

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCCEN

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

**Département de Biologie**

*Laboratoire de Biochimie n°04*

## MEMOIRE

Présenté par

**Abdellaoui Zakaria**

**Kadouci Fouzia**

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

En Sciences Alimentaires, Option Biologie de la Nutrition

**Thème**

**Indice des lipides et le rendement d'extraction de deux préparations d'huile d'olive industriel et traditionnel**

Soutenu le 24/06/2020, devant le jury composé de :

|           |                 |     |                       |
|-----------|-----------------|-----|-----------------------|
| Président | Loukidi B       | MCA | Université de Tlemcen |
| Encadreur | Azzi R          | MCA | Université de Tlemcen |
| Examineur | Cherrak Ahmed S | MCB | Université de Tlemcen |

**Année universitaire 2019/2020**



# Remerciement

*Avant tout, nous remercions le bon dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et patience pour être ce que nous sommes aujourd'hui et pour mener à terme ce modeste travail.*

*Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements, nos vives reconnaissances et nos sincères gratitudes à notre encadreur **Mr. AZZI Rachid**, Maitre des conférences A, pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour son aide, ses conseils et son suivi durant la période de la réalisation de notre travail. Votre assistance et recommandations, nous furent très utiles.*

*Nous exprimons également notre profond respect à **Mme. LOUKIDI Bouchra**, Maitre des conférences A, qui nous a fait l'honneur de présider le jury et d'évaluer de ce travail. Nous disons que vous n'étiez pas seulement une enseignante, mais que vous étiez une mère pour nous.*

*Nous tenons à remercier **Mr. Cherrak Ahmed Sabri**, Maitre des conférences B, d'avoir accepté d'étudier ce travail malgré les circonstances difficiles dans lesquelles nous vivons en raison de Corona virus.*

*A cette même occasion, nous tenons à remercier le personnel du laboratoire de Biochimie, très particulièrement **ZAZOA Leila** pour son aide, sa sympathie et sa permanente disponibilité.*

Merci





***A mes très chers parents pour leur soutien, leur amour et leur  
encouragement***

***A ma chère sœur Fatima et son mari Sofiane***

***A mes frères Abdelhadi, Mohamed amine et sa femme Rachida***

***A ma copine Faiza qui a été le pilier de mes efforts***

***A mes grands-parents paternels et maternels***

***A ma tante Chafika***

***Et à tous mes amis (e).***

***Zakaria***





*Je dédie ce modeste travail*

*A ma source de mon bonheur mes chers parent*

*A ma sœur Djihane et mon frère Mohamed*

*A ma tante Nassima et ses enfants Chahine et Adem*

*A mes grands-parents paternels et maternels*

*A mes chers amis Amel, Asma et Samira pour leurs aides et encouragements,  
a tous mes amis intimes et d'étude sans aucune exception*

*A mon ami Zakaria qui a eu la patience de me supporter durant ce mémoire  
et qui m'a encouragé pendant tous les moments.*

*FOUZIA*



• قال تعالى: (وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ)

[سورة الأنعام- الآية 99]

• قال تعالى: (اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ مَثَلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُّبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَّا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَن يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ)

[سورة النور- الآية 35]

## ملخص

زيت الزيتون مصدر جيد للدهون في النظام الغذائي للبحر المتوسط. ترجع التأثيرات الغذائية والعلاجية لزيت الزيتون بشكل رئيسي إلى خصائصه من الأحماض الدهنية. ومع ذلك فقد أهملت المكونات الثانوية (مثل المركبات الفينولية).

تكمن القيمة الغذائية لهذه المركبات الفينولية في قدرتها القوية كمضادة للأكسدة التي يمكن أن تمنع أو تبطئ ظهور بعض الأمراض الانتكاسية وكذلك أمراض القلب والأوعية الدموية.

يتطلب امتثال زيت الزيتون لمعيار المجلس الدولي للزيتون C.O. I تحديد معايير كيميائية معينة (مؤشر الحموضة، مؤشر التصبن، مؤشر البيروكسيد ومؤشر الاستر).

استندت دراستنا إلى دراسة مقارنة الجودة الكيميائية (المؤشرات) واستخراج المركبات الفينولية من زيوت الزيتون المحضرة بالطريقة الصناعية من منطقة اوزيدان (تلمسان) أو التقليدية من منطقة تيزي وزو ومرسى بن مهدي (تلمسان).

أظهرت نتائج تحليل المؤشرات الكيميائية أن العينات الثلاثة التي تمت دراستها تتوافق مع المعايير التي وضعها المجلس الدولي للزيتون، إذ أثبت الزيت المعد تقليدياً من منطقة مرسى بن مهدي أفضل جودة مع حموضة حوالي 1.01% ومؤشر التصبن  $13.68 \pm 187.10$  ملغ بوتاس/غ من الزيت وبالمثل، كان زيت زيتون اوزيدان المحضر صناعياً أقل قيمة مؤشر بيروكسيد  $2.88 \pm 8.30$  ميليمكافاً غاز الأوكسجين/كلغ زيت.

علاوة على ذلك، فإن الاستخلاص المائي والميثانولي (V/V 30/70) للمركبات الفينولية من العينات الثلاث لزيوت الزيتون التي تمت دراستها يسمح لنا باستعادة المستخلصات العجينية ذات اللون البني بمردود يتراوح بين 0.13 و 0.19%

**الكلمات المفتاحية:** زيت الزيتون، تقليدي، صناعي، مؤشرات، معايير C.O.I، مركبات فينولية.

## Résumé

L'huile d'olive représente une bonne source de lipide dans la diète méditerranéenne. Les effets nutritionnels et thérapeutiques de cette huile ont été principalement attribués à son profil en acides gras. Cependant, les métabolites secondaires, tels que les composés phénoliques, ont été ignorés.

L'intérêt nutritionnel de ces composés phénoliques réside dans leur forte capacité antioxydante qui pourrait prévenir ou ralentir l'apparition de certaines maladies dégénératives ainsi que les maladies cardiovasculaires.

La conformité de l'huile d'olive à la norme du Conseil oléicole international (C.O.I) exige la détermination de certains paramètres chimiques (indice d'acidité, indice de saponification, indice de peroxyde et indice d'ester).

Notre travail est basé sur une étude comparative de la qualité chimique (indices) et extraction des composés phénoliques des huiles d'olive préparées par méthode industrielle de la région d'Ouzidane (Tlemcen) ou traditionnelle de la région de Tizi-Ouzou et Marsa Ben M'Hidi (Tlemcen).

Les résultats obtenus d'analyse des indices ont montré que les trois échantillons étudiés sont conformes aux normes établies par le conseil oléicole international. L'huile préparée traditionnellement de la région de Marsa Ben M'Hidi a présenté la meilleure qualité avec une acidité d'ordre de 1,01% et un indice de saponification d'ordre de  $187,10 \pm 13,68$  mg KOH/g huile. De même, l'huile d'olive d'Ouzidane préparée industriellement a présenté la valeur la plus faible en indice de peroxyde d'ordre de  $8,30 \pm 2,88$  meqO<sub>2</sub>/kg huile.

Par ailleurs, l'extraction eau-méthanol (30/70 v/v) des composés phénoliques à partir des trois échantillons d'huiles d'olive étudiés nous a permis de récupérer des extraits pâteux de couleur marron avec des rendements entre 0,13 et 0,19%.

**Mots clés :** huile d'olive, traditionnelle, industrielle, Indices, normes C.O.I., composés phénoliques.

## ABSTRACT

Olive oil is a good source of fat in the Mediterranean diet. The nutritional and therapeutic effects of this olive oil have been mainly attributed to its fatty acid profile. However, secondary metabolites, such as phenolic compounds, have been ignored.

The nutritional value of these phenolic compounds lies in their strong antioxidant capacity which could prevent or slow the onset of certain degenerative diseases as well as cardiovascular diseases.

The conformity of olive oil to the International Olive Council C.O.I standard requires the determination of certain chemical parameters (acidity index, saponification index, peroxide index and ester index).

This work is based on a comparative study of the chemical quality (indices) and extraction of phenolic compounds from olive oils prepared by industrial method from the region of Ouzidane (Tlemcen) or traditional from the region of Tizi-Ouzou and Marsa Ben M'Hidi (Tlemcen).

The results of analysis of the indices showed that the three samples studied conform to the standards established by the International Olive Council (C.O.I.). The oil traditionally prepared from the region of Marsa Ben M'Hidi presented the best quality with an acidity of around 1.01% and a saponification index of around  $187.10 \pm 13.68$  mg KOH / g oil. Likewise, industrially prepared Ouzidane olive oil had the lowest peroxide index value of  $8.30 \pm 2.88$  meqO<sub>2</sub> / kg oil.

In addition, the water-methanol extraction (30/70 v / v) of the phenolic compounds from the three samples of olive oils studied allowed us to recover pasty extracts of brown color with yields between 0.13 and 0.19%.

