



الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريش  
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi - B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaire

Spécialité : Qualité des produits et sécurité des aliments

## Thème

### Activité antioxydante des huiles d'olives enrichies par quelques plantes médicinales

Présenté par :

TOUKALI Imane

BENOUELHA Zohra

Devant le jury :

**Président :** M<sup>r</sup> GUISSOUS Mokhtar MCB (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

**Encadrant :** M<sup>me</sup> HADDACHE Lamia MCB (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

**Examineur :** M<sup>me</sup> MANALLAH Imane MAA (Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi)

Année universitaire : 2019/2020

# *Remerciement*

*Nous remercions tout d'abord ALLAH le tout puissant  
de nos avoir donné la santé, la patience, la puissance  
et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*On tient à exprimer toute notre reconnaissance et notre  
profond gratitude à notre Encadreur de recherche madame  
Haddache Lamia d'avoir accepté de diriger ce travail, pour  
touts ses orientations et ses précieux conseils.*

*On adresse nos remerciements les plus sincères  
à Monsieur GUISSOUS M. pour l'honneur qu'il nous fait en  
acceptant de présider ce jury.*

*On tient à remercier profondément  
Madame Manallah I. d'avoir examiné ce travail.*

*Enfin, nous remercions nos familles respectivement ainsi que  
nos proche et nos amis pour le soutien infailible qu'ils nous  
ont apporté tout au long de nos études.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail :*

*Deux personnes très chères qui ont partagé mes joies et mes peines, qui ont été toujours à mes cotés, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui :*

*Ma mère et Mon père*

*Nul mot ne parviendra jamais à vous exprimer l'amour que je te porte. Je vous présente ma pleine gratitude et mon profond respect, j'espère que Dieu vous accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur*

*A Mes très chères sœurs :*

*Fatima et sa famille Ahlame et sa famille et Hadile*

*A mon frère : Sif Edinne*

*A mes nièces: Amani Meriem et Rimas*

*A mes très chers amis :Dallale, Assia, wissam et Rabia*

*A ma collègue «Zahra » qui a partagée avec moi ce travail.*

*A tous mes camarades de la promotion QPSA 2020.*

*Imane*



## *Dédicace.*

*Je dédie ce travail :*

*À mes très chers parents : Abed EL Hamid et Benchikhe S.*

*Pour leur soutient, leur amour et leur encouragement.*

*A Mes chères sœurs : Ibtissem, Amel, Fadhila*

*A Mes frères : Abed El Madjid et sa famille et Abed El Raouf*

*À mon oncle, ma tante, mes cousins et cousines.*

*À mes chères amis (es) et particulièrement,*

*Amira, Ahlame, Manel, Amira, Imane, Manel, Rima, Houda, Nedjma,*

*À mon binôme « Imane » qui a partagée avec moi ce travail.*

*A tous les enseignants qui ont contribué et qui m'ont aidé à accomplir*

*mon cursus universitaire*

*Et à ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.*

*A vous tous merci.*

*Zahra*



---

|  |   |
|--|---|
| Liste des figures  |   |
| Liste des tableaux   |   |
| Liste des abréviations   |   |
| Introduction.....  | 1 |
| <i>Synthèse bibliographique</i>  |   |
| <b>Chapitre I : Huile d’olive</b>  |   |
| I.1 L’olivier .....  | 2 |
| I.1.1.Historique .....   | 2 |
| I.1.2.Oléculture en Algérie et à Bordj Bou Arreridj .....                | 2 |
| I.2.L’Olive .....  | 3 |
| I.3.L’huile d’olive .....  | 4 |
| I.3.1. Les différentes catégories d’huile d’olive .....                  | 4 |
| II.1.1.L’huile d’olive vierge .....                                      | 4 |
| □ L’huile d’olive vierge extra .....                                     | 4 |
| □ L’huile d’olive vierge.....  | 4 |
| □ L’huile d’olive vierge courante. ....                                  | 4 |
| I.3.1.2. L’huile d’olive raffinée .....                                  | 5 |
| I.3.1.3. L’huile de grignon d’olive .....                                | 5 |
| I.3.2. Les procédés technologiques d’extraction de l’huile d’olive ..... | 5 |
| I.3.2.1. Récolte des olives.....   | 5 |
| I.3.2.2. Transport des olives .....                                      | 5 |
| I.3.2.3. Effeuilage et lavage .....                                      | 5 |
| I.3.2.4. Broyage .....   | 5 |
| I.3.2.5. Malaxage de la pâte .....                                       | 6 |
| I.3.2.5. Extraction de l’huile .....                                     | 6 |

---

|  |           |
|--|-----------|
| A) Système discontinu d'extraction par presse .....  | 6         |
| B) Système discontinu d'extraction par centrifugation .....  | 6         |
| C) Système d'extraction continu avec centrifugation .....  | 6         |
| <b>I.3 .3.Composition chimique de l'huile d'olive .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>I.3.3.1.La fraction saponifiable .....</b>  | <b>8</b>  |
| I.3.3.1.1. Les acides gras .....   | 8         |
| I.3.3.1.2.Les triglycérides .....  | 9         |
| <b>I.3.3.2.Fraction insaponifiable .....</b>   | <b>10</b> |
| I.3.3.2.1. Les composés phénoliques.....   | 10        |
| I.3.3.2.2. Les tocophérols .....   | 10        |
| I.3.3.2.3. Les Hydrocarbures .....   | 10        |
| I.3.3.2.4.Les stérols .....  | 10        |
| I.3.3.2.5. Les Pigments .....  | 11        |
| <b>I.4.Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive .....</b>                                 | <b>11</b> |
| <b>Chapitre II : Enrichissement de l'huile d'olive avec des plantes médicinales</b>                    |           |
| <b>II.1- Généralités .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>II.2- Les plantes médicinales .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>II.2.1- <i>Pistacia Lentiscus</i>.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>II.2.2- Le thym (<i>Thymus sp.</i>).....</b>  | <b>13</b> |
| <b>II.2.3- Romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>).....</b>  | <b>13</b> |
| <b>II.3- L'Enrichissement de l'huile d'olive avec les plantes médicinales .....</b>                    | <b>14</b> |
| <b>II.3.1- Méthodes d'analyses .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>II.3.2- Etude 1 : Enrichissement de l'huile d'olive par feuilles de <i>Pistacia Lentiscus</i>..</b> | <b>14</b> |
| <b>II.3.2.1- Matériel végétal .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>II.3.2.2- Préparation du mélange huile/poudre des feuilles <i>Pistacia</i>.....</b>                 | <b>15</b> |
| <b>II.3.2.3- Analyses de l'activité antioxydante avant et après enrichissement .....</b>               | <b>15</b> |
| <b>II.3.2.4-Résultats obtenus.....</b>   | <b>16</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>II.3.3- Etude 2 : Enrichissement de l'huile d'olive par le thym (<i>thymus sp</i>) et le romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>).....</b> | <b>18</b> |
| <b>II.3.3.1. Matériel végétal.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>II.3.3.2. Préparation du mélange huile d'olive /thym / romarin .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>II.3.2.3- Analyses de l'activité antioxydante avant et après aromatisation .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>II.3.3.4- Résultats obtenus .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>Conclusion .....</b>  | <b>25</b> |
| <b>Références bibliographiques</b>   |           |
| <b>Résumé</b>  |           |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1</b> : Schéma d'une coupe transversale d'une olive .....   | 4  |
| <b>Figure 2</b> : Système continu d'extraction avec centrifugation à 3 phases.....  | 7  |
| <b>Figure 3</b> : Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases.....  | 8  |
| <b>Figure 4</b> : Teneurs en polyphénols totaux de l'huile d'olive non traitée et des huiles enrichies avec la poudre des feuilles de <i>Pistachia L.</i> .....           | 17 |
| <b>Figure 5</b> :Teneurs en flavonoïdes de l'huile d'olive non traitée et des huiles enrichies avec la poudre de des feuilles de <i>Pistachia L.</i> .....                | 17 |
| <b>Figure 6</b> :Pourcentage d'inhibition du radical DPPH de l'huile d'olive non traitée et des huiles enrichies avec la poudre des feuilles de <i>Pistachia L.</i> ..... | 18 |
| <b>Figure 7</b> : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH des différents échantillons d'huiles d'olive témoins et d'huiles aromatisées au thym et au romarin.....        | 24 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau I</b> :Les teneurs des principaux acides gras des huiles d'olives . . . . .  | 9  |
| <b>Tableau II</b> : Les teneurs des principaux triglycérides des huiles d'olives . . . . .  | 9  |
| <b>Tableau III</b> :Dénomination des différents échantillons.....   | 19 |
| <b>Tableau IV</b> : Teneur en polyphénols totaux des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym et au romarin. .... | 21 |

**AGPI** : Les acides gras polyinsaturés

**AlCl<sub>3</sub>** : trichlorure d'aluminium

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

**Ha** : Hectare

**hl** : hectolitres

**HDL** : High Density Lipoproteins (bon cholestérol)

**J.C** : Jésus Christ

**LDL** : Low Density Lipoproteins (mauvaise cholestérol)

**mg EAG/kg** : milligramme d'équivalents d'acide gallique par 1 kg d'échantillon

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : carbonate de sodium

**OOO**: trioléine

**OOL**: Dioléolinoléine

**POO**: palmitoyl dioléine



*Introduction*

Depuis des siècles, l'olivier est compagnon de la vie des hommes. L'huile d'olive est la plus ancienne huile alimentaire connue, c'est un produit méditerranéen par excellence (**Henry, 2003**). On la retrouve à travers l'histoire, depuis la civilisation grecque jusqu'à nos jours.

L'huile d'olive est la principale source de matières grasses du régime méditerranéen qui sont bien connus pour leurs effets bénéfiques pour la santé humaine (**Vielle, 2010**). Elle est l'une des huiles végétales rares, qui peut être consommée sous sa forme brute sans traitement préalable (**Boskou, 1996**).

L'huile d'olive est un produit intéressant, d'un point de vue nutritionnel, tout d'abord pour sa composition en acide gras (**Vielle, 2010**), et à la présence de quantités considérables de caroténoïdes, de composés phénoliques, notamment, les flavonoïdes. Les polyphénols sont des antioxydants qui confèrent à cette huile sa stabilité contre des oxydants (**vielle et al., 2010**)

Ces dernières années, il y a eu un intérêt pour l'amélioration de la qualité nutritionnelle de l'huile d'olive, par un enrichissement endogène en améliorant les conditions du procédé lui-même, ou par enrichissement exogène en incorporant des antioxydants.

