975 L'olivier ». Ed. Invulfec .

61 .Mendil M., et Sebai A. (2006). L'olivier en Algérie. ITAF, Alger, Algérie

62.Mercury M., Tschan W., Kehoe R. et Kuechler A. 2007. The presence of depression and anxiety in Parkinson disease. *Disease-a-Month*, 53(5):296-301.

63.Matos L.C., Cunha S.C., Amaral J.S., Pereira J.A., Andrade P.B., Seabra R.M. et

64.Oliveira B.P.P. 2007. Chemo metric characterization of three varietal olive oils

(Cvs.*Cobrançosa*, *Maduraland VerdealTransmontana*) extracted from olives with different maturation indices. *Food Chemistry*, 102:406-414..

65.Moussaoui R. (2007). Valorisation des sous-produits de l'huilerie d'olive : grignons et margarines. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie ; 133p.

66.Michelakis N. (1992). L'amélioration de la qualité de l'huile d'olive en grec. Passé, présent et avenir. *Olivae*; 42 : 22-28p.

67.Motard-Bélangier A. et al, 2008. Study on the effects of Trans fatty acids from ruminants on blood lipids and other risk factors for cardiovascular disease. *American Journal of Clinicat Nutrition*. 87 (3) pp 593-599.

N

68.Nkondjock A., Shatenstein B., Maisonneuve P. et Ghadirian P. 2003. Assessment of risk associated with specific fatty acids and colorectal cancer among French-Canadians in Montreal: a case-control study. *International Journal of Épidémiologies*, 32 (2):200-209.

O

69.Oomah B. D. (1999) Flaxseed as a functional food source. *Journal of the science of food and agriculture*, **81**, pp. 889-894.

70.Oomah B. D., Mazza G. (1999) Health benefits of phytochemicals from selected Canadian crops. *Trends in Food Science & Technology*, **10**, 6-7,

71.Ollé M. (2002). Direction de la concurrence .de la consommation et de répression des fraudes interrégionales de Montpellier. Dossier P3325.Technique d'analyse. Vol papier n° :TA₄.

72.Ouhammi L., MehdiouiW, 2020 Enrichissement de l'huile d'olive – Bejaia 2020

P

73.Papadopoulos G. et Boskou D 1991. Antioxydant effect of natural phenols on olive oil. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 68:669- 671.

74.Pierre L, Lis L. 2011. Secrets des plantes. France. Artémis.

75.Przybylski, 2001).Przybylski, R. 2001. Flax oil and high linolenic oils. In Bailey's industrial oil and fat products. 6th edition. Edited by Shahidi F. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc; 281–301.

76.PeronaJ.S.Alonso A .et Martinez-Gonzalez M .2010. Virgin olive oil and blood pressure in hypertensive elderly subjects. *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prévention*, 85:807- 812.

R

77.Rabies, Z., and Tahmasebi, S. (2012). Traceability of Origin and Authenticity of Olive Oil. In *Olive Oil Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions*, D. Boskou, ed. (In Tech).

78.Rugini E., Gutierrez-Pesce P., Spanpanato P. L., Ciarmiello A., D'Ambrosio C., 1999. New perspective for biotechnologies in olive breeding: morphogenesis, in vitro selection and gene transformation. *Acta. Hort.*, 474: 107-110.

79.Rhizopoulou, S. (2007). *Oleaeuropaea*L. A Botanical Contribution to Culture. *Environ. Sci. .*

80.Rotondi A., Magli M., Ricciolini C., Baldoni L., 2003. Morphological and molecular analyses for the characterization of a group of Italian olive cultivars. *Euphytica*, 132: 129 137.