**Keywords:** olive oil, traditional, industrial, Indices C.O.I. standards, phenolic compounds

## Liste des figures :

| N° | Titre  | Page |
|----|--|------|
| 1  | Différents types d'olives de table.  | 7    |
| 2  | Section transversale et composition physique de l'olive  | 7    |
| 3  | Composition chimique de l'huile d'olive  | 13   |
| 4  | Principaux stérols de l'huile d'olive  | 15   |
| 5  | Structure chimique des composés volatiles majoritaires   | 16   |
| 6  | Effeillage et lavage des olives  | 18   |
| 7  | Broyeur à marteau  | 19   |
| 8  | Meule de granite à deux roues.   | 19   |
| 9  | Le malaxage des olives.  | 19   |
| 10 | Extraction de l'huile d'olive par le système à presse traditionnelle   | 20   |
| 11 | Extraction avec Centrifugeuse  | 21   |
| 12 | Laveuse des olives   | 27   |
| 13 | Broyeur à marteau  | 27   |
| 14 | Malaxage de la pâte d'olive  | 27   |
| 15 | Décanteuse à trois phases.   | 27   |
| 16 | Elimination d'excès de la margarine  | 28   |
| 17 | Citernes de stockage.  | 28   |
| 18 | Fond d'une citerne   | 28   |
| 19 | Taux d'acidité de trois échantillons d'huile d'olive préparés par méthode traditionnelle et industrielle, de trois régions différentes.            | 35   |
| 20 | Indices de saponification de trois échantillons d'huile d'olive préparés par méthode traditionnelle et industrielle, de trois régions différentes. | 36   |
| 21 | Indices d'ester de trois échantillons d'huile d'olive préparés par méthode traditionnelle et industrielle, de trois régions différentes.           | 37   |
| 22 | Indices de peroxyde trois échantillons d'huile d'olive préparés par méthode traditionnelle et industrielle, de trois régions différentes.          | 38   |

## Liste des Tableaux

| N° | Titre  | Page |
|----|--|------|
| 1  | Principales variétés d'olivier cultivées dans le monde   | 8    |
| 2  | Variétés de l'olivier en Algérie (COI 2015).   | 10   |
| 3  | Composition en acides gras de l'huile d'olive  | 14   |
| 4  | Composition en triglycérides de l'huile d'olive en (%)   | 14   |
| 5  | Composition d'huile d'olive en stérols (% des stérols totaux)  | 15   |
| 6  | Composition en tocophérols (en % des tocophérols totaux)   | 16   |
| 7  | Effets de certains composés de l'huile d'olive sur la santé.   | 22   |
| 8  | Variétés, périodes de récolte des olives et types d'huile d'olive étudiées   | 26   |
| 9  | Comparaison des résultats des analyses chimiques des trois extraits d'huiles d'olives étudiées et les normes COI 2013. | 39   |
| 10 | Les caractéristiques des extraits des huiles d'olive   | 40   |

## **Liste Des Abréviations**

**COI : conseil oléicole international**

**Fig. : Figure**

**R.1 : Réaction 1**

**R.2 : Réaction 2**

**CEE : Communauté Economique Européenne**

**pH : Potentiel d'hydrogène.**

**V : Volume**

**N : Normalité**

**m : Masse**

**M : Masse molaire**

**Min : Minute**

**IA : Indice d'acide**

**IS : Indice de saponification**

**IE : Indice d'ester**

**IP : Indice de peroxyde**

**A % : Pourcentage d'acidité**

**Eq : Equivalent**

**FAO: Food and Agricultural Organization.**

**O.N.H : Office National Huile**

## *Table des matières*

|   |    |
|---|----|
| Liste des figures   |    |
| Liste des tableaux  |    |
| Liste des abréviations  |    |
| <b>Introduction</b> .....   | 01 |
| <b>Synthèse bibliographique</b>   |    |
| <b>Chapitre 01 : Olivier</b>  |    |
| 1. Description.....   | 03 |
| 1.1. Les racines.....   | 03 |
| 1.2. Le tronc .....   | 03 |
| 1.3. Les feuilles .....   | 03 |
| 1.4. Les fleurs .....   | 04 |
| 1.5. Le fruit .....   | 04 |
| 2. Systématique .....   | 04 |
| <b>Chapitre 02 : Olive</b>  |    |
| 1. Description .....  | 06 |
| 1.1. Les Types d'olives .....   | 06 |
| 1.2. Composition physique .....   | 07 |
| 1.3. Composition chimique .....   | 08 |
| 2. Variété d'olive .....  | 08 |
| 2.1. Dans le monde .....  | 08 |
| 2.2. En Algérie .....   | 10 |
| 2.3. Dans la wilaya de Tlemcen .....  | 11 |
| <b>Chapitre 03 : Huile d'olive</b>  |    |
| 1. Définition.....  | 12 |
| 2. Classification de l'huile d'olive.....                                     | 12 |
| 2.1 Les huiles d'olive vierges propres à la consommation L'huile d'olive..... | 12 |
| 2.2 L'huile d'olive vierge non propre à la consommation .....                 | 12 |
| 3. Compositions chimiques .....   | 12 |
| 3.1 Fraction saponifiable .....   | 13 |
| 3.1.1 Les acides gras.....  | 13 |
| 3.1.2. Les triglycérides .....  | 14 |
| 3.2 Fraction insaponifiable .....   | 14 |

|   |    |
|---|----|
| 3.2.1 Stérol.....   | 15 |
| 3.2.2 Tocophérols.....  | 16 |
| 3.2.3 Substance aromatique .....  | 16 |
| 3.2.4 Pigment.....  | 17 |
| a. Chlorophylles.....   | 17 |
| b. Les caroténoïdes .....   | 17 |
| 3.2.5 Les composées phénoliques .....   | 17 |
| 3.2.6 Hydrocarbures.....  | 18 |
| 4. Extraction.....  | 18 |
| 4.1 Nettoyage des fruits (défoliation, lavage des olives).....                          | 18 |
| 4.2 Préparation de la pâte (broyage, malaxage).....                                     | 18 |
| 4.3 Séparation de la phase solide (grignons) et liquide (Huile et eau de végétation)... | 19 |
| 4.3.1 Séparation des phases solide et liquide.....                                      | 19 |
| 4.3.2 Séparation des deux phases liquides.....  | 21 |
| 5. Valeur nutritionnelle et thérapeutique .....   | 21 |
| 6. Etude de la qualité d'huile d'olive .....  | 23 |
| 6.1 Acidité.....  | 23 |
| 6.2 Indice de peroxyde .....  | 23 |
| 6.3 Densité.....  | 23 |
| 6.4 Pigment .....   | 23 |

## **Partie II : partie expérimentale**

### **I. Matériel et méthodes**

|  |    |
|--|----|
| 1. Echantillonnage.....                          | 26 |
| 2. Préparation d'huile d'olive.....              | 26 |
| 2.1 Technique de préparation industrielle.....   | 26 |
| 2.2 Technique de préparation traditionnelle..... | 28 |
| 3. Analyse chimique .....                        | 29 |
| 3.1 Détermination de l'acidité .....             | 29 |
| 3.2 Indice de saponification .....               | 30 |
| 3.3 Indice d'ester .....                         | 31 |
| 3.4 Détermination de l'indice de peroxyde.....   | 31 |
| 4. Analyses biochimiques .....                   | 33 |
| 4.1 Extraction des composés phénoliques.....     | 33 |

### **II. Résultats et interprétation**

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 1. Analyses chimiques .....        | 35 |
| 1.1 Taux d'acidité .....           | 35 |
| 1.2 Indice de saponification ..... | 36 |
| 1.3 Indice d'ester .....           | 37 |

|   |    |
|---|----|
| 1.4 Indices de peroxyde .....   | 38 |
| 1.5 Comparaison entre trois échantillons d'huile d'olives par rapport aux indices analysés..... | 39 |
| 2. Analyses biochimiques.....   | 40 |
| 2.1 Extraction des composés phénoliques : caractéristiques des extraits obtenus.....            | 40 |

### **III. Discussion**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Discussion.....                  | 42 |
| Conclusion générale.....         | 46 |
| Références bibliographiques..... | 48 |

# **Introduction générale**

Les pays Méditerranéens sont devenus les plus grands consommateurs, producteurs et exportateurs des olives et de l'huile d'olive. Ils fabriquent approximativement 90 % du total de l'huile d'olive produits (**Huang et Sumpio, 2008**).

L'Algérie est classée au 8<sup>ème</sup> rang avec 1,7% de la production mondiale. La structure variétale montre la prédominance de la variété Chemlal qui occupe 30% des superficies totales (**Marouane et al., 2014**).

L'olivier est décrit comme étant abondant, sacré et fournissant de bienfaits innombrables (**Yahia, 2009**), à cause de sa richesse en composés antioxydants et en polyphénols qui permettent sa bonne conservation dans le temps (**Sébastien, 2010**).

À partir du fruit de l'olivier et uniquement par l'utilisation de procédés physiques, l'huile d'olive vierge peut être obtenue. Elle est très appréciée pour sa saveur caractéristique, ses valeurs biologiques et nutritionnelles. Ces caractéristiques sont fortement liées à la qualité qui est, elle-même, influencée par plusieurs facteurs tels que la maturité des olives, la variété, et le mode d'extraction (**Chimi et Ouaouich, 2007**). Elle dépend, aussi, des pratiques de culture, de la région de récolte, de l'époque de récolte, des techniques de récolte et post-récolte utilisées (**Dugo et al., 2004**).

L'huile d'olive se compose généralement de 98 % d'une fraction saponifiable et 2 % de substances diverses qui constitue sa fraction insaponifiable et qui lui donnent sa couleur, sa saveur et son aptitude à la conservation (**Agroliva, 2015**).

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à une étude comparative de la qualité des huiles d'olives préparées par méthodes traditionnelles ou industrielles, basée sur l'analyse des indices chimiques et extraction des composés phénoliques.