De nos jours, les extraits et les poudres sèches d'échantillons d'espèces de plantes médicinales et aromatiques sont utilisés pour le développement d'une médecine alternative (**Baydar et al., 2004**), ils sont en général de très bons antioxydants (**Alain et al., 2010**).

L'objectif de notre étude consiste en une synthèse bibliographique de trois études, portant sur l'évaluation de l'activité antioxydante des huiles d'olives vierges enrichies par les plantes médicinales : le romarin (*Rosmarinuse officinalis L.*); Le thym (*Thymus sp.*) et *Pistacia lentiscus L.*.

Ce présent manuscrit s'articule sur deux chapitres :

- Chapitre I : une synthèse bibliographique relative à l'huile d'olive.
- Chapitre II : une synthèse bibliographique sur des études expérimentales réalisées par des étudiants de fin de cycles dans le même but de cette étude.



# Synthèse bibliographique





# Chapitre I : Huile d'olive



## I.1 L'olivier

### I.1.1. Historique :

Dans l'Antiquité, l'olivier était un arbre sacré et fruitier, symbole de vie et d'abondance, à cause d'utilisation de toutes ses parties : feuilles, rameaux, bois, fruits, huile, et cette dernière était destinée à de multiples applications comme onguent pour le cuire, comme huile pour les lampes ou bien dans un but thérapeutique (**Breton et al., 2012**). L'oléiculture est l'une des plus anciennes cultures de la région méditerranéenne où elle a occupée depuis la préhistoire une place importante (**Abdessemed et al., 2017**). L'origine de l'olivier se situe en Asie mineure, depuis six mille ans avant J.C. il est apparu en premier temps en Palestine, la Syrie et le Liban (**C.O.I., 2006**), puis au gré des conquêtes et de l'expansion commerciale, on le retrouve en, Italie, Tunisie, Algérie au Maroc et dans le midi de la France (**Breton et al., 2006**). Et à ce jour, chaque civilisation du pourtour méditerranéen s'est approprié l'olivier comme partie intégrante de sa société, et considéré tant qu'ingrédient central dans le régime alimentaire quotidien dans la plupart des cultures grâce à ses effets bénéfiques reconnus sur la santé et à ses propriétés nutritionnelles (**Breton et al., 2012**).

L'olivier a poursuivi son expansion au-delà de la Méditerranée avec la découverte de l'Amérique en 1492. En 1560, on trouve des oliviers au Mexique, au Pirou, au Californie, et en Argentine **C.O.I. (1998)**. Au cours de périodes plus récentes, l'olivier se trouve dans l'Afrique du Sud, l'Australie, le Japon ou la Chine (**Cavallès, 1938**).

### I.1.2. Oléiculture en Algérie et à Bordj Bou Arreridj

Selon les chiffres avancés par l'Instance internationale de contrôle de la production d'huile d'olive, l'Algérie a produit lors de la saison 2016/2017, 66.700 tonnes d'huile d'olive contre 80.000 tonnes en 2017/2018, occupant ainsi la 9<sup>ème</sup> place au niveau mondial.

La wilaya de Bordj Bou Arreridj est classée 5<sup>ème</sup> au niveau national en matière de production d'huile d'olive, après Bejaia, Tizi-Ouzou, Bouira et Boumerdès (**DSA, 2019**). Durant la campagne 2019/2020, l'oléiculture dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj occupe une bonne place, qui dispose de près de 2467445 d'oliviers Avec une superficie totale de 26 320 ha. La production d'huile d'olive est de 37303 hl.

### I.1.3. La classification botanique de L'olivier

L'olivier appartient à la famille des Oléacées, le genre est appelé *Olea* qui est constitué plus de 30 genres et 600 espèces, La classification de L'olivier Selon **Breton, 2006** est comme suit :

**Embranchement** : Magnoliophyta

**Sous embranchement** : Magnoliophytina

**Classe** : Magnoliopsida

**Sous classe** : Asteridae

**Ordre** : Scrophulariales

**Famille** : Oleaceae

**Genre** : *Olea*

**Espèces** : *Olea europaea L*

L'espèce *Olea europaea L.* se subdivise en fonction de la forme des feuilles et des fruits en deux sous-espèces:

- ✓ *Olea europaea sylvestris* : L'olivier sauvage ou oléastre poussant spontanément dans la garrigue.
- ✓ *Olea europaea sativa* : L'olivier cultivé qui possède de nombreuses espèces.

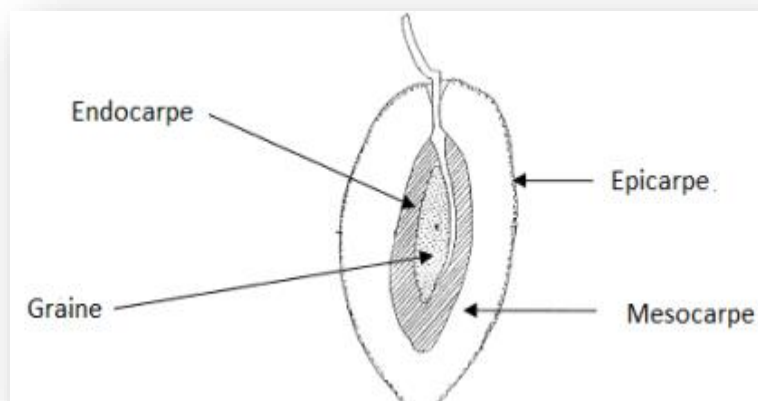
### I.2.L'Olive :

L'olive est une drupe à peau lisse, à enveloppe charnue renfermant un noyau très dur, osseux, qui contient une graine. Sa forme ovoïde est typique (**Gigon et Jeune, 2010**). La figure N° 01, illustre le schéma d'une coupe transversale d'une olive.

Selon **Bianchi (2003)**, l'olive est constituée de :

- ✓ **L'épicarpe (peau)** : Un tissu protecteur recouvert de cires représente environ 1 à 3% du poids de la drupe. Lors de la maturation il change la couleur du vert clair au violet et noir.
- ✓ **Le mésocarpe (pulpe)** : charnu, riche en huile, représente 70 à 80 % du poids du fruit
- ✓ **Endocarpe (noyau)** : contenant une graine, représente 18 à 22 % du poids du fruit.





**Figure 1** : Schéma d'une coupe transversale d'une olive (Bianchi, 2003)

Les principaux constituants de l'olive sont : Eau, (50 %) ; huiles (22%) ; polyphénols (1,5 %) ; protéines (1,5 %) ; sucres (18 %) ; cellulose (5,5 %) ; minéraux (cendres) (1.5%) (Benlemlih *et* Ghanama, 2016).

### I.3.L'huile d'olive

Selon le Conseil Oléicole International (C.O.I. (2015)) ; L'huile d'olive est désignée exclusivement l'huile extraite du fruit de l'olivier (*Olea europaea L*) à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de ré-estérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature.

#### I.3.1. Les différentes catégories d'huile d'olive :

**II.1.1.L'huile d'olive vierge** : Sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile. Selon C.O.I. (2019), On distingue plusieurs classes :

- **L'huile d'olive vierge extra** : C'est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est 0,8 gramme pour 100 grammes d'huile.
- **L'huile d'olive vierge** : C'est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum 2 grammes pour 100 grammes.
- **L'huile d'olive vierge courante** : C'est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 grammes pour 100 grammes d'huile.

**I.3.1.2. L'huile d'olive raffinée :** Huile d'olive obtenue par le raffinage d'huiles d'olives vierges dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, ne peut être supérieure à 0.3g pour 100g (C.O.I., 2019).

**I.3.1.3. L'huile de grignon d'olive :** C'est une l'huile obtenue par traitement aux solvants ou d'autres procédés physiques, des grignons d'olive, à l'exclusion des huiles obtenues par des procédés de ré-estérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (C.O.I., 2019).

### **I.3.2. Les procédés technologiques d'extraction de l'huile d'olive :**

#### **I.3.2.1. Récolte des olives :**

La récolte devrait être effectuée à une période optimale permettant de tirer un meilleur rendement en huile (Ahmidou *et* Hammadi, 2007).

Les olives doivent être de bonne qualité et présenter toutes les conditions optimales (fruits non abîmés, au stade optimal de maturité) et dans un bon état sanitaire au moment de la récolte (El Antari *et al.*, 2000).

#### **I.3.2.2. Transport des olives :**

Dans le souci de conserver les caractéristiques de qualité des olives, il est nécessaire de transporter immédiatement vers les moulins, dans des caisses à claire voie en matière plastique permettant la circulation de l'air (Ahmidou, 2007).

#### **I.3.2.3. Effeuilage et lavage :**

La présence des feuilles lors du broyage détériore les caractéristiques organoleptiques de l'huile avec apparition de la couleur verdâtre et d'un goût désagréable. L'opération d'Effeuilage suivi par lavage pour les débarrasser de toutes les impuretés (terre, poussière, résidus des produits phytosanitaires) dans le but de conserver la qualité nutritionnelle de l'huile d'olive (Di Giovacchino *et al.*, 2002).

#### **I.3.2.4. Broyage :**

Consiste à la dilacération du tissu des olives et à libérer les gouttelettes d'huile des vacuoles contenues dans les cellules végétales (Inarejos-García *et al.*, 2011; Labdaoui, 2017).

### **I.3.2.5. Malaxage de la pâte :**

Consiste en un brassage lent et continu de la pâte d'olive qui favorise la réunion des gouttelettes d'huile pour faciliter la séparation de l'huile (**Di Giovacchino et al., 2002**). Il a pour but d'augmenter le rendement d'extraction (**Ghanbari et al., 2012**).

### **I.3.2.5. Extraction de l'huile :**

Une fois la pâte d'olive homogénéisée et la coalescence effectuée, l'étape suivante consiste en la séparation de la phase solide et de la phase liquide. Deux systèmes de séparation des phases sont utilisés: un système de presse et un système de centrifugation horizontale (**Argenson, 1999**).

#### **A) Système discontinu d'extraction par presse :**

Ce système utilise des presses métalliques ou, le cas échéant des presses hydrauliques, La pâte issue du broyage est empilée sur des courtins, à raison de 5 à 10kg par courtins, cette opération doit être réalisée de manière progressive (**Chimi, 2006**).

La durée totale de l'opération varie entre 45 à 60 min. Sous l'action de la pression, la pâte d'olive dégage le moût huileux (huile et margines), la séparation de l'huile des margines se fait, par décantation ou par centrifugation (**Chimi, 2006**).

#### **B) Système discontinu d'extraction par centrifugation :**

La méthode de centrifugation est un processus continu qui peut séparer grâce à la force centrifuge l'huile d'olive des autres phases de la pâte d'olive que sont les margines et les grignons (**Nadour, 2015**).