81.Ryan, 1998.Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 1998 ; 72

82.Rotondo S., De Gaetano G., (2000). Protection from cardiovascular disease by wine and its derived products. Epidemiological evidence and biological mechanisms. *World Review of Nutrition and Dietetics*.87 : 90-113

83.Rombaut N. 2013. Etude comparative de trois procédés d'extraction d'huile : aspects qualitatifs et quantitatifs : application aux graines de lin et aux pépins de raisin, Thèse de doctorat (Université de Technologie Compiègne),

84.Renouard, 2011). Régulation transcription elle de la biosynthèse des liganes du lin (*linumositatissimum* et *linumflavum*) et amélioration de l'extraction de Liganes.Science du vivant, Thèse de doctorat (Université d'Orléans)

85.Rodri'guezY,Christophe AB (2005) Long-chain x6 polyunsaturated fatty acids in erythrocyte phospholipids are associated with insulin resistance in non-obese type 2 diabetics. *ClinChimActa* 354:195–199. <https://doi.org/10.1016/j.cccn.2004.11.018>

S

- 86. Shimon L., 1997:** Biologie et physiologie de l'olivier. Encyclopédie mondiale de l'olivier pp : 61-105. **Sébastien, 2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive: Entre Tradition et Innovation (UNIVERSITE D'AVIGNON ET DES PAYS DE VAUCLUSE).
- 87. Senani N., Moulti-Mati F. (2012).** Etude du pouvoir antifongique des extraits phénoliques issus des margines de la variété chamlal (*oleaeuropea*) sur deux souches, *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*. *Tunisian Journal Medicinal Plants and Natural Products*, Vol.8, N°1, pp.44-48.
- 88. Savoie, 2008).** Etude multi-échelles de la séparation solide-liquide dans la trituration du lin oléagineux, Thèse de doctorat (Université de Technologie, Compiègne),
- 89. Sayed Ahmed B, 2018).** Etude de l'agroraffinage de graines d'Apiaceae, Lamiaceae et Chénopodiacées pour la production de molécules biosourcées en vue d'application en industrie cosmétique 2018
- 90. SEKOUR B., (2012).** Phytoprotection de l'huile d'olive vierge par ajout des plantes végétales Université MHAMED BOUGARA BOUMERDES.
- 91. Servilli M., Selvaggini R., Esposito S., Taticchi A., Montedoro G.F., Morozzi G., (2004).** Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: Agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *J. Chromatogr.*; 1054, p: 113-127.

T

- 92. Terral J. F., Arnold-Simard G., 1996.** Beginnings of olive cultivation in eastern Spain in relation to Holocene bioclimatic changes. *Quaternary Res.*, 46:176–85.
- 93. TousJetFerguson L, 1996)** Mediterranean fruits .In :Progress in New Corps .ASHS Press, Arlington VA.,416-430
- 94. Thomé O. W. (1905)** Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz. Gera, Reuss
- Toro-Vazquez J. F., Infante-Guerrero R. (1993) Regressional models that describe oil absolute viscosity. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **70**, 11, pp. 1175-1119.
- 95. Turpault, 2015** un grand fournisseur de lin en France.
- 96. Tzang et al., 2009).** Effects of dietary flaxseed oil on cholesterol metabolism of hamsters. *Food Chemistry*, 114, 1450-1455.

V

97.Vossen, 2007) Olive Oil: History, Production, and Characteristics of the World's Classic Oils. 42, 8.

98.Van Zeist ET Bakker-Heeres, 1975). Evidence for linseed cultivation before 6000 BC. J. Archaeological Sci. 2, 215–219.

99.Villa P, 2003).La culture de l'olivier. DE.vitthi.

W

100.Westcott N. A., Muir A. D. 2003. Flax seed lignan in disease prevention and health promotion. *Phytochem Rev* 2:401–417.

Y

101.Yangui T., Dhouib A., Rhouma A. et Sayadi, S. 2009. Potential of hydroxytyrosol-rich composition from olive mill wastewater as a natural disinfectant and its effect on seeds vigourresponse. *Food Chemistry*, 117:1-8.

Z

102.Zohary. D ET Spigel R., 1975 Beginnings of fruit growing in the old world. *Science*. 187: 319-327

103.Zohary D, 1995. Olive. *Olea europea* (Oleaceae) .In: Smartt .J ET Simmonds N.w., "Evolution of Corps Plans". Longman Scientific et Technique .United Kingdon,pp.379-282

Les sites:

- <http://www.selection.ca/cuisine/nutrition/graines-de-lin-bienfaits-vertus/>)
- (<https://lolivierforge.com>)