Le présent travail est organisé en trois parties :

La première est réservée à une synthèse bibliographique sur l'olivier, l'olive et l'huile d'olive, son extraction, ses différents types, sa composition chimique générale, ses valeurs nutritionnelles et thérapeutiques et ses qualités physicochimiques.

Dans la deuxième partie (partie expérimentale), nous avons présenté une comparaison entre trois huiles d'olive d'extraction industrielle et traditionnelle du point de vue chimique (indice d'acidité, indice de saponification, indice d'ester et indice de peroxyde) et biochimique (extraction des composés phénoliques).

## Introduction générale

---

Dans la dernière partie, nous avons analysé et discuté les différents résultats obtenus dans la partie pratique.

**Partie 1 :**

**Synthèse**

**bibliographique**

# **Chapitre 1 : olivier**

L'olivier, comme la plupart des plantes naturalisées dans le bassin méditerranéen, est originaire de la région caucasienne où sa culture commença il y a 6 000 ou 7 000 ans. Puis, il se diffusa sur les côtes de la Syrie, de la Palestine et en Egypte (**Villa, 2006**). Les Grecs participèrent à l'extension de l'oléicole avec leurs colonies d'Emilie et de Provence. Les Romains permettaient ensuite une grande extension des oliveraies et un essor des échanges d'huiles d'olive (**Mahbouli, 1974**).

Avec une superficie actuelle d'environ 9,6 millions d'hectares, l'olivier occupe le 24ème rang parmi les 35 espèces les plus cultivées au monde (**FAO, 2012**).

## 1. Description

L'olivier est un arbre polymorphe, appelé aussi *Olea europaea*, de taille moyenne, très rameux, au tronc noueux, au bois dur et dense, à l'écorce brune crevassée. C'est un arbre endémique dans Afrique du Sud, Asie (**Besnard, 2009**) et surtout dans la zone méditerranéenne (**Fouin et Sarfati, 2002**). Il peut atteindre quinze à vingt mètres de hauteur, et vivre très longtemps (**Ghedira, 2008**).

Il pousse en zone semi-aride à climat tempéré, sur des sols bien drainés avec un pH au-dessous de 8,5 et raisonnablement tolérant aux sols légèrement salins. Il montre une rusticité au froid et une tolérance aux températures aussi basses que -12 °C (**Doveri et Baldoni, 2007**).

### 1.1. Les racines

Dans les sols à texture franche ; le développement des racines d'olivier, en profondeur, peut se situer entre 15 à 150 cm avec une concentration importante située aux environ de 80 cm. Par ailleurs, Ces racines peuvent se développer jusqu'à 6m de profondeur, dans les sols sablonneux (**Civantos, 1998**).

### 1.2. Le tronc

Le tronc d'olivier est jaunâtre puis passe à la brune très claire, compacte, court, trapu (jusqu'à 2m de diamètre), et porte des branches assez grosses, tortueuses et lisse (**Beck et Danks, 1983**).

### 1.3. Les feuilles

Les feuilles sont opposées, coriaces, simples, entières, subsessiles avec un pétiole court. Le limbe est lancéolé et se termine par un mucron. Les bords du limbe s'enroulent sur eux-mêmes. La face supérieure de la feuille est vert- grisâtre, lisse et brillante (**Argenson et al., 1999**). Très

souvent, elles contiennent des matières grasses, des cires, des chlorophylles, des acides (gallique et malique), des gommés et de fibres végétales (**Amouretti et Comet, 1985**).

#### 1.4. Les fleurs

Les fleurs sont polonisées par le vent et elles sont généralement hermaphrodites, mais certains oliviers cultivés sont mâles-stériles (**Besnard et al., 2000**).

#### 1.5. Les fruits

Le fruit de l'olivier est constitué d'épicarpe ou la peau, de mésocarpe ou la chair, d'endocarpe ou le noyau, qui se compose d'une enveloppe boisée renfermant un ou rarement deux graines (**Connor et Fereres, 2005**). La période de la mise à fruit s'étale d'octobre à novembre et sa taille varie de (1,5 à 2 cm) (**Rol et Jacamon, 1988**).

### 2. Systématique

Selon **Strikis et al. (2010)**, la classification de l'olivier (*Olea europea*L.) est la suivante :

- **Règne** : Plante
- **Sous règne** : Tracheobionate
- **Division** : Magnoliphytes
- **Embranchement** : Spermaphytes
- **Sous embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Dicotylédones
- **Sous classe** : Astéridées
- **Ordre** : Lamiales
- **Famille** : Oléacées
- **Genre** : *Olea*
- **Espèce** : *europea* (**Strikis et al., 2010**).
- **Sous-espèce** :

1 - *Olea europaea* subsp. *Europaea*

a - var *sylvestris* (Miller) Lehr. = Oléastres (Bassin méditerranéen).

b - var *europaea* = cultivars (Bassin méditerranéen).

2 - *Olea europaea* subsp. *Laperrinei* (Batt. & Trab.) Ciferri (Massifs du Sahara central).

3 - *Olea europaea* subsp. *Maroccana* (Greut & Burd.) (Haut Atlas marocain).

4 - *Olea europaea* subsp. *Guanchica* (Îles des Canaries).

5 - *Olea europaea* subsp. *Cerasiformis* (Webb & Berth.) Kunk. & Sund. (Madère).

6 - *Olea europae* asubsp. *Cuspidata* (Wall.) Ciferri (Afrique du Sud jusqu'en Chine) (Green, 2002).

# **Chapitre 2 : olive**

---

## 1. Description

L'olive, fruit de l'olivier, est une drupe à mésocarpe charnue, qui possède généralement une forme ovoïde, mais selon les variétés elle peut être sphérique ou allongée avec une surface lisse (Laurent et Barnouin, 2000). Elle pèse de 2 à 12 g, bien que certaines variétés puissent peser jusqu'à 20 g (Benlemlih et Ghanam, 2012). En moyenne, elle mesure de 1 à 3 cm de long et de 1,2 à 1,5 cm de large (Laurent et Barnouin, 2000). Son noyau est très dur et osseux (Loussert et Brousse, 1978). Sa couleur est d'abord verte, vire au violacé et au noir à maturité complète (Gigon et Jeune, 2010).

### 1.1. Les Types d'olives

Ils existent trois types d'olive :

- **Olives à double aptitude** : peuvent être utilisées tant pour l'extraction de l'huile que pour la production d'olives de table.
- **Olive de table** : utilisées pour consommation directe.
- **Olive à l'huile** : peuvent être utilisées juste pour l'extraction de l'huile.

Selon Hachemi et Benazza, (2015), les olives de table sont classées dans l'un des types suivants :

**A / Olives vertes** : récoltées au cours du cycle de maturation, au moment où elles ont atteint leur taille normale (Figure 1a).

**B / Olives tournantes** : récoltées avant complète maturité, à la véraison, et ayant une teinte légèrement rosé clair à violet (Figure 1b).

**C / Olives noires (mûres)** : récoltées au moment où elles sont atteintes leur complète maturité, ou peu avant, ayant acquis une teinte noire brillance ou mate, ou noire violacé ou brin noir, non seulement sur la peau mais dans l'épaisseur de la chair (Figure 1c).

**D / Olives dénoyautées** : dans l'ensemble, elles se sont formées naturellement dont leurs noyaux sont retirés.



**Figure 01 (a)** : olives vertes

**Figure 01 (b)** : olives tournantes

**Figure 01 (c)** : olives noires

**Figure 1** : différents types d'olives de table.

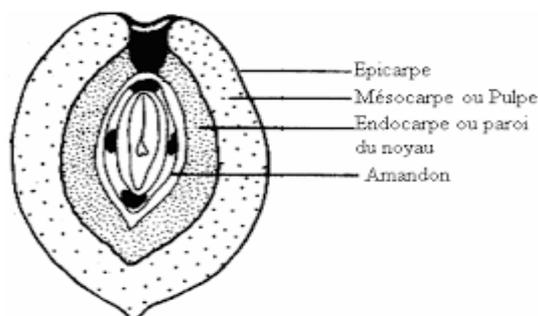
## 1.2. Composition physique

L'olive est composée de :

- Le péricarpe comprend deux parties : l'épicarpe (la peau) et le mésocarpe (la pulpe) qui représente environ 65-83 % du poids total.
- L'endocarpe (noyau) représente 13 % à 30 % du poids total (**Benlemlih et Ghanam, 2012**).

Selon **Nefzaoui, (1999)** :

- Epicarpe : représente la partie dermique du fruit, généralement imperméable à l'eau.
- Mésocarpe : c'est la partie la plus intéressante du fruit, elle est composée de cellules dans lesquelles sont stockées les gouttes de graisses qui formeront l'huile d'olive. Elle est dite aussi la pulpe du fruit.
- Endocarpe : qui est le noyau, dont la surface porte des sillons. Elle peut être lisse, rugueuse ou raboteuse.
- Semence ou amande : composée de l'albumen, tissu de réserve entourant l'embryon (**Figure 2**).



**Figure 02** : section transversale et composition physique de l'olive (**Nefzaoui, 1999**).

### 1.3. Composition chimique

Une olive contient de l'eau, des substances organiques : sucres, protéines, pigments, acides organiques, vitamines, composés phénoliques, ainsi que l'huile (**Zarrouk et al., 1996 ; Ajana et al., 1999**), et des substances inorganiques : le potassium, calcium, magnésium et phosphore, etc. (**Balatsouras, 1997**).