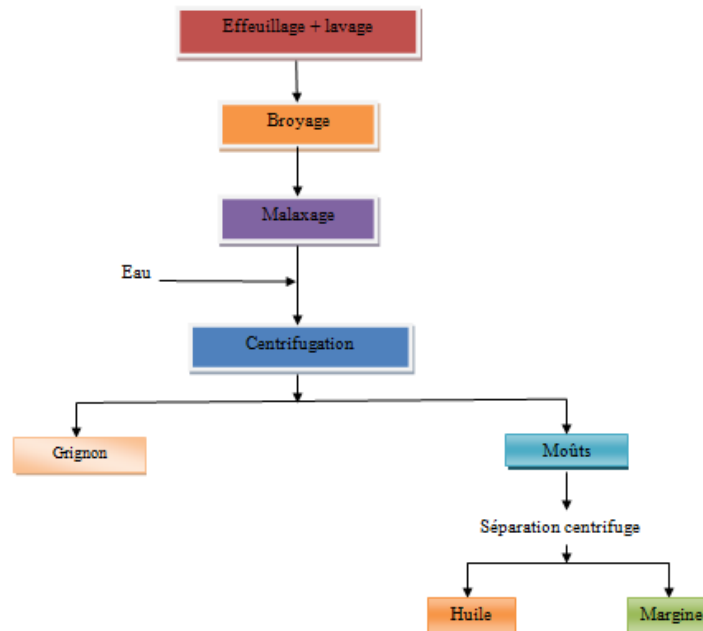
Il utilise des centrifugeuses horizontales appelées « décanteurs », qui permettent l'amélioration des rendements et la productivité des huileries (**Chimi, 2006**).

#### **C) Système d'extraction continu avec centrifugation**

##### **C1) Procédé continu à trois phases :**

Les trois phases sont : huile, margines et grignon. Ce système nécessite deux centrifugations : Une centrifugeuse horizontale qui isole les grignons de la phase liquide, ensuite une centrifugeuse verticale afin de séparer l'huile des margines. Il nécessite de l'eau tiède pour une meilleure séparation. Ce procédé d'extraction a permis de réduire les

coûts de transformation et la durée de stockage des olives (Ben Hassine *et al.*, 2013). Le système continu d'extraction avec centrifugation à trois phases est représenté par la figure n°2.

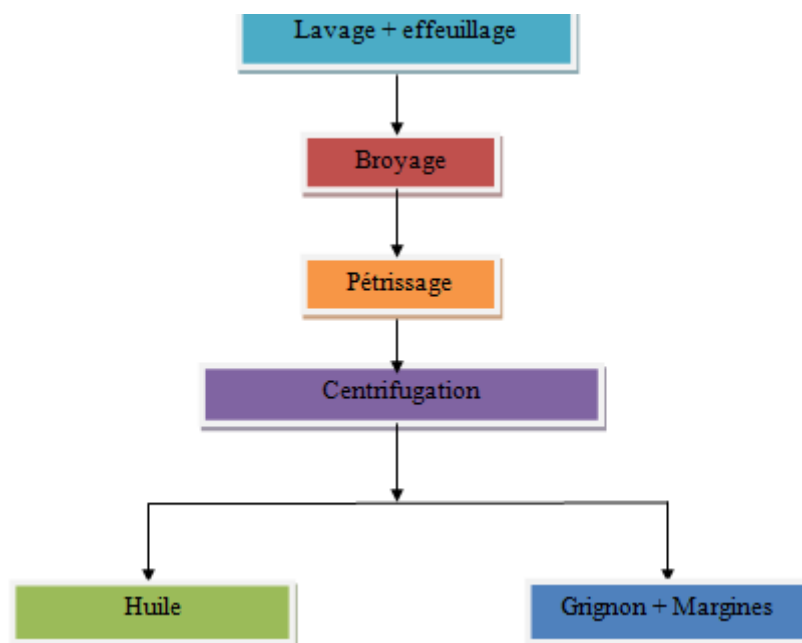


**Figure 2:** Système continu d'extraction avec centrifugation à 3 phases

(Ben Hassine *et al.*, 2013).

### C<sub>2</sub>) Procédé continu à deux phases :

Ce présent procédé d'extraction d'huile d'olive fonctionne avec un nouveau décanteur avec centrifugation à deux phases (l'huile et les grignons) qui ne nécessite pas l'adjonction d'eau pour la séparation des phases huileuses et les grignons humidifiés. Il permet l'obtention de rendements en huile légèrement plus élevés que les autres (Chimi, 2006). Le système continu d'extraction avec centrifugation à deux phases est représenté par la figure n°3.



**Figure 3** : Système continu d'extraction avec centrifugation à 2 phases

(Ben Hassine *et al.*, 2013).

### I.3 .3.Composition chimique de l'huile d'olive :

L'huile d'olive est un mélange complexe de différents composés chimiques peuvent être classés en deux grands groupes ; une fraction saponifiable (96 à 98% de l'huile) et une fraction insaponifiable (2 à 4% de l'huile) (Kiritsakis, 1993 ; Angerosa *et al.*, 2004).

#### I.3.3.1.La fraction saponifiable :

##### I.3.3.1.1. Les acides gras :

Les acides gras sont les constituants de base de la grande majorité des lipides, ils se trouvent généralement liés au glycérol en formant les triacylglycérols ou à l libre suite à l'hydrolyse de ces derniers (Boukroune, 2018). Ils sont présents soit à l'état mono insaturés, polyinsaturés et saturés, qui représentent respectivement de 71% l'acide oléique ,10% l'acide linoléique et 13% l'acide palmitique (Dahl *et al.*, 2016).

Le tableau suivant représente les teneurs des principaux acides gras des huiles d'olives.

**Tableau I** :Les teneurs des principaux acides gras des huiles d'olives (C.O.I., 2015).

| Acides gras           | Formule | Teneurs (%) |
|-----------------------|---------|-------------|
| Acide myristique      | C14 :0  | ≤ 0,03      |
| Acide palmitique      | C16 :0  | 7.50-20     |
| Acide palmitoléique   | C16 :1  | 0 ,30-3,50  |
| Acide heptadécanoïque | C17 :0  | ≤ 0,3       |
| Acide héptadécénoïque | C17 :1  | ≤ 0,3       |
| Acide stéarique       | C18 :0  | 0,50-5      |
| Acide oléique         | C18 :1  | 55-83       |
| Acide linoléique      | C18 :2  | 2,50-21     |
| Acide linoléinique    | C18 :3  | ≤ 1         |
| Acide arachidique     | C20 :0  | ≤ 0,6       |
| Acide gondoïque       | C20 :1  | ≤ 0,4       |
| Acide béhénique       | C22 :0  | ≤ 0,2       |
| Acide lignocérique    | C24 :0  | ≤ 0,2       |

### I.3.3.1.2. Les triglycérides :

Les triglycérides constituent la principale composante de l'huile d'olive (98%), la majoritaire se présente sous forme de trioléine (**ooo**). Ils résultent de l'estérification des trois fonctions alcools du glycérol par trois acides gras (**Ryan et al., 1998; Boskou et al., 2006**). Les principaux triglycérides présents dans l'huile d'olive sont représentés dans le tableau n°II.

**Tableau II**: Les teneurs des principaux triglycérides des huiles d'olives (**Ryan et al., 1998**)

| Nature | % des glycérides |
|--------|------------------|
| OOO    | 40-60            |
| POO    | 10-20            |
| OOL    | 10-20            |
| POL    | 5-7              |
| SOO    | 5-7              |

O: Acide oléique ; L: Acide linoléiques ; P : Acide palmitique

### I.3.3.2. Fraction insaponifiable :

#### I.3.3.2.1. Les composés phénoliques :

Les polyphénols confèrent une grande stabilité oxydative à l'huile d'olive vierge. Outre leur propriété anti-oxydante, ils possèdent d'intéressantes propriétés nutritionnelles et organoleptiques (**Ollivier *et al.*, 2004**).

La classe des phénols comprend de nombreuses substances, telles que les composés phénoliques simples comme les acides vanillique, gallique, coumarique et caféique, le tyrosol et l'hydroxytyrosol et des composés plus complexes comme les secoiridoïdes (oleuropéine et ligstroside) et les lignanes (**Visioli *et Galli*, 2002 ; Tripoli *et al.*, 2005**).

#### I.3.3.2.2. Les tocophérols :

Les tocophérols sont des composés importants de l'huile d'olive en raison de leur contribution à la stabilité oxydative et aux qualités nutritionnelles de l'huile (**Henry, 2003**). Ils sont présents sous quatre formes ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$ ) dans l'huile d'olive, l' $\alpha$ -tocophérol en représente 90 % de la totalité des tocophérols, mais on trouve également le bêta et le gamma tocophérol, alors que le delta tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces (**Psomiadou *et al.*, 2000**).

#### I.3.3.2.3. Les Hydrocarbures :

Le principal hydrocarbure de l'huile d'olive est le squalène. Celui-ci apparaît dans la voie de la biosynthèse du cholestérol et autres stérols, il représente de teneur entre 400 - 450 mg/100g dans l'huile d'olive extra vierge (**Owen *et al.*, 2000**).

le squalène est caractérisé par une stabilité élevée sous des conditions d'autooxydation et contribue ainsi à la stabilité de l'huile après exposition à la lumière (**Grigoriadou *et al.*, 2007**).

#### I.3.3.2.4. Les stérols :

Les stérols représentent les constituants majeurs de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive. Ils sont présents sous forme libre ou estérifiée avec les acides gras (**Philips *et al.*, 2002**). Leur teneur varie suivant la variété des olives et leur degré de maturité (**Gutierrez *et al.*, 1999**). Le Principale stérol dans les huiles d'olive est Le  $\beta$ -sitostérol, qui s'oppose à l'absorption intestinale du cholestérol (**Osland, 2002**).

#### I.3.3.2.5. Les Pigments :

La couleur de l'huile d'olive est due essentiellement à la présence de pigments colorants : des chlorophylles, et caroténoïdes (**Ryan *et al.*, 1998**).

Les chlorophylles sont dotées d'un pouvoir pro-oxydant lorsqu'elles sont exposées à la lumière et action antioxydante à l'obscurité (**Minguez-Mosquera, 1991; Gandul-Rojas *et Minguez-Mosquera*, 1996**).

Les pigments caroténoïdes surtout présent dans l'huile d'olive est le  $\beta$ -carotène (provitamine A) (**Kataja-Tuomol, 2008**) qui possède une activité antioxydant (**Nieves Criado *et al.*, 2008**).

#### I.4. Intérêt diététique et nutritionnel de l'huile d'olive :

L'huile d'olive a un impact sur le plan nutritionnel (**Benrachou, 2013**) et une action bénéfique dans la prévention de certaines maladies. Ces bienfaits proviennent à sa composition en acides gras mono-insaturés (l'acide oléique) et en antioxydants naturels (**Perez-Jimenez, 2005**).

L'acide oléique est le principale acides gras mono-insaturé qui contribue à l'augmentation du taux des HDL, et à la diminution de l'oxydation des LDL, donc diminuant le risque d'athérosclérose et des maladies cardiovasculaires telles que hypertension (**Jacotot *et al.*, 1985; Delplanque *et al.* 1999; Visioli *et al.*, 2002**).

La richesse d'huile d'olive en antioxydants tels que les composés phénoliques, les stérols et les tocophérols ont des effets bénéfiques sur la santé; elles interviennent dans la lutte contre de diverses pathologies : l'athérosclérose, certains types de cancers, les pathologies cérébrales, les dégénérescences liées au vieillissement accéléré (**Covas, 2007**). Outre ces effets antioxydants, les composés phénoliques exercent une action anti inflammatoire (**Beauchamp *et al.*, 2005**).



# **Chapitre II**

## Enrichissement de l'huile d'olive avec des plantes médicinales



## II.1- Généralités

Depuis les temps les plus anciens, les grandes civilisations ont eu recours aux plantes médicinales pour leurs propriétés thérapeutiques, cosmétiques, chimiques, diététiques, pharmaceutiques, agro-alimentaires et industrielles (**Lahsissene et al., 2009**). Ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques (**Zeghad, 2009**).

La combinaison des plantes médicinales avec l'huile d'olive est très connue par leur effet bénéfique sur la composante en antioxydants. Ce qui a fait, l'objet de plusieurs travaux récents qui consistent à l'évaluation de l'activité antioxydante d'huile avant et après l'enrichissement par ces plantes et leur effet sur la stabilité de l'huile d'olive.

Des travaux sur l'enrichissement de l'huile d'olive avec quelques plantes médicinales : *Pistacia Lentiscus*, le thym (*Thymus sp.*) et le romarin (*Rosmarinus officinalis*).

## II.2- Les plantes médicinales

### II.2.1- *Pistacia Lentiscus*

*Pistacia lentiscus L.*, le lentisque, arbre au mastic ou pistachier lentisque, est un arbuste poussant dans les garrigues et surtout les maquis des climats méditerranéens (**Djerrou, 2011**). On le retrouve sur tout type de sol, En Algérie subhumide et semi-aride (**Bougherara, 2015**). La plante est de la famille des Anacardiaceae. Le nom pistachier vient du grec « pistakê », le nom lentisque vient du latin « lentus » qui signifie visqueux (**Djerrou, 2011**).

*Pistacia lentiscus L.* est un arbrisseau ramifié de trois mètres de hauteur. Les feuilles persistantes, possédant un nombre pair de folioles (4 à 10) d'un vert Sombre, elliptiques. Il Produit des baies globuleuses rouge vif il devient brunâtre à sa maturité en automne. Les fleurs en grappes spiciformes denses, naissant 1 ou 2 à l'aisselle d'une feuille et égalant au plus la longueur d'une foliole (**Bougherara, 2015**).

*Pistacia lentiscus L.* est une source riche en huile essentielle (représente 0,14-0,17% du poids des feuilles) (**Romani et al., 2002**), acides gras tels que l'acide oléique, l'acide palmitique et l'acide linoléique (**Trabelsi et al., 2012**), ainsi que constituants

mineurs, tels que les tocophérols, les phytostérols et des composés phénolique (**Dhifi et al., 2013**).

### II.2.2- Le thym (*Thymus sp.*)

Le thym, une plante très répandue dans le Nord-Ouest Africain (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye). C'est une plante appartenant à la famille des Lamiacées (Labiées), originaire de l'Europe, l'Asie de l'ouest et la Méditerranée (**Dob et al., 2006**).

Le thym provient du grec "thymus" du mot latin "thymus" qui signifie « parfumer». Une autre interprétation étymologique considère qu'il provient du mot grec « Thymos » qui signifie « courage et force » (**Hazzit, 2008**).

Le thym est un sous-arbrisseau ramifié, vivace, très feuillé, pouvant atteindre 40 cm de hauteur, La tige est très ramifiée, Ils possèdent de petites feuilles recourbées sur les bords de couleur verte foncé. Les fleurs sont violacées ou rouges avec une corolle bilabée. Le Thym a une odeur forte, aromatique très agréable, une saveur amère et chaude (**Demerji, 2012**).

Les huiles essentielles du thym sont composées par les molécules aromatiques d'origine végétale présentant une très grande diversité de structure. Le thymol et le carvacrol sont les principaux composés retrouvés dans les huiles essentielles de thym (**Loziene et al., 2007**). En plus de l'huile essentielle *Thymus sp* fait partie des espèces riches en flavonoïdes (hespéridines, eriotrécinés et narirutines), ainsi que les acides phénoliques (acide caféique et acide rosmarinique) (**Takeuchi et al., 2004**).

### II.2.3- Romarin (*Rosmarinus officinalis*)

*Rosmarinus officinalis* est une plante de la famille des Lamiacées, originaire des régions Méditerranéennes (**Fadili et al., 2015**). Il pousse spontanément dans le Sud de l'Europe (France, l'Espagne, Italie, Corse et en Portugal) et dans l'Afrique du nord (Tunisie, Maroc et en Algérie) (**Heinrich et al., 2006**).

Le nom de la plante provient du latin (**ros et marinus**) qui signifie rosée de la mer, cette appellation pourrait s'appliquer au parfum de la plante. A la couleur de sa fleur ou même à sa prédilection pour le littoral ; *officinalis* rappelle les propriétés médicinales de la plante (**Bnazzeddine, 2010**).

Le romarin est un arbrisseau toujours vert touffu, peut atteindre jusqu'à 1,50 m de hauteur, (Touafek *et al.*, 2004). À des feuilles sessiles, persistantes, opposées, linéaires et coriaces, beaucoup plus longues que larges, enroulées légèrement aux bords. Les fleurs, bleu pâle ou lilas clair maculées de taches violettes, sont groupées en inflorescences spiciforme. (Bruneton, 2009). La floraison commence dès le mois de février, parfois en janvier, et se poursuit jusqu'en avril-mai (Teucher *et al.*, 2005).

*Rosmarinus officinalis* est une source riche en huiles essentielles contient : de l'α – pinène, de la verbénone , du camphre , de l'eucalyptol , du bornéol , de l'acétate de bornyle et du camphène comme principaux composants (Touafek *et al.*, 2004). En plus de l'huile essentielle on trouve dans le romarin les composés phénoliques tel que : les acides phénoliques, les flavonoïdes et les diterpènes (Culvier *et al.*, 1996).

## II.3- L'Enrichissement de l'huile d'olive avec les plantes médicinales

### II.3.1- Méthodes d'analyses

Les principales analyses utilisées pour évaluer l'activité antioxydante avant et après enrichissement de l'huile d'olive avec les plantes médicinales sont : Extraction et dosage des polyphénols totaux, dosage des flavonoïdes et le test de piégeage du radical DPPH (2,2-diphényl-1 picrylhydrazyl).

### II.3.2- Etude 1 : Enrichissement de l'huile d'olive par feuilles de *Pistacia Lentiscus*.

Cette étude s'est déroulée à l'université Mohamed El Bachir El Ibrahimy (Borj Bouarrérij) et réalisée par les étudiantes Bachra Hansali et Boulaares Ahlem, promotion (2019), sur le thème : Enrichissement de l'huile d'olive par des antioxydants naturels (feuilles de *Pistacia Lentiscus*).

#### II.3.2.1- Matériel végétal

L'huile d'olive est récoltée durant la campagne 2018/2019, de la région de Djaafra et les feuilles plante *Pistacia Lentiscus* ont été récoltée en mois d'Avril au niveau d'une région montagneuse du Djaafra.

Les feuilles récoltées sont nettoyées, séchées et broyées en poudre.

### II.3.2.2- Préparation du mélange huile/poudre des feuilles *Pistacia*

Trois (3) mélanges d'huile d'olive /poudre des feuilles de *Pistacia* sont réalisés à raison de 10%, 20% et 30%. Les mélanges sont agités pendant 24 heures à température ambiante.

Les différentes analyses physico-chimiques sont précédées par la filtration de l'huile d'olive pour éliminer les différents débris de la plante.

### II.3.2.3- Analyses de l'activité antioxydante avant et après enrichissement

#### a) Extraction des polyphénols totaux

Pour extraire les composés phénoliques, le protocole suivant est suivie : 10 g d'huile d'olive (à 0,01 g près) et 10 ml de solution méthanolique (méthanol/eau 80/20, v/v) sont placés dans un tube à centrifuger. On agite pendant 10 minutes au Vortex. Après centrifugation, pendant 15 min à 3800 rpm, la phase méthanolique est récupérée et transférée dans une fiole jaugée de 50 ml. L'opération est reconduite 2 fois et on complète au trait de jauge avec la solution méthanol/eau (80/20). Les 3 phases récupérées sont portées sous un rota vapeur à une température de 40°C pour échapper le solvant, puis mis au congélateur (-22°C) pendant 12 heures (Pirisi *et al.*, 2000).

#### b) Dosage des polyphénols totaux

Après extraction, la fraction phénolique est déterminée par un dosage colorimétrique selon la méthode préconisée par Vasquez Roncero *et al.*, 1973, avec quelques modifications.

Les extraits éthanoliques sont dilués pour obtenir une absorbance finale comprise entre 0.5 et 1. Une gamme étalon est réalisée en milieu aqueux (5 points de concentrations) avec un standard ; l'acide gallique.

Pour réaliser le dosage : 500 µl de réactif Folin-Ciocalteu et 450 µl d'eau distillée ont été ajoutés à un tube contenant 50 µl d'extrait avec agitation vigoureuse. Après 3 minutes, 400 µl de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (75 g.L<sup>-1</sup>) ont été additionnés. Les tubes ont été incubés à l'obscurité pendant 90 minutes. L'absorbance est lue à 725 nm contre un blanc qui contient le méthanol au lieu de l'extrait.

La teneur en phénols totaux est donnée en mg d'équivalent d'acide gallique (EAG/kg) d'huile d'olive), elle a été déduite de la courbe d'étalonnage ( $y=0.011x-0.0009$ ) provenant de la régression linéaire des valeurs obtenues pour la solution standard.