La composition chimique moyenne de l'olive est la suivante : eau (50 %), huiles (22 %), polyphénols (1,5 %), protéines (1,5 %), sucres (18 %), cellulose (5,5 %), minéraux (cendres) et les glycosides de phénols (**Benlemlih et Ghanam, 2016**).

## 2. Variété d'olive

### 2.1. Dans le monde

L'olivier (*Olea europea*. L), espèce caractéristique du paysage méditerranéen, compte de nombreuses variétés ayant une diversité phénotypique importante (**Tableau 01**) (**Kamoun et al., 2002**).

**Tableau 01** : principales variétés d'olivier cultivées dans le monde (**Kamoun et al., 2002**).

| Pays              | Variétés          | Utilisation   |
|-------------------|-------------------|---------------|
| <b>Argentine</b>  | Arauco            | Huile + Table |
|                   | Arbequina         | Huile         |
| <b>Espagne</b>    | Picual            | Huile         |
|                   | Hojiblanca        | Huile + Table |
|                   | Cornicabra        | Huile         |
|                   | Lechin            | Huile         |
|                   | Manzanilla        | Huile + Table |
|                   | Verdal de Badajoz | Huile         |
|                   | Empeltre          | Huile         |
|                   | Arbequina         | Huile         |
|                   | Cacerena          | Huile + Table |
| <b>Etats-Unis</b> | Manzanilla        | Table         |
|                   | Mission           | Table         |
| <b>France</b>     | Picholine         | Table         |
|                   | Tanche            | Table         |
|                   | Aglandau          | Huile         |

|                 |  |   |
|-----------------|--|---|
| <b>Grèce</b>    | Koroneiki<br>Conservolia<br>Kalamata<br>Mastoidis  | Huile<br>Table<br>Table<br>Huile  |
| <b>Italie</b>   | Frontoio<br>Moraiolo<br>Leccino<br>Coratina<br>Carolea<br>Noccellara<br>Belice<br>Itrana<br>Ascolanatenera | Huile<br>Huile<br>Huile<br>Huile<br>Huile<br>Huile + Table<br>Table<br>Table<br>Table |
| <b>Liban</b>    | Soury  | Huile + Table   |
| <b>Maroc</b>    | Picholine marocaine  | Huile + Table   |
| <b>Portugal</b> | Galega<br>Carrasquenha<br>Redondil   | Huile + Table<br>Huile + Table<br>Huile + Table                                       |
| <b>Syrie</b>    | Al –Zeiti<br>Al –Sorani<br>Al – Doebly   | Huile<br>Huile<br>Huile + Table   |
| <b>Tunisie</b>  | Chemlali<br>Chetoui<br>Meski   | Huile<br>Huile<br>Table   |
| <b>Turquie</b>  | Ayvalik<br>Cakir<br>Gemlik<br>Memecik<br>Dornat  | Huile<br>Huile<br>Table<br>Table<br>Table   |

## 2.2. En Algérie

Les principales variétés d'oliviers cultivées en Algérie sont présentées dans le **tableau 2**.

**Tableau 02** : variété d'olivier en Algérie (COI 2015).

| Variétés                   | Aire de culture                     | Destination   |
|----------------------------|-------------------------------------|---------------|
| <b>Sigoise</b>             | Ouest Algérien<br>(Oranie, Tlemcen) | Table + Huile |
| <b>Cornicabra</b>          | Ouest Algérien<br>(Oranie, Tlemcen) | Table + Huile |
| <b>Sevillance</b>          | Ouest Algérien                      | Table         |
| <b>Chemlal</b>             | Centre Algérien<br>Kabylie          | Huile         |
| <b>Azradj</b>              | Centre Algérien                     | Table + Huile |
| <b>Bouchouk la fayete</b>  | Centre Algérien                     | Table + Huile |
| <b>Boukhenfas</b>          | Centre Algérien                     | Huile         |
| <b>Limli</b>               | Est Algérien                        | Huile         |
| <b>Blanquette</b>          | Est Algérien                        | Table + Huile |
| <b>Rougette</b>            | Est Algérien                        | Huile         |
| <b>Nebdjmel</b>            | Sud Est Algérien                    | Table + Huile |
| <b>Frontoio</b>            | Centre et Est                       | Huile         |
| <b>Coranita</b>            | Centre et Est                       | Huile         |
| <b>Longue de Miliana</b>   | Centre et Ouest                     | Table + Huile |
| <b>Ronde de Miliana</b>    | Centre et Ouest                     | Table + Huile |
| <b>Picholine marocaine</b> | Ouest du pays                       | Huile         |
| <b>Ascolana</b>            | Ouest                               | Table         |
| <b>Hama de Constantine</b> | Est Algérien                        | Table         |
| <b>Tlemcenienne</b>        | Ouest Algérien                      | Table + Huile |
| <b>Verdale</b>             | Ouest Algérien                      | Table + Huile |
| <b>Bouricha</b>            | Est Algérien (Oued El<br>Kebir)     | Huile         |

### 2.3. Dans la wilaya de Tlemcen

Parmi les variétés locales cultivées dans la wilaya de Tlemcen ont trouvé :

- Chemlal : considérée comme étant bonne productrice d'huile de bonne qualité.
- La Sigoise (ou olives de Tlemcen) : utilisée plus pour la consommation, que pour la production d'huile. Elle produit d'excellentes olives de table.
- Autres sont encore cultivés : Tlemcenienne, Sevillane, Verdale, Conicabra, et Manzanilla **(Diche et Sidhoum, 2008)**.

# **Chapitre 3 : huile d'olive**

---

L'huile d'olive est l'une des plus anciennes huiles végétales. Elle joue un rôle économique, social et environnemental important (Karray et al., 2009).

L'huile d'olive vierge est un liquide brillant, la couleur varie du jaune ambré au jaune verdâtre. Sa saveur est douce ou fruitée léger ou accentué. La densité de l'huile d'olive est de 0,914 à 0,920 à 20°C (O.N.H., 2012).

### 1. Définition

D'après le conseil oléicole international (C.O.I.), l'huile d'olive est définie comme étant une huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea Europaea* L.), à l'exclusion des huiles obtenues par solvants ou par des procédés de ré-estérification et de tout mélange avec les huiles d'autre nature (COI, 2015).

### 2. Classification de l'huile d'olive

Selon COI, (2015) différentes classes sont distingués :

#### 2.1. Les huiles d'olive vierges propres à la consommation

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

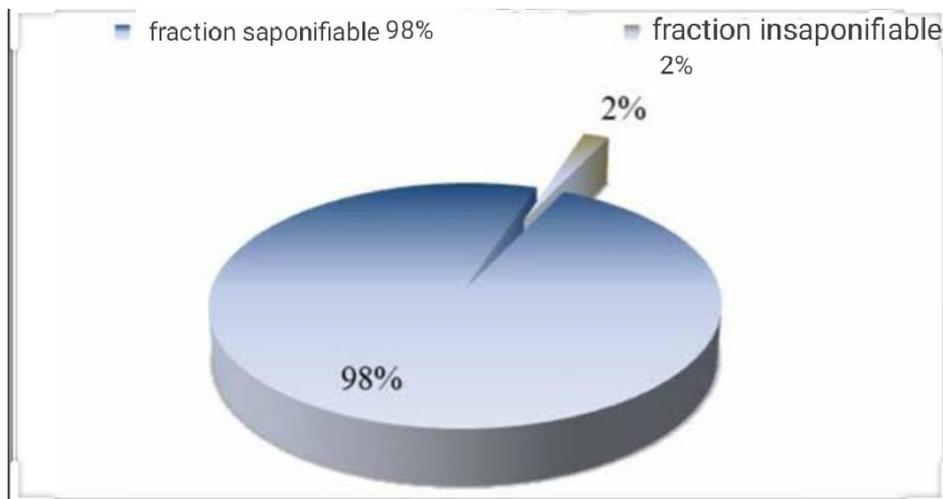
#### 2.2. L'huile d'olive vierge non propre à la consommation

- L'huile d'olive vierge non propre à la consommation en l'état dénommée huile d'olive vierge lampante est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 g/ 100 g.

### 3. Composition chimique

La composition chimique de l'huile d'olive (*Olea europea* L.) dépend largement de la variété du fruit, des conditions agronomiques, du degré de maturité, des procédés d'extraction et des conditions de stockage (Cichelli et Pertesana, 2004). Elles peuvent être divisées en deux groupes :

La fraction saponifiable, (98-99% de poids entier d'huile) représentée essentiellement par un mélange d'acides gras saturés et insaturés et de la fraction insaponifiable (0,5 -2,0%) qui rassemble divers composés responsables des aspects liés à l'arôme, au goût, à la couleur et à la stabilité de l'huile (**Inglese, 1994**) (**Figure 03**).



**Figure 03:** composition chimique de l'huile d'olive (**Liazid, 2014**).

### 3.1. Fraction saponifiable

Cette fraction représente 98 % de l'huile d'olive (**Lazzez et al., 2006**). Elle est constituée d'acides gras et de leurs dérivés (acylglycérols, phosphatides). (**Ryan et al., 1998 ; Ruiz et al., 1999**).

#### 3.1.1. Les acides gras

Selon **Perrin (1992)** et **Baccouri et al. (2008)**, par rapport toutes les huiles végétales, l'huile d'olive représente les plus forts rapports équilibrés acides gras mono insaturés / acides gras polyinsaturés.