**c) Dosage des flavonoïdes**

Le dosage des flavonoïdes est réalisé suivant la méthode de (**Braz, 2012**). Un volume de 2 ml de l'extrait est mélangé à 1ml de la solution de trichlorure d'aluminium  $AlCl_3$  à 2% (dans le méthanol). Après incubation à l'obscurité pendant 15 min et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 430 nm. La quantité de flavonoïdes est exprimée en mg équivalent de quercétine dans un kg d'huile d'olive, en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec la quercétine ( $y=0.0348x-0.015$ ) provenant de la régression linéaire des valeurs obtenues pour la solution standard.

**d) Test de piégeage du radical libre DPPH**

Le principe de ce test se résume en la capacité de l'extrait à réduire le radical libre DPPH (2,2-diphényl-1 picrylhydrazyl) de couleur violette foncée, qui se transforme en coloration jaunâtre (après réduction). Cette décoloration est mesurable par spectrophotométrie (**Brand-Williams et al., 1995**).

Un volume de 1,5 ml d'extrait est mélangé avec un même volume de solution méthanolique de DPPH ( $10^{-4}M$ ). La décoloration par rapport au témoin, contenant le DPPH et le solvant, est mesurée au spectrophotomètre à 515nm après 60 min d'incubation à l'obscurité (**Lesage-Messsen et al., 2001**).

L'activité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH selon la formule ci-après:

$$\% \text{ d'inhibition du DPPH} = [(\text{abs témoin} - \text{Abs d'échantillon}) / \text{Abs témoin}] * 100$$

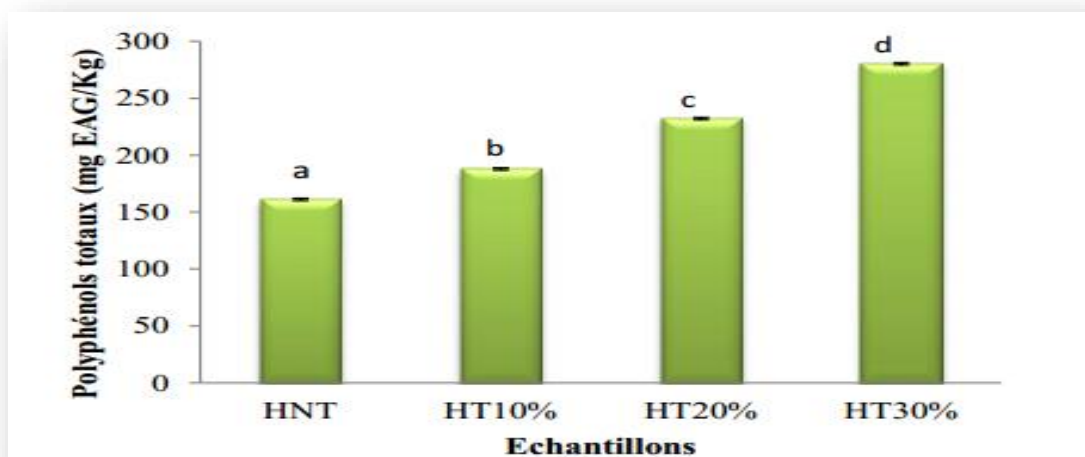
**e) Analyse statistique**

Chaque test est réalisé en trois essais et le résultat représente la moyenne des trois mesures. Le traitement des résultats obtenus a été se fait à l'aide d'une étude statistique en utilisant le logiciel STATISTICA (5,5). En appliquant une analyse de la variance (ANOVA), suivie du test LSD. Le degré de signification des résultats est pris à la probabilité ( $p < 0,05$ ).

**II.3.2.4- Résultats obtenus**

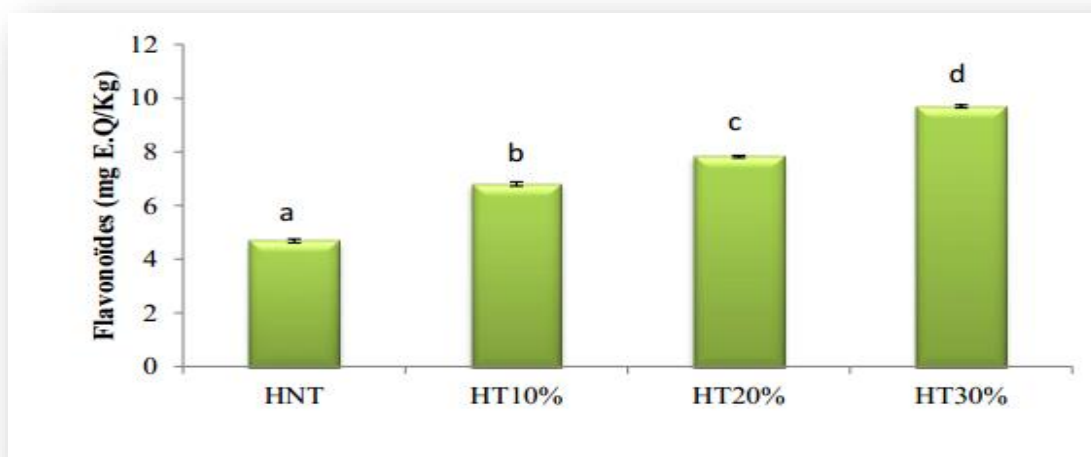
La teneur en polyphénols totaux de l'huile d'olive non traitée est d'environ  $161,03 \pm 2,08$  mg EAG/kg. Cette teneur est augmentée de 14,25 % ( $187,8 \pm 0,9$  EAG /kg),  $44,10$

% ( $232,06 \pm 0,94$  EAG /kg) et 74,04 % ( $280,27 \pm 0,37$  EAG /kg), pour les huiles enrichies à 10 %, 20 % et 30 % respectivement (Figure 8).



**Figure 4:** Teneurs en polyphénols totaux de l'huile d'olive non traitée et des huiles enrichies avec la poudre des feuilles de Pistachia L.

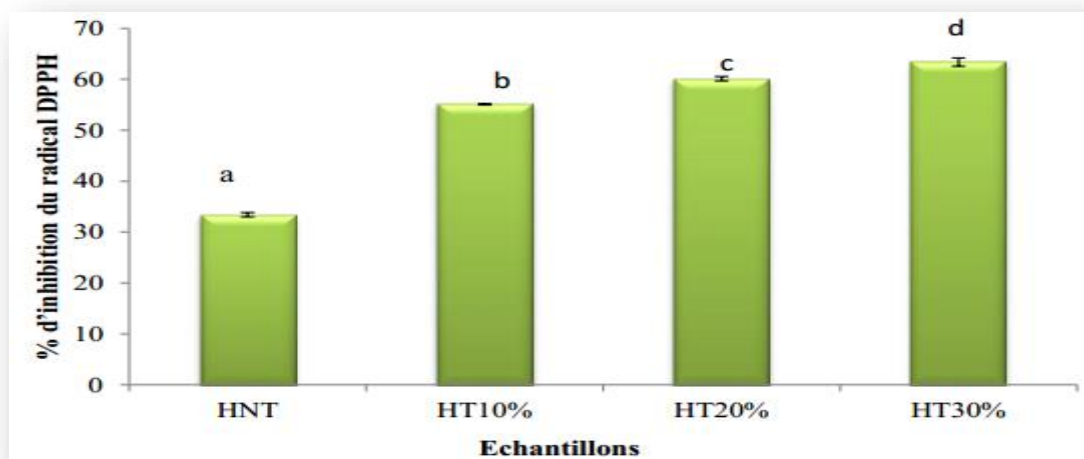
Les teneurs en flavonoïdes qui sont passées de  $4,68 \pm 0,16$  mg Q/kg pour l'huile non traitée à  $6,805 \pm 0,36$  ;  $7,82 \pm 0,39$  et  $9,7 \pm 0,59$  mg Q/kg pour les huiles d'olive enrichies à 10, 20 et 30 % respectivement (Figure 9).



**Figure 5 :** Teneurs en flavonoïdes de l'huile d'olive non traitée et des huiles enrichies avec la poudre de des feuilles de Pistachia L.

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits méthanoliques des huiles d'olives montre que les meilleurs pourcentages d'inhibition du radical DPPH sont enregistrés pour les huiles enrichies avec des taux de  $55,09 \pm 0,81\%$  ;  $60,13 \pm 0,42\%$  et

63,40 ± 0,13% pour les concentrations de 10, 20 et 30 % respectivement, par rapport à l'huile non enrichie (33,42 ± 0,06%).



**Figure 6:** Pourcentage d'inhibition du radical DPPH de l'huile d'olive non traitée et des huiles enrichies avec la poudre des feuilles de *Pistachia L*

Cette étude montre que l'enrichissement de l'huile d'olive avec la poudre des feuilles de *pistachia lentiscus* a relativement augmenté le rendement en antioxydants.

### II.3.3- Etude 2 : Enrichissement de l'huile d'olive par le thym (*thymus sp*) et le romarin (*Rosmarinus officinalis*)

Le travail s'est déroulé à Université A. MIRA - Béjaia par les étudiantes **Amour Seloua et Birouche Thiziri**, promotion (2018) sur le thème : Activité antioxydante d'une huile d'olive aromatisée.

#### II.3.3.1. Matériel végétal

L'huile d'olive extra vierge commerciale dénommée « Zzit IFRI », qui est produite par la société IFRI située à Ighzer Amokrane, Ahrik, commune Ouzellaguen, Bejaia, pendant la campagne oléicole 2017/2018.

Le thym (*Thymus sp.*) et le romarin (*Rosmarinus officinallis*) ont été récoltés au niveau d'une région montagneuse de la commune d'ADEKAR.



## II.3.3.2. Préparation du mélange huile d'olive /thym / romarin

Ils ont réalisé un mélange huile/thym à 10% et deux mélanges huile/romarin à 10% et à 5%, stockés à deux températures différentes: température ambiante et 30 °C. Les analyses sont réalisées après 20 jours, 30 jours et 40 jours de stockage.

Le tableau ci-après illustre la dénomination des différents échantillons

**Tableau III** :Dénomination des différents échantillons

| Echantillon       | Signification   |
|-------------------|---|
| (HTt0)            | Huile témoin sans stockage  |
| HTm/20J/Tam°C     | Huile témoin stockée à température ambiante pendant 20 jours                      |
| HTm/20J/30°C      | Huile témoin stockée à température 30°C pendant 20 jours                          |
| HAR/20J/Tam°C/5%  | Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température ambiante /20 jours         |
| HAR/20J/30°C/5%   | Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température 30°C /20 jours             |
| HAR/20J/Tam°C/10% | Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température ambiante / 20 jours       |
| HAR/20J/30°C/10%  | Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température 30°C / 20 jours           |
| HTm/30J/Tam°C     | Huile témoin stockée à température ambiante pendant 30 jours                      |
| HTm/30J/30°C      | Huile témoin stockée à température 30°C pendant 30 jours                          |
| HAR/30J/Tam°C/5%  | Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température ambiante / 30 jours        |
| HAR/30J/30°C/5%   | Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température 30°C / 30 jours            |
| HAR/30J/Tam°C/10% | Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température ambiante/30 jours         |
| HAR/30J/30°C/10%  | Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température 30°C /30 jours            |
| HTm/40J/Tam°C     | Huile témoin stockée à température ambiante /40 jours                             |
| HTm/40J/30°C      | Huile témoin stockée à température 30°C / 40 jours                                |
| HAR/40J/Tam°C/5%  | Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température ambiante / 40 jours        |
| HAR/40J/30°C/5%   | Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température 30°C /40 jours             |
| HAR/40J/Tam°C/10% | Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température ambiante pendant 40 jours |
| HAR/40J/30°C/10%  | Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température 30°C pendant 40 jours     |

### II.3.2.3- Analyses de l'activité antioxydante avant et après aromatisation

#### a) Extraction des polyphénols totaux

L'extraction des composés phénoliques a été réalisée selon le protocole décrit par **Favati et al. (1994)**. Après activation de la colonne (C18) avec 6 ml de méthanol et 10 ml d'hexane, 1 g d'huile est dissoute dans 10ml d'hexane, le mélange a été élué à travers la colonne d'octadecyle (C18). Puis lavé avec 2×5 ml d'hexane et enfin, l'élution est réalisée avec 2×4 ml du méthanol.

#### b) Dosage des polyphénols totaux

La méthode utilisée pour le dosage des polyphénols totaux est celle de **Favati et al. (1994)**. Dans des fioles de 20ml ; un volume de 2 ml de l'extrait méthanolique a été mélangé avec 5 ml de l'eau distillée et 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 3 min d'incubation, on ajoute 4 ml de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) à 10% et on ajuste avec de l'eau distillée jusqu'à 20 ml. Après incubation pendant 90 min à l'obscurité, les échantillons sont filtrés et l'absorbance est mesurée à 765 nm.

Les concentrations en polyphénols totaux des extraits méthanoliques d'huile d'olive sont exprimées en mg d'E.A.G/Kg d'huile d'olive, en se référant à une courbe d'étalonnage préparée avec l'acide gallique.

#### c) Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes est réalisé selon la méthode décrite par **Branz (2012)**, détaillée dans l'étude précédente.

#### d) Test de piégeage du radical libre DPPH

La méthode suivie est celle de **Lesage-Messsen et al. (2001)**, décrite dans l'étude 1.

#### e) Analyse statistique

Le traitement des résultats obtenus a été fait à l'aide d'une étude statistique en utilisant le logiciel STATISTICA (5,5). En appliquant une analyse de la variance (ANOVA), suivie du test LSD comme décrit dans l'étude 1.

### II.3.3.4- Résultats obtenus

Les résultats obtenus pour les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes sont illustrés dans le tableau IV.

**Tableau IV** : Teneur en polyphénols totaux des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym et au romarin.

| Echantillons      | Polyphénols totaux (mg E.A.G/Kg) | Flavonoïdes (mg E.Q/Kg)  |
|-------------------|----------------------------------|--------------------------|
| HT(t0)            | 79,66 ± 14,502 <b>k</b>          | 46,85 ± 2,941 <b>l</b>   |
| HTm/20j/Tam°C     | 41,86 ± 2,339 <b>ef</b>          | 12 ± 0 <b>cd</b>         |
| HTm/30j/Tam°C     | 52,92 ± 4,262 <b>ghi</b>         | 5,66 ± 0,77 <b>a</b>     |
| HTm/40j/Tam°C     | 44,26 ± 1,200 <b>efg</b>         | 9 ± 0 <b>b</b>           |
| HTm/20j/30°C      | 48,33 ± 1,827 <b>fj</b>          | 9 ± 0 <b>b</b>           |
| HTm/30j/30°C      | 21,16 ± 0,725 <b>ab</b>          | 9 ± 1 <b>b</b>           |
| HTm/40j/30°C      | 65,77 ± 8,678 <b>j</b>           | 12,66 ± 0,577 <b>de</b>  |
| HAT/20j/Tam°C/10% | 39,1 ± 2,752 <b>de</b>           | 24 ± 4 <b>j</b>          |
| HAT/30j/Tam°C/10% | 42,25 ± 2,616 <b>ef</b>          | 16 ± 0 <b>fg</b>         |
| HAT/40j/Tam°C/10% | 63,1 ± 6,913 <b>j</b>            | 13 ± 1 <b>de</b>         |
| HAT/20j/30°C/10%  | 39,1 ± 3,659 <b>de</b>           | 27,66 ± 1,527 <b>k</b>   |
| HAT/30j/30°C/10%  | 26,33 ± 1,527 <b>bc</b>          | 16,56 ± 1,109 <b>fgh</b> |
| HAT/40j/30°C/10%  | 32,8 ± 4,36 <b>cd</b>            | 17 ± 0 <b>gh</b>         |
| HAR/20j/Tam°C/5%  | 60,43 ± 1,925 <b>ij</b>          | 16 ± 0 <b>fg</b>         |
| HAR/30j/Tam°C/5%  | 26,74 ± 1,831 <b>bc</b>          | 12 ± 1 <b>cd</b>         |
| HAR/40j/Tam°C/5%  | 58,49 ± 0,577 <b>ij</b>          | 19,66 ± 0,577 <b>i</b>   |
| HAR/20j/Tam°C/10% | 20,43 ± 1,455 <b>ab</b>          | 9,33 ± 0,577 <b>b</b>    |
| HAR/30j/Tam°C/10% | 26,73 ± 2,553 <b>bc</b>          | 11,66 ± 0,577 <b>cd</b>  |
| HAR/40j/Tam°C/10% | 18,74 ± 1,515 <b>ab</b>          | 14,66 ± 0,577 <b>ef</b>  |
| HAR/20j/30°C/5%   | 57,28 ± 5,363 <b>hij</b>         | 13 ± 3 <b>de</b>         |
| HAR/30j/30°C/5%   | 17,04 ± 4,134 <b>a</b>           | 13 ± 1 <b>de</b>         |
| HAR/40j/30°C/5%   | 49,47 ± 13,364 <b>fgh</b>        | 12,66 ± 0,577 <b>de</b>  |
| HAR/20j/30°C/10%  | 36,46 ± 1,285 <b>de</b>          | 10 ± 0 <b>bc</b>         |
| HAR/30j/30°C/10%  | 21,89 ± 2,180 <b>ab</b>          | 18,66 ± 1,527 <b>hi</b>  |
| HAR/40j/30°C/10%  | 32,61 ± 3,338 <b>cd</b>          | 22,33 ± 0,577 <b>j</b>   |

\*Les valeurs portant les mêmes lettres dans une même colonne ne montrent aucune différence significative (p < 0,05).

### Les composés phénoliques

D'après l'analyse statistique, l'échantillon d'huile d'olive témoin (HTt0) présente la meilleure teneur en polyphénols par rapport au reste des échantillons.

Les teneurs en polyphénols totaux des échantillons témoins stockés à différentes températures ont enregistré des diminutions significatives ( $p < 0,05$ ) par rapport à l'échantillon témoin (HTt0) et les valeurs varient entre 21,16 mg E.A.G/Kg pour HTm/30J/30°C et 65,77 mg E.A.G/Kg pour HTm/40j/30°C.

➤ **L'échantillon d'huile aromatisé au thym :**

Les teneurs en polyphénols totaux des échantillons aromatisés au thym ont enregistré des diminutions souvent significatives ( $p < 0,05$ ) par rapport à leurs échantillons témoins correspondants, à l'exception de l'échantillon d'huile aromatisée au thym (HAT) stocké à température ambiante à 40 jours. À température ambiante et au cours du stockage, une augmentation progressive de la teneur en polyphénols totaux, au cours du temps, avec une valeur significativement élevée à 40 jours (HAT/40j/Tam°C : 63,1 mg E.A.G/Kg)

➤ **L'échantillon d'huile aromatisé au romarin :**

Les teneurs en polyphénols totaux des échantillons d'huile aromatisé au romarin ont enregistrées une diminution progressive et significative ( $p < 0,05$ ) de la teneur en polyphénols totaux au cours de 30 jours de stockage, suivi d'une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) au bout de 40 jours de stockage.

Une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) de la teneur en polyphénols totaux a été relevée pour les échantillons HAR/20j/Tam°C/5% et HAR/40j/Tam°C/5% par rapport à leurs témoins respectifs (HTm/20j/Tam°C et HTm/40j/Tam°C).

En comparant les huiles aromatisées aux deux plantes à 10%, il a été remarqué, que les échantillons aromatisés au thym sont plus riches en polyphénols totaux par rapport aux huiles aromatisées au romarin, et ces dernières à 5% sont plus riches par rapport à 10%.

L'augmentation des teneurs en polyphénols totaux a été expliqué par la décomposition des phénols complexes en libérant de l'hydroxytyrosol et de tyrosol (Perrin, 1992; Ollivier, 2004).

### **Les flavonoïdes**

Les résultats relatifs aux flavonoïdes (**Tableau IV**) montrent que les teneurs en ces derniers oscillent entre 5,66 mg E.Q/Kg (HTm/30j/Tam°C) et 46,85 mg E.Q/Kg pour l'échantillon (HTt0).

Les échantillons d'huile témoin (HTm) stockés à différentes températures et périodes de stockages ont enregistré des diminutions significatives ( $p < 0,05$ ) par rapport à l'échantillon témoin (HTt0).

➤ **L'échantillon d'huile aromatisé au thym**

Ils ont noté une diminution progressive et significative ( $p < 0,05$ ) au cours du temps de stockage de la teneur en flavonoïdes pour les huiles aromatisées au thym stockées à température ambiante.

Tous les échantillons aromatisés au thym ont enregistré une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) de la teneur en flavonoïdes par rapport à leurs échantillons témoins correspondants.

➤ **L'échantillon d'huile aromatisé au romarin :**

A partir de 20 jours de stockage, une augmentation progressive et significative ( $p < 0,05$ ) de la teneur en flavonoïdes au cours du temps pour les échantillons aromatisés au romarin à 10% pour les deux températures de stockage.

A l'exception des échantillons HAR/20j/Tam°C/10%, HAR/40j/30°C/5% et HAR/20j/30°C/10%, tous les autres échantillons aromatisés au romarin ont noté une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) par rapport à leurs échantillons témoins correspondants.