La composition en acides gras joue un rôle important au niveau de la qualité nutritionnelle de l'huile d'olive avec la présence d'acide oléique. Bénéfique pour la santé, en particulier pour les maladies cardiovasculaires (**Tableau 03**) (**Veillet, 2010**).

**Tableau 03** : composition en acides gras de l'huile d'olive (**Gigon et Le Jeune, 2010**).

| Acides gras                        | Longueur de la chaîne et nombre d'insaturation | Teneur (%)  |
|------------------------------------|--|-------------|
| Acide myristique                   | C14:0  | ≤ 0,05      |
| Acide palmitique                   | C16:0  | 7,5 – 20,0  |
| Acide palmitoléique                | C16:1  | 0,3 – 3,5   |
| Acide heptadécanoïque              | C17:0  | ≤0,3        |
| Acide heptadécénoïque              | C17:1  | ≤0,3        |
| Acide stéarique                    | C18:0  | 0,5 – 5,0   |
| Acide oléique                      | C18:1  | 55,0 – 83,0 |
| Acide linoléique                   | C18:2  | 3,5 – 21,0  |
| Acide linoléinique                 | C18:3  | ≤1,0        |
| Acide arachidique                  | C20:0  | ≤0,6        |
| Acide gadoléique<br>(eïcosénoïque) | C20:1  | ≤0,4        |
| Acide béhénique                    | C22:0  | ≤0,2        |
| Acide lignocérique                 | C24:0  | ≤0,2        |

### 3.1.2. Triglycéride

Les triglycérides constituent environ 98% de l'huile d'olive (**Garcia-Gonzalez et al., 2008**). Les diglycérides ne représentent qu'environ 1-2,8 % (**Zarrouk et al., 1996 ; Boskou et al., 2006**). Les principaux triglycérides de l'huile d'olive sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 04** : composition en triglycérides de l'huile d'olive en (%) (**Ryan et al., 1998**).

| Nature                        | %       |
|-------------------------------|---------|
| La trioléine (OOO)            | 40-59   |
| La dioléopalmitine (POO)      | 12-20   |
| La dioléolinoléine (OOL)      | 12,5-20 |
| La palmitooléolinoléine (POL) | 5,5-7%  |
| Dioléostéarine (SOO)          | 3- 7    |

**O** : acide oléique ; **L** : acide linoléique ; **P** : acide palmitique ; **S** : acide stéarique

### 3.2. Fraction insaponifiable

La fraction insaponifiable d'une huile végétale comprend les constituants qui, sont recueillis après saponification du corps gras par un hydroxyde alcalin (hydrolyse basique) et extraction à l'aide d'un solvant spécifique (**Werner et al., 2010**). D'après la norme commerciale

internationale, les huiles alimentaires doivent contenir une teneur en insaponifiable inférieure à 30 g/Kg d'huile (COI, 2011). La fraction insaponifiable est constituée :

### 3.2.1. Stérol

Les stérols sont des lipides importants, associés à la qualité de l'huile (Rodríguez et al., 2015), représentent 20% de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive et sont présents sous forme libre et estérifiée aux acides gras (Phillips et al., 2002 ; Matos et al., 2007). Les teneurs en stérols de l'huile d'olive varient de 1000 à 3000 mg/kg (Ryan et al., 1998 ; Matos et al., 2007).

L'huile d'olive est la seule huile qui contient un taux particulièrement élevé de  $\beta$ -sitostérol (Osland, 2002), qui représente plus de 75% des stérols totaux dont les propriétés thérapeutiques sont bien discutées (Gorinstein et al., 2003). Les autres stérols sont le campestérol, le stigmastérol, le  $\Delta$ -5 avénastérol et le cholestérol (Figure 04, Tableau 05) (Ryan et al., 1998 ; Ben Temime et al., 2008).

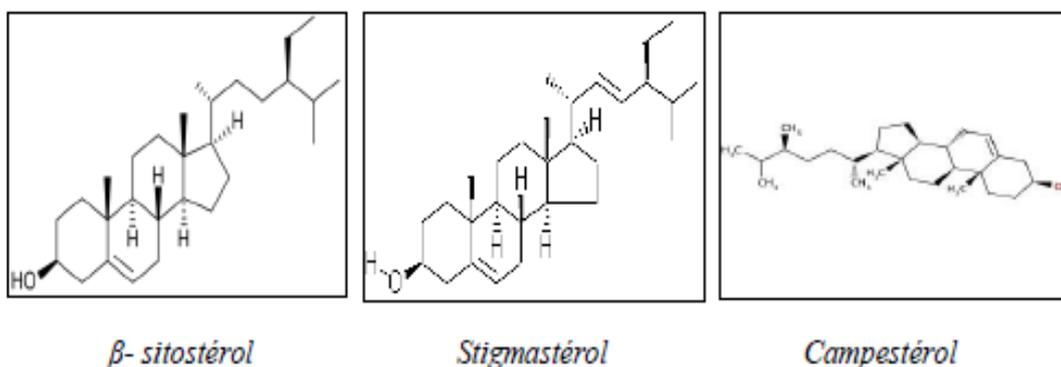


Figure 04 : principaux stérols de l'huile d'olive (Benrachou, 2013).

Tableau 05 : composition d'huile d'olive en stérols (% des stérols totaux) (Uzzan, 1992).

| Stérols                 | % des stérols totaux |
|-------------------------|----------------------|
| $\beta$ -Sitostérol     | 75-90                |
| $\Delta$ -5 avénastérol | 3-14                 |
| Campestérol             | 2-4                  |
| Stigmastérol            | 1-2                  |
| Cholestérol             | <0,3                 |

### 3.2.2. Tocophérols

Les tocophérols sont des composés importants de l'huile d'olive en raison de leur contribution à la qualité nutritionnelle et la stabilité oxydative de l'huile (**Baccouri et al., 2007**).

Les tocophérols communs de l'huile d'olive sont  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  tocophérols (**Beltran et al., 2005**).

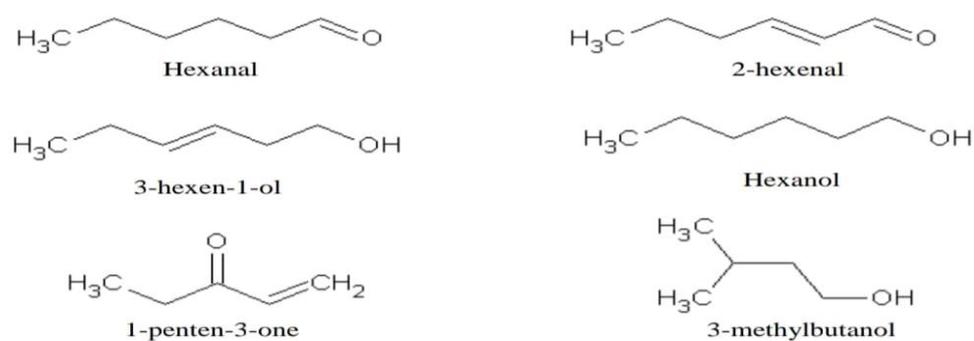
La teneur totale en tocophérols dans les huiles d'olive est très variable allant de quelques milligrammes à 450 mg/kg d'huile (**Boskou et al., 2006**). L'alpha-tocophérol représente à lui seul 81 à 92% de la totalité des tocophérols, mais on trouve également un peu de beta et gamma tocophérols, alors que le delta tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces (**Tableau 06**) (**Veillet, 2010**).

**Tableau 06** : composition en tocophérols (en % des tocophérols totaux) (**Hélène, 2005**).

| Tocophérols          | La teneur en (%) |
|----------------------|------------------|
| $\alpha$ -tocophérol | 81,0 - 92,0 %    |
| $\beta$ -tocophérol  | 0,1 - 0,3 %      |
| $\gamma$ -tocophérol | 2,4 - 6,5 %      |
| $\delta$ -tocophérol | 6,2 - 12,8 %     |

### 3.2.3. Substances aromatiques

L'arôme distinctive de l'huile d'olive vierge est attribué à un large nombre de composés, de faible poids moléculaire possédant une volatilité à température ambiante, développés durant et après l'extraction de l'huile (**Figure 5**) (**Kiritsakis et al., 1998 ; Vichi et al., 2003**).



**Figure 05** : structure chimique des composés volatiles majoritaires.

### 3.2.4. Pigments

La couleur, allant du vert-jaunâtre au jaune, de l'huile d'olive est due essentiellement aux chlorophylles 80% et aux caroténoïdes 20% naturellement présents dans le fruit (**Psomiadou et Tsimidou, 2002**).

La couleur de l'huile d'olive est un paramètre de qualité qui dépend de sa composition en pigments (**Roca et Mínguez-Mosquera, 2001**). Leurs teneurs sont influencées par le cultivar d'olive, l'indice de maturation, la zone de production, le système d'extraction et les conditions de stockage. Par conséquent, la couleur est considérée comme un indice de qualité (**Luaces et al., 2005 ; Benlemlih et Ghanam, 2012**).

#### A / Chlorophylles

Les chlorophylles sont des substances colorantes de l'huile d'olive, jouant le rôle d'antioxydant dans l'obscurité et pro-oxydant en présence de la lumière. Une faible teneur en chlorophylle permet de diminuer les risques d'oxydation des différentes huiles (**Tanouti et al., 2011**).

#### B / Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des tétra terpènes qui possèdent une activité antioxydante (**Salvador et al., 2001 ; Giuffrida et al., 2007**). Les plus importants caroténoïdes dans l'huile d'olive sont les  $\beta$ -carotènes et les lutéines (**Psomiadou et Tsimidou, 2002**). Leurs présences dans l'huile d'olive dépendent de la variété, du degré de maturation, des conditions d'environnement, du procédé d'extraction et des conditions de stockages (**Giuffrida et al., 2007**).

### 3.2.5. Les composées phénoliques

L'huile d'olive vierge renferme une quantité assez remarquable en composés phénoliques appartenant à plusieurs classes (**Bendini et al., 2007**). La teneur en polyphénols est significativement liée à la qualité de l'huile d'olive. Cette qualité est affectée fortement par les conditions agronomiques et technologiques de la production d'huile d'olive (**Benlemlih et Ghanam, 2012**).

Le rôle antioxydant de ces composés pourrait de façon plus spécifique protéger les lipoprotéines des processus oxydatifs, mais leur activité est variable selon leur structure. (**Popovici et al., 2009**). Ils appartiennent à diverses familles ; acides et alcools phénoliques, sécoiridoïdes, lignanes, flavonoïdes, etc. (**Ninfali et al., 2001**).

### 3.2.6. Hydrocarbures

Les hydrocarbures présents dans les huiles végétales sont à chaînes linéaires ou cycliques, saturées ou insaturées (Sikorski et Anna, 2011). Les composants majeurs sont : le squalène qui constitue 30 à 50 % (précurseur de la formation du noyau des stérols et des terpènes) et le  $\beta$ -carotène (un précurseur de la vitamine A) (Garcia-Gonzalez et al., 2008).

## 4. Extraction

L'objectif de toute méthode d'extraction consiste à produire la plus grande quantité d'huile possible sans altération de sa qualité d'origine (Benlemlih et Ghanam, 2012).

L'extraction comprend les opérations principales suivantes :

1. Nettoyage des fruits (défoliation, lavage des olives) ;
2. Préparation de la pâte (broyage, malaxage) ;
3. Séparation de la phase solide (grignons) et liquide (Huile et eau de végétation) ;
4. Séparation des phases liquides (huile / eau de végétation) (Benlemlih et Ghanam ; 2016).

### 4.1. Nettoyage des fruits

L'effeuillage et lavage des olives ont pour but de débarrasser des olives de toutes les impuretés. Ils sont effectués dans l'ordre, (Uceda et al., 2010). Ces deux opérations sont réalisées par un appareillage comportant un système d'aspiration pour l'élimination des feuilles et un bassin d'eau pour le lavage des olives (Figure 06) (Michelakis, 1992).



Figure 6 : effeuillage et lavage des olives (Michelakis, 1992).

### 4.2. Préparation de la pâte

Le broyage c'est la transformation des olives en pâte à l'aide d'un broyeur métallique (Benyahia et Zein, 2003). Il doit être complété par un malaxage qui consiste en un brassage

continu et lent de la pâte d'olive. Il a pour but d'augmenter le pourcentage d'huile "libre"(Figures 07-08-09) (Chimi et Ouaouichi, 2007).



**Figure 07** : broyeur à marteau

**Figure 08** : meule de granite à deux roues.

**Figure 09** : le malaxage des olives.

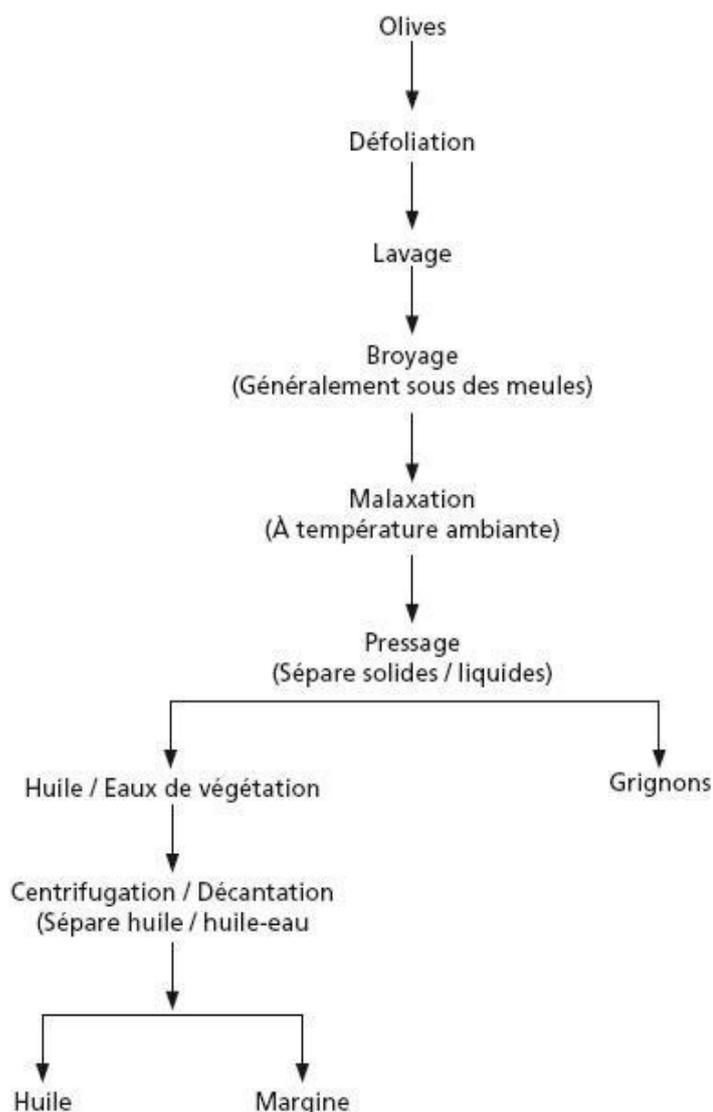
### 4.3. Séparation de la phase solide (grignons) et liquide (Huile et eau de végétation)

#### 4.3.1. Séparation des phases solide et liquide

Deux systèmes de séparation de phases sont utilisés : un système de presse et un système de centrifugation horizontale (Veillet, 2010 ; Benlemlih et Ghanam, 2012).

##### a- Système de presse

L'extraction de l'huile est effectuée par des presses hydrauliques ou 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 (Figure 10) (Bianchi, 1999).

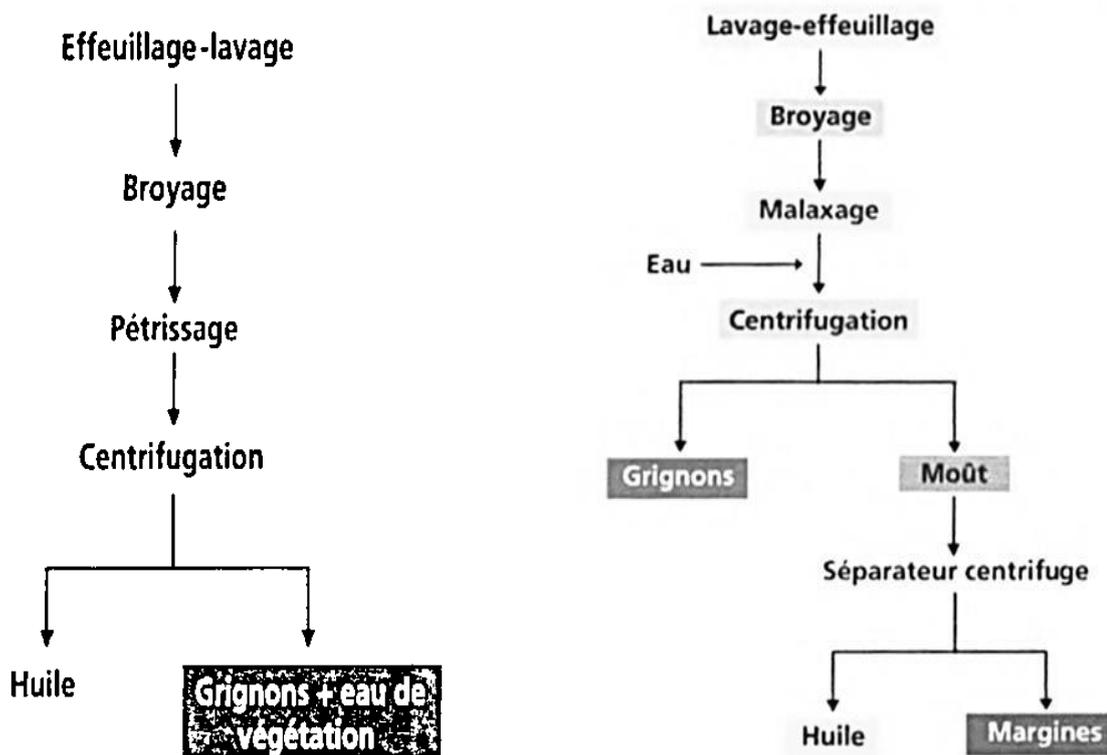


**Figure 10** : extraction de l'huile d'olive par le système à presse traditionnelle (Hammadi, 2006).

Les résultats de ce procédé pour 100 kg d'olive donnent 20kg d'huile, 40kg de grignon à 8 à 12% d'huile non récupérable par la pression et 40kg de margine contenant une faible proportion d'huile (Uzzan, 1992).

#### **b- Système de centrifugation**

La pâte d'olive malaxée est diluée avec de l'eau puis incorporée dans des centrifugeuses permettant de séparer le solide du liquide. On trouve 2 types de centrifugeuse à 2 phases et à 3 phases (Figure 11) (Fouin et Sarfati, 2002).