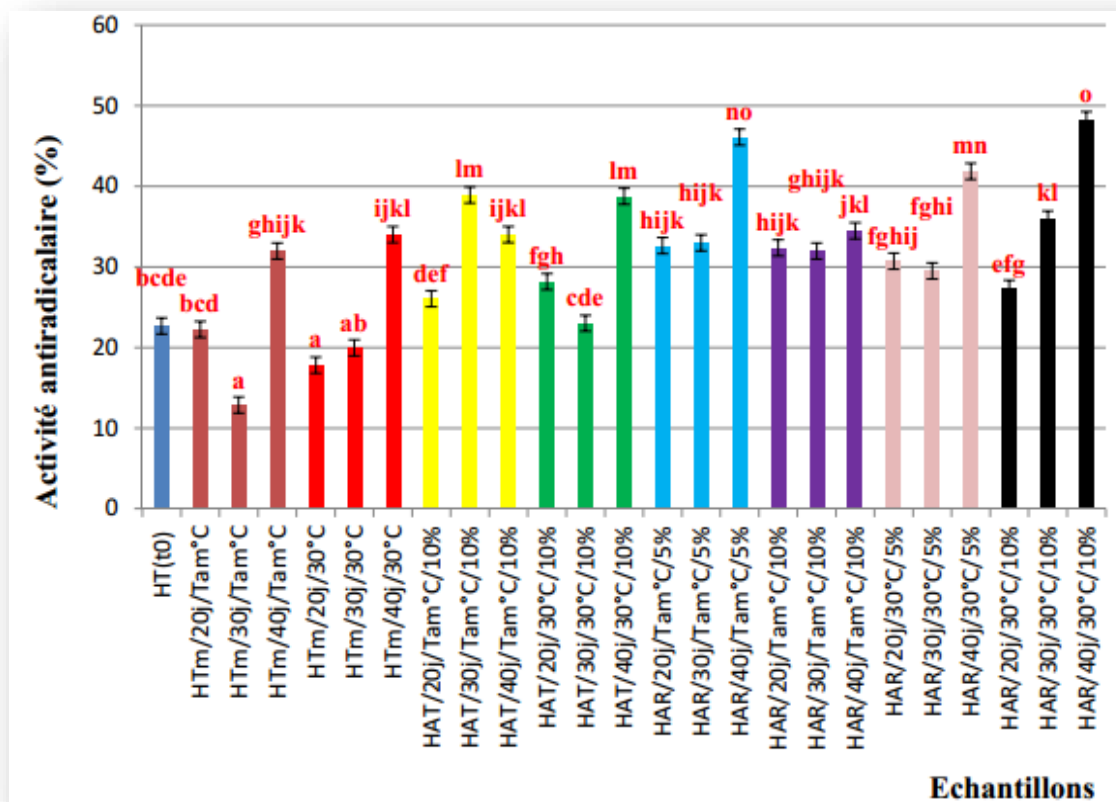
En général, ils ont noté des augmentations des teneurs en flavonoïdes pour les huiles aromatisées, cela pourrait être dû à l'enrichissement des huiles par les plantes ajoutées et le meilleur enrichissement a été noté pour l'échantillon aromatisé au thym : HAT/20j/30°C (27,66 mg E.Q/Kg).

**L'activité antiradicalaire**

Les résultats obtenus pour ce paramètre sont illustrés dans la **figure 7**.

Les résultats montrent que tous les échantillons d'huiles aromatisées ont enregistré une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) du pourcentage d'inhibition du radical DPPH° par rapport à leur témoins correspondants, à l'exception des échantillons aromatisés au thym et au romarin à 10% stockés à température ambiante.

Les meilleurs pourcentages d'inhibition sont enregistrés pour les huiles aromatisées au romarin. En effet, à température ambiante, le pourcentage le plus élevé est obtenu pour l'échantillon HAR/Tam°C/40j/5% (46,11%) et à 30°C, et une valeur de 48,28% qui correspond à l'échantillon HAR/30°C/40j/10%.



**Figure 4:** Pourcentage d'inhibition du radical DPPH des différents échantillons d'huiles d'olive témoins et d'huiles aromatisées au thym et au romarin.

\*Les valeurs portant les mêmes lettres ne montrent aucune différence significative ( $p < 0,05$ ),

\*Les barres verticales représentent les écarts types.

L'ajout des plantes aromatiques à l'huile a permis l'amélioration de l'activité anti radicalaire des extraits méthanoïques des huiles.



*Conclusion*

Ce travail est une synthèse des travaux déjà effectués par des étudiants des années précédentes sur l'étude de l'activité antioxydante des huiles d'olives enrichies avec quelques plantes médicinales. Les travaux choisis sont sur l'enrichissement de l'huile d'olive avec les plantes suivantes : le romarin (*Rosmarinus officinalis L.*), le thym (*Thymus sp.*) et les feuilles du pistachier (*Pistacia lentiscus L.*).

Les résultats de ces études ont montrés que l'incorporation des plantes dans l'huile d'olive a relativement aidé à améliorer son rendement en antioxydants notamment en composés phénoliques.

Une augmentation en polyphénols totaux de 14,25%, 44,10% et 74,04 % pour les huiles d'olives enrichies à 30, 40 et 50 % respectivement par les feuilles du pistachier. De même pour les teneurs en flavonoïdes.

Tous les échantillons aromatisés au thym et au romarin ont présentés des augmentations en polyphénols totaux et en flavonoïdes par rapport aux huiles non traitées, notant toutefois, que les échantillons aromatisés au thym sont plus riches en polyphénols totaux par rapport aux huiles aromatisés au romarin.

De plus, l'huile enrichie avec l'une de ces plantes, présente une activité anti radicalaire vis-à-vis du radical DPPH plus importante que l'huile brute.

Par conséquent, ces huiles produites peuvent constituer un potentiel aliment fonctionnel de part sa riche composition.

En perspective, il était souhaitable de réaliser ces analyses, mais il serait très intéressant de compléter ces travaux et poursuivre ces études par les analyses sensorielles et effectuer des enrichissements avec d'autres plantes médicinales, car en effet, ces richesses constituent un trésor inestimable qui pourrait être valorisé et utilisé ultérieurement comme des produits thérapeutique.



### A

**Ahmidou O., Hammadi C. (2007).** Guide du producteur de l'huile d'olive Préparé dans le cadre du 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.

**Alain D., Philippe B., Banga B N., Adou F Y., Jean D., N ' Guessan , Allico et Joseph D. (2010).** Activités antioxydants de dix plantes medicinales de la pharmacopéeivoirienne. Vol. 8 N1: 1 – 11.

**Amourettim C. et Comet G. (2000).** Le livre de l'olivier. Edisud, 191.

**Angerosa F., Mostallino R., Basti C., Vito R. (2001).** Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils. Food Chemistry, 72: 19-28.

### B

**Bammou M. Daoudi A. Slimani I. Najem M. Bouiamrine E. Ibijbijen J. et Nassiri L. (2015).** Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus L.*»: Étde ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. Journal of Applied Biosciences 86:7966– 7975.

**Bartsch H. (2000).** Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. Food Chem. Toxicol. 38: 647-59.

**Baydar H., Sađdic, O., Ozkan G., Karadođan T. (2004).** Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. Food Control. 15:169-172

**Benlemlih M. et Ghanam J. (2016).** Polyphénols de l'huile d'olive trésors sante! 2ème édition augmenté imprimé en France (Nouvelle Imprimerie Laballery), 1ER partie, chapitre 1. page 48. ISBN 978–2–87211–159–6.

**Bianchi G. (2003).** Lipids and phenols in table olives. European Journal of Lipids and Science Technology, 105: 229-242

**Boskou D. (1996).** Olive Oil ; Chemistry and Technology. American Oil Chemist's Society. Press : champaign, IL, USA, p.52-83.

## Références bibliographiques

**Boskou D., Blekas G. and Tsimidou M. (2006).** Olive oil composition In olive oil: Chemistry and Technology, Boskou, D., Ed. The American Oil Chemists' Society Press, p : 41-72.

**Boudissa L. et Bounab K. (2017).** Etude de l'effet des extraits de *Pinus halepensis* Mill et *Pinus pinea* L. sur la glycémie post prandiale chez des souris non diabétiques. p 3-5.

**Boukroune H. (2018).** L'oléiculture en petite kabylie : la qualité du produit participe au développement durable de la filière. Thèse de Doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1. p11 - 31

**Bougherare M. I. (2015).** Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de *Pistacia Lentiscus* et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques. Thèse de Doctorat. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA. p 3 9.

**Bnazzeddine S. (2010).** Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis –à- vis de *Sitophilus oryzae* (coleoptera ; curculionidea) et *Tribolium confusum* (coleoptera ; tenebrionidae) p 19.

**Branz A. (2012).** Antioxidant activity and phenolic composition of brizilin hoeny and their extracts J. Chem Sco, 15-22.

**Breton C., Medail F., Pinatel C., Bérville A. (2006).** De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de l'*Olea europea* L. dans le bassin méditerranéen. Cahiers Agriculture vol. 15, n°4.

**Breton C. Warnock P et Berville A., (2012).** Histoire de l'olivier. éd. Quae. France, p210

**Bruneton J., (2009)** Pharmacognosie Photochimie Plantes médicinales ,4<sup>ème</sup> éd. TEC& DOC. Lavoisier. Paris 285-288p

## C

**Chimi H., (2006)** Technologie d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA .

**C.O.I. : Conseil Oléicole International (2015).** Commercial applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive/ T.15/NC n 3/Rév. 8 Février 2015.

**Cuvelier M., Richard H., Berset C. (1996).** Activité antioxydante et composition phénolique d'extraits de plantes pilotes et commerciaux de sauge et de romarin, JAOCS. Vol(73), n°5 P: 645 – 652.

*D*

**Dahl W, J., Michael A., Tandlich & England J. (2016)** . Heath Benefits of Olive Oil and Olive Extracts1, FSHN16-P2-.

**Damerji S. (2012)**. La faune malacologique sur différentes plantes médicinales dans larégion de Tlemcen (Algérie nord-occidentale) Afrique Science. 08(1) :79 – 87.

**Dhifi W., Jelali N., Chaabani1 E ., M Beji M., Fatnassi S., Omri S. ,and Mnif W. (2013)**. Chemical composition of Lentisk (*Pistacia lentiscus* L.) seed oil. African Journal of Agricultural. Vol. 8(16). 1395-1400.

**Di Giovacchino L. (1991)**. L'extraction de l'huile des olives par les systèmes de la pression, de la centrifugation et de la percolation : incidence des techniques d'extraction sur les Rendements en huile. *Olivae*, 21 (10) : 15-37

**Di Giovachino L ,Sestili S. and Di Vincenzo D. (2002)**. Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *European Journal of Lipids and Science Technology*, (104). pp:587–601.