A : à 2 phases

B : à 3 phases

Figure 11 : extraction avec centrifugeuse (Hammadi, 2006).

#### 4.3.2. Séparation des deux phases liquides

Les densités différentes des deux liquides (huile et margine) permettent leurs séparations par décantation naturelle ou par centrifugation dans des centrifugeuses verticales (Benyahia et Zein, 2003).

### 5. Valeur nutritionnelle et thérapeutique

L'huile d'olive est un composant clé du régime méditerranéen, étant la principale source de graisse végétale, en particulier d'acides gras mono insaturés (Covas, 2007). Elle est considérée comme exceptionnelle en raison de sa teneur élevée en polyphénols et elle est bien connue pour son potentiel nutritif et bénéfique pour la santé (Ghanbari et al., 2012).

- L'huile d'olive est riche en substances antioxydantes qui sont impliquées dans la protection contre certaines maladies : maladies cardiovasculaires, certaines cancers (du sein, des ovaires, de l'estomac et du colon) et maladies neurodégénératives (Alzheimer, Parkinson) (Servili et al., 2004).

- La vitamine E, les caroténoïdes et les composés phénoliques sont des antioxydants qui jouent un rôle protecteur de certaines maladies et de vieillissement (**Huang et al., 2008**).
- La lutéine et la zéaxanthine ont un effet antioxydants qui préviennent les pathologies dégénératives et la formation de la cataracte (**Beltran et al., 2005**).
- Les composés aromatiques donnent à l'huile des effets antimicrobiens (**Sekour, 2012**).
- Certains chercheurs ont montré que l'huile d'olive a aussi des bienfaits sur la tension artérielle (**Peronaet al., 2004**).

Le **tableau 07** résume les effets de certains composés d'huile d'olive sur la santé.

**Tableau 07** : effets de certains composés de l'huile d'olive sur la santé.

| Composée                         | Effets   | Auteurs  |
|----------------------------------|--|--|
| <b>Acides gras Monoinsaturés</b> | - Luttent contre le cholestérol total en diminuant le LDL en faveur du HDL d'ou la baisse du risque d'infarctus ;<br>-Réduisent la formation des caillots de sang dans les artères.  | (Dussol, 2009).<br><br>(Benhayoun et Lazzeri, 2007). |
| <b>Stérols</b>                   | Empêchent la formulation du mauvais cholestérol.   | (Keros, 2005).                                       |
| <b>Composés Phénoliques</b>      | -Inhibiteurs efficaces d'oxydation de LDL;<br>-Réduisent le risque de la maladie cardiaque et del'athérosclérose ;<br>-Permettent de lutter contre les radicaux libres aux effets délétères : agressions des cellules, modification de l'ADN, oxydation des lipides.<br>Inhibe l'agrégation plaquettaire et à une action anti-inflammatoire, et l'oleuropeine favorise la formation d'oxyde nitrique, puissant agent vasodilatateur, protecteur des vaisseaux sanguins ;<br>-Activité antibactérienne. | (Kellieet al.,2002 ; Benlemlih et Ghanam, 2012).     |
| <b>Caroténoïdes</b>              | -Activité antioxydant.<br>-Diminution de la sévérité des infections aux virus de l'immunodéficience humaine (VIH)  | (Somé et al., 2004).                                 |

|                             |                                      |                             |
|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
|                             | -Effet nutritionnel (provitamine A). |                             |
| <b>Composés Aromatiques</b> | Effets antimicrobiens                | (León Carralafuente, 2003). |

## 6. Etude de la qualité d'huile d'olive

### 6.1 Acidité

L'acidité constitue une caractéristique fondamentale de la qualité de l'huile d'olive (**Veillet, 2010**). La détermination des acides gras libres dans les huiles d'olives est réalisée par la méthode normalisée décrite dans le règlement **CEE (2568/91)**.

L'acidité est un marqueur d'altération de l'huile. Elle peut être liée à certaines variétés d'olives mais aussi à l'insuffisance de précautions prise lors de la récolte ou du stockage (olives véreuses en trop grand nombre, traitement sanitaire des arbres peu avant la récolte, olives moisies par un stockage prolongé et dans de mauvaises conditions, olives rassies au sol) (**Kristakiset al., 1998**).

### 6.2 Indice de peroxyde

Cet indice renseigne sur l'état d'oxydation de l'huile d'olive. L'autooxydation résulte de la réaction des lipides et de l'oxygène atmosphérique (**Leroy, 2011**). Cette autooxydation conduit dans un premier temps à la formation de peroxydes (ou hydroperoxydes) qui se décomposent ultérieurement en dérivés carbonylés aldéhydes et hydrocétone (responsables de l'odeur de rance) et en divers produits oxygénés (alcools, acides...) (**Tanouti et al., 2010**).

### 6.3 Densité

Elle représente le quotient de la masse par le volume de l'huile. Désignée souvent par l'appellation « densité ». La masse volumique dépend de la composition chimique de l'huile et de la température. Elle est caractéristique du groupe auquel appartient le corps gras (**Wolf, 1968**).

### 6.4 Pigments

Les chlorophylles et les caroténoïdes sont les pigments de l'huile d'olive (**Mosquera-Minguez et al., 1991 ; Wolf, 1968**). L'analyse des pigments colorants n'est pas exigée par les normes de commercialisation de l'huile d'olive. Cependant, la couleur est un attribut de base

pour déterminer les caractéristiques de l'huile d'olive. Elle est par contre associée par la plupart des consommateurs à la notion de qualité (**Benrachou, 2013**).

# **Partie 2 :**

# **Partie expérimentale**

---

# **Matériel et méthodes**

Notre travail a été réalisé au sien du laboratoire du pole biochimie (n°04), département de Biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre et de l'univers, Université Abou Bakr Belkaid (Tlemcen).

Nous avons effectué une étude comparative, sur la qualité chimique et le rendement d'extraction des composés phénoliques, entre des échantillons d'huiles d'olive préparées traditionnellement et celle préparées industriellement provenant de différentes régions : Tizi-Ouzou, Marsa Ben M'Hidi (Tlemcen) et Ouzidane (Tlemcen).

## 1. Echantillonnage

L'étude présentée dans ce mémoire a été effectuée sur deux échantillons d'huile d'olives traditionnelle (Marsa Ben M'Hidi et Tizi-Ouzou) et un seul échantillon d'huile d'olives industrielle (Ouzidane).

Les variétés, les périodes de récolte des olives et les types d'huile d'olive étudiées sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 08** : variétés, périodes de récolte des olives et types d'huile d'olive étudiées.

| Type d'huile d'olive | Région d'olive   | Période de récolte | Variété d'olive |
|----------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| Industrielle         | Ouzidane         | Novembre 2019      | Sigoise         |
| Traditionnelle       | Marsa Ben M'Hidi | Décembre 2019      | Sigoise         |
|                      | Tizi-Ouzou       | Octobre 2019       | Chemlal         |

## 2. Préparation d'huile d'olive

### 2.1. Technique de préparation industrielle

Après la période de récolte, les olives fraîches subirent une extraction à chaine (extraction à froid), dont le maximum de stockage est de 48 heures, commençant par le lavage, broyage, malaxage, décantation et stockage :

- Le lavage des olives est effectué par un appareil mené de deux aspirateurs (**Fig.12**) : un pour les feuilles (défeuilleuse) et l'autre pour l'élimination des corps solides.
- Un broyage à marteau (**Fig.13**) suivie d'un malaxage (**Fig.14**) sont réalisés afin d'augmenter le rendement en huile.

- La décantation se fait grâce à un décanteur (**Fig.15**) qui sépare l’huile, la margine et le grignon (séparation à trois phases).
- Ensuite, l’huile récupérée subit une autre décantation (**Fig.16**) pour éliminer l’excès d’eau de végétation.

Enfin, l’huile est conservée dans des citernes émaillées en inox (**Fig.17**) de 10000 et 15000 litres dont le fond est sous forme d’un entonnoir (**Fig.18**) afin d’éliminer la crasse d’huile, après précipitation, d’une manière répétitive.



**Figure 12** : laveuse des olives



**Figure 13** : broyeur à marteau



**Figure 14** : malaxage de la pâte d’olive.



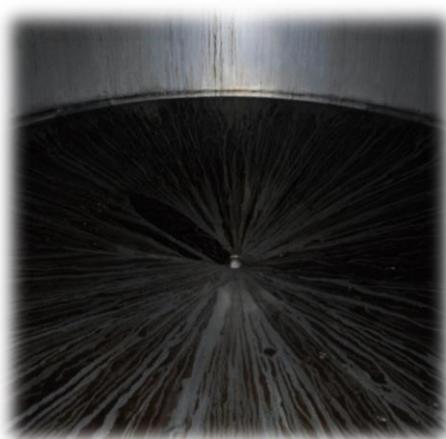
**Figure 15** : décanteuse à trois phases



**Figure 16** : élimination d'excès de la margarine.



**Figure 17** : citernes de stockage.



**Figure 18** : fond d'une citerne

## 2.2. Technique de préparation traditionnelle

La préparation d'huile a été réalisée à la maison par méthode cuisson :

- 6 kilos d'olive sont écrasés par un mortier ;
- Les olives sont transformées en une pâte ;
- Mettre la pâte avec du l'eau en ébullition pendant 30 à 40 minutes ;
- Récupérer l'huile qui flotte en surface ;

Les échantillons d'huiles d'olives préparés traditionnellement sont conservés dans des flacons en verre, à l'abri de la lumière et à température ambiante ;

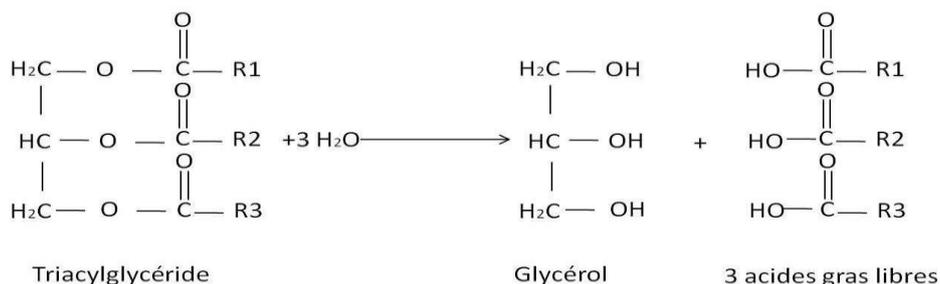
- Ces huiles d'olive ont subi des analyses physico-chimiques.