**Djerro Z. (2011)**. Etude les effets pharmaco toxicologiques des plantes médicinales d'Algérie : activité cicatrisante et innocuité de l'huile végétale de *Pistacia lentiscus* L. Thèse de Doctorat. UNIVERSITE MENTOURI DE CONSTANTINE. p3-11.

**Dob T, Dahmane D, Chelghoum C., (2006)**. Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Thymus algeriensis* Boiss et Reuter- The International Journal of Aromatherapy. Pages 95-100.

*E*

**El Antari A., Hilal A., Boulouha. et El Moudni A. (2000)**. Etude de l'influence de la variété, de l'environnement et des techniques culturales sur les caractéristiques des fruits et la composition chimique de l'huile d'olive vierge extra au Maroc. *Olivae*, 80 : 29-36.

*F*

**Fadili K, Amalich S., N'dedianhoua s.k., Bouachrine M., Mahjoubi M., El hilali F., and Zair T. (2015)**. Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydante des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc: *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides*. Vol. 17 No. pp. 24-33.

## Références bibliographiques

**Favati F., Caporale G. et Bertuccioli M. (1994).** Rapid determination of phenol content in extra virgin olive oil. *Grasas Aceites*, 45: 68-70.

### G

**Gandul-Rojas B., Minguéz-Mosquera M.I. (1996).** Chlorophyll and carotenoid composition in virgin olive oil from various Spanish olive varieties. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 72, 31-39.

**Ghanbari R., Anwar F., Alkharfy K. M., Gilani A. H. & Saari N. (2012).** Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olive (*Olea europaea* L.)—a review. *International journal of molecular sciences*. 13,3291-3340.

**Ghougali F. (2011).** Contribution à l'évaluation de la diversité et du contrôle génétique de la croissance et de la fructification chez les pins de types halepensis (*Pinus brutia*-*Pinus halepensis*). p 6.

**Gigon F. & Jeune R. (2010).** Huile d'olive, *Olea europaea* L. *Phytothérapie* 8: 129–135 .

**Grigoriadou D., Androulaki A., Psomiadou E. & Tsimidou M. Z. (2007).** Solid phase extraction in the analysis of squalene and tocopherols in olive oil. *Food chemistry*. 105, 675 680.

**Gutierrez F., Jimenez B., Ruiz A. & Albi M. A . (1999).** Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties picual and hojiblanca and on the different components involved. *J Agric. Food Chem*; 47:121-7.

### H

**Hazzit M. 2008.** étude de la composition chimique des huiles essentielles de différentes espèces de thym et l'origan poussant en Algérie .thèse de doctorat, université Houari Boumediene, Bab Ezzouar .p 17.

**Heinrich, M., Kufer, J., Leonti, M., Pardo-de-Santayana, M. (2006)** Ethnobotany and ethnopharmacology-Interdisciplinary links with the historical sciences. *J Ethnopharmacol*. 107: 157-160.

**Henry S. (2003).** L'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, SES utilisations en pharmacie et en cosmétique, page 29.

*I*

**Inarejos-García A M, Fregapane G, and Salvador M D. (2011).** Effect of crushing on olive paste and virgin olive oil minor components. *European Food Research and Technology*. 232, 441-451.

*k*

**Kataja-Tuomola M., Sundell J.R.(2008).** Effect of alpha-Tocopherol and betacarotene supplementation on the incidence of type 2 diabetes. *Diabetologia*. Jan; 51(1):47-

*L*

**Labdaoui D. (2017)** .Impact socio-économique et environnemental du modèle d'extraction des huiles d'olives à deux phases et possibilités de sa diffusion dans la région de Bouira (Algérie). Diplôme d'état de docteur en sciences agronomiques. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 25p

**Lahsissene H., Kahouadji A., Tijane M. & Hseini S.(2009).**catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaer (maroc occidental).revue de botanique. les éditions de lejeunia .série N° 186.p1-26

**Lesage-Messsen L., Navarro D., Maunier S., Sigoillot J. C., Lorquin J., Delattre M., Simon J. L., Asther M. et Labat M. (2001).** Simple phenolic content in olive oil residues as a function of extraction systems. *Food Chemistry*, 75: 501-507.

**Loziene K., Venskutonis P. R., Sipailiené A et Labokas J. (2007).** Radical scavenging and antibacterial properties of the extracts from different thymus pulegioides L. chemotypes. *Food chem.* 103; 546-559.

*M*

**Minguez-Mosquera M I., Rejano L., Gandul B., Sanchez A. H., Garrido J.(1991).**Color-pigment correlation in virgin olive oil. *J. Am.OilChem. Soc.*,68, 332-336

*N*

**Nadour M.(2005).**Extraction, caractérisation des polysaccharides et des polyphénols issus des sous-produits oléicoles. Valorisation des polysaccharides à visée alimentaire. thèse de doctorat. Université Mouloud ammeri de Tizi-Ouzo.p 3-23

## Références bibliographiques

**Negi, P., Jayaprakasha, G., & Jena, B. (2003).** Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. *Food Chem*, 80(3), 393-397.

### O

**Ollivier D., Artaud J., Pinatel C., Souillol S., Guère M. et Artaud J. (2004).** Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierge. *Anales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique*, 2ème semestre, 169-196 p.

**Owen RW., Mier W., Giacosa A., Hull WE., Spiegelhalder B et Philips K., Ruggio D., Toivo J., Swank M., Simpkins A. (2002).** Free and Esterified Sterol Composition of Edible Oils and Fats. *Journal of Food composition and Analysis*, 15: 123-142.

### P

**Perrin J. L. (1992).** Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Rev. Corps gras*; 1/2, p. 25-32.

**Pirisi F. M., Cabras P., Cao C. F., Migliorini M., Magelli M. (2000).** Phenolic compounds in virgin oil. 2. Reappraisal of the extraction HPLC separation, and quantification procedures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1191–1196.

**Psomiadou E., Tsimidou M., Bouskou D. (2000).** Tocopherol content of Greek virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1770-1775

### R

**Ryan D., Robardas K. et Lavee S. (1998).** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 72 : 26-38.

**Romani A., Pinelli P., Galardi C., Mulinacci N., Tattini M. (2002).** Identification and quantification of galloyl derivatives, flavonoid glycosides and anthocyanins in leaves of *Pistacia lentiscus* L. *Phytochemical Analysis*. 13:79- 86

### S

**Singleton V. L., Ortofer R. & Lamuela-Raventos R. M. (1999).** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 152-178

**T**

**Takeuchi H., Luz G. et Fuzita T. (2004).** Bioscience, biotechnology and biochemistry, (5): 1113-11134.

**Teuscher E. Anton R. et Lobstein A. (2005).** Plantes aromatiques, TEC& DOCLavoisier. Paris, 416-444 P.

**Trabelsi H., Sakouhi F., Renaud J., Villeneuve P., Khouja M. L., Mayer P. & al. (2012).** Fatty acids, 4-desmethylsterols, and triterpene alcohols from Tunisian lentisc (*Pistacia lentiscus*) fruits. European Journal of Lipid Science and Technology. 114:968-970.

**Tripoli E., Giammanco M., Tabacchi G., Di Majo D., Giammanco S. & La Guardia M. (2005).** The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects on human health. Nutrition research reviews. 18, 98-112.

**Tsimidou, M., Papadopoulos, G., & Boskou, D. (1992).** Phenolic compounds and stability of virgin olive oil-Part I. *Food Chem*, 45(2), 141-144

**Touafek O ., Nacéri A., Kabouche A., Kabouche Z. & Bruneau C. (2004).** Chemical composition of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* cultivated in the Algerien Sahara. *Chemistry of Natural Compounds* 40: 28-29.

**V**

**Vasquez Roncero A., Janer Del Valle C., Janer Del Valle M. L. (1973).** Determinacion de los polifenoles totales del aceite de oliva. *Grasas y Aceites*, 24(6): 350–357.

**Veillet, S., Tomao, V., & Chemat, F. (2010).** Ultrasound assisted maceration: An original procedure for direct aromatisation of olive oil with basil. *Food Chem*, 123(3), 905- 911.

**Veillet S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : entre tradition et innovation. Thèse de Doctorat .Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.p1

**Visioli f., Galli c. (2002).** Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Medicinal Research Reviews*. 22 : 65-75

### Z

**Zeghad N.(2009).**Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis ) et évaluation de leur activité antibactérienne.Mémoire de magister (Ecole doctorale).Université Mentouri Constantine.p1.



Ce présent travail est une synthèse bibliographique des travaux déjà réalisés sur l'enrichissement de l'huile d'olive avec les plantes médicinales : le romarin (*Rosmarinus officinalis L.*) ; Le thym (*Thymus sp.*) ; Les feuilles du pistachier (*Pistacia lentiscus L.*) . Cette étude s'est focalisée sur l'analyser de certains paramètres tels que les teneurs en composés phénoliques (polyphénols totaux et flavonoïdes) et l'activité antioxydante de l'huile d'olive avant et après enrichissement par la plante. Les résultats expérimentaux démontrent que l'enrichissement de l'huile d'olive engendre une augmentation importante de la teneur en composés phénoliques. Et une amélioration de l'activité antioxydante.

**Mots clés :** Huile d'olive, enrichissement, activité antioxydante, les plantes médicinales.

### Abstract

This present work is a bibliographical synthesis of work already carried out on the enrichment of olive oil with medicinal plants: rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*); Thyme (*Thymus sp.*); the leaves of the pistachio tree (*Pistacia lentiscus L.*). This study focused on analyzing certain parameters such as the content of phenolic compounds (total polyphenols and flavonoids) and the antioxidant activity of olive oil before and after enrichment by the plant. The experimental results show that the enrichment of olive oil leads to a significant increase in the content of phenolic compounds. And an improvement in antioxidant activity.

**Keywords:** Olive oil, enrichment, antioxidant activity, medicinal plants.

### الملخص :

هذا العمل الحالي عبارة عن توليف نظري للعمل الذي تم تنفيذه بالفعل على تخصيب زيت الزيتون بالنباتات الطبية: إكليل الجبل؛ زعتر ؛ أوراق شجرة الضرو. ركزت هذه الدراسة على تحليل معايير معينة مثل محتوى المركبات الفينولية (البوليفينول الكلي والفلافونويد) والنشاط المضاد للأكسدة لزيت الزيتون قبل وبعد تخصيب النبات. أظهرت النتائج التجريبية أن إثراء زيت الزيتون يؤدي إلى زيادة معنوية في محتوى المركبات الفينولية وتحسن في نشاط مضادات الأكسدة.

الكلمات المفتاحية: زيت الزيتون ، إثراء ، نشاط مضاد للأكسدة ، نباتات طبية.