### 3. Analyses chimiques

#### 3.1. Détermination de l'acidité

##### ➤ Définition

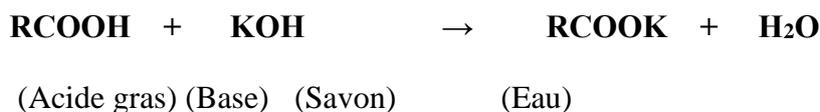
L'acidité de l'huile d'olive est la teneur en acides gras libres résultant de l'hydrolyse des triglycérides (**R.1**). Elle est exprimée en grammes d'acide oléique libre pour 100 grammes d'huile (**Christian, 2013**).



L'indice d'acide est défini comme étant le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser l'acidité d'un gramme d'huile (**Pardo et al., 2007**).

##### ➤ Principe

La détermination de l'acidité de l'huile est basée sur un titrage des acides gras libres avec une solution d'hydroxyde de potassium en présence d'un indicateur coloré selon la réaction suivante (**R. 2**) :



**Réaction 2** : neutralisation des acides gras libres par une base.

##### ➤ Mode opératoire

La technique est réalisée selon la méthode décrite dans la réglementation **CEE/2568/91**.

- Dissoudre 1g d'huile d'olive dans 5ml d'éthanol ;
- Ajouter 3 à 5 gouttes de phénolphaléine à 2% ;
- Titrer le mélange à l'aide d'une solution KOH éthylique (0,1N) en présence de phénolphaléine à 2% jusqu'à la disparition de la coloration rose vers l'incolore ;

- Noter le volume  $V$  de KOH éthylique versé à l'équivalence dès la disparition de la couleur rose ;
- Un témoin négatif contenant l'éthanol a été réalisé dans les mêmes conditions.

➤ **Expression des résultats**

› **Pourcentage d'acidité** :  $A \% = \frac{N \times M \times V}{m \times 1000} \times 100$

› **L'indice d'acide IA** (mg de KOH/g huile) est donné par la relation suivante :

$$IA = \frac{V \times M' \times N}{m}$$

- $V$  : volume en ml de la solution titrée de KOH éthylique ;
- $M'$  : masse molaire de KOH (56,1 g/mol) ;
- $N$  : la normalité de KOH éthylique (0,1 N) ;
- $m$  : masse d'huile pesée en g (1g) ;
- $M$  : masse molaire de l'acide oléique  $C_{17}H_{33}COOH$  (282 g/mol).

Chaque essai est répété 3 fois

### 3.2. Indice de saponification

➤ **Définition**

L'indice de saponification correspond aux nombres de milligrammes de potasse nécessaires pour saponifier les acides gras contenus dans un gramme de matière grasse. Cette valeur est d'autant plus élevée que les acides gras sont de plus faible poids moléculaire (AFNOR, 2013).

➤ **Principe**

Si l'on traite un ester par de potasse suffisamment concentrée et chaude, on régénère suivant une réaction totale d'alcool et du sel de potassium de l'acide gras puis on donne naissance à l'ester.

➤ **Mode opératoire**

- Mettre dans un ballon 1g d'huile d'olive avec 25 ml de KOH éthylique (0,5 mol/l) ;
- Porter le mélange à l'ébullition à reflux pendant 60 min ;
- Laisser refroidir et ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 2% ;

- Titrer par l'acide chlorhydrique (0,5 mol/l) ;
- Agiter jusqu'au virage à l'incolore de la phénolphtaléine ;
- Déterminer le volume  $V_1$  de la neutralisation de l'échantillon ;
- Réaliser un témoin (1 ml d'eau distillée +25 ml de KOH éthylique), dans les mêmes conditions de l'échantillon, pour déterminer le volume  $V_0$  du titrage.

➤ **Expression des résultats**

Calcul de l'indice de saponification IS (mg de KOH/g huile) :

$$IS = \frac{M_{KOH} \times (V_0 - V_1) \times C_{HCl}}{m}$$

- $V_0$  : volume de neutralisation de témoin en ml.
- $V_1$  : volume de neutralisation de l'échantillon en ml.
- $C_{HCl}$  : concentration de la solution d'acide chlorhydrique en mol/l (0,5mol/ l).
- $M_{KOH}$  : masse molaire du KOH en g/mol (56,1g/mol).
- $m$  : masse d'huile pesée en g (1g).

Chaque essai est répété 3 fois.

### 3.3. Indice d'ester

L'indice d'ester (IE) est la quantité en milligramme de KOH nécessaire à la saponification des glycérides présents dans 1 gramme de matière grasse. IE n'est pas mesurable. Il est calculé à partir des deux indices IS (indice de saponification) et IA (indice d'acidité). C'est la différence entre l'indice de saponification et l'indice d'acidité ( $IE = IS - IA$ ) (Selka et Tchouar, 2014).

### 3.4. Détermination de l'indice de peroxyde

➤ **Définition**

L'indice de peroxyde est le nombre de milliéquivalents d'oxygène actif par un kilogramme de corps gras (meq  $O_2$  kg<sup>-1</sup> d'huile) (Rohani Binti, 2006 ; AFNOR, 2015).

➤ **Principe**

Une prise d'essai dans un mélange acide acétique et chloroforme est traitée par une solution d'iodure de potassium. L'iode libéré est titré avec une solution de thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) (Pardo et al., 2007).

L'ensemble de réactions qui se produisent est représenté ci-dessous par R.4, R.5 et R.6 (Frias Ruiz et al., 1999) :

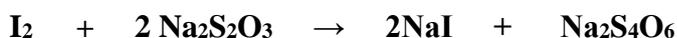


**Réaction 4** : oxydation d'acide gras insaturé en peroxyde.



(Peroxyde) (Iodure de potassium) (Acide acétique) (Epoxyde) (Sels de potassium)

**Réaction 5** : réaction d'iodure de potassium en milieu acide.



(thiosulfate de sodium) (Iodure de sodium)

**Réaction 6** : l'iode libéré agit avec le thiosulfate de sodium.

➤ **Mode opératoire**

- Mettre en solution 1g de l'huile d'olive avec 15 ml d'acide acétique, 10ml de chloroforme et 1ml de solution d'iodure de potassium saturée KI ;
- Agiter pendant une minute et laisser reposer pendant 5 minutes à l'abri de la lumière et à une température de 15 à 25°C ;
- Ajouter environ 75 ml d'eau distillée pour arrêter la réaction ;
- Ajouter quelque goutte d'empois d'amidon à 3% comme indicateur de coloration ;
- Titrer l'iode libéré avec une solution de thiosulfate de sodium  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (0,01 N) en agitant rigoureusement jusqu'à disparition de la couleur violette ;
- Effectuer un essai à blanc dans les mêmes conditions en remplaçant l'huile d'olive par de l'eau distillée.

➤ **Expression des résultats**

Le calcul d'indice de peroxyde IP (meq O<sub>2</sub>/ kg d'huile) est donné par la formule suivante :

$$IP = \frac{V - V_0}{m} \times 1000 \times N$$

- **V** : le volume de thiosulfate de sodium requis pour titrer l'échantillon ;
- **V<sub>0</sub>** : le volume de thiosulfate de sodium requis pour titrer le blanc ;
- **N** : normalité de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,01N) ;
- **m** : la prise d'essai en grammes (1g).

Les analyses d'indice de peroxyde ont été répétées trois fois.

## 4. Analyses biochimiques

### 4.1 Extraction des composés phénoliques

Les composés phénoliques, appelés souvent « polyphénols », sont responsables de la bonne stabilité à l'oxydation des huiles d'olive. Outre leur propriété antioxydante, ils possèdent d'intéressantes propriétés nutritionnelles et organoleptiques.

➤ **Mode opératoire**

Pour extraire les polyphénols à partir des huiles d'olive étudiées, nous avons opté pour le protocole, basé sur une extraction liquide-liquide (**hydrométhanolique**) :

- Dans une ampoule à décanter, Mettre 25 ml d'échantillon d'huile d'olive puis ajouter 25ml de chloroforme et 25 ml de l'hydrométhanolique (méthanol-eau distillée : 70/30) ;
- Agiter et laisser reposer puis décanter ;
- Séparer les deux phases et récupérer la phase hydrométhanolique ;
- Répéter l'extraction et l'épuisement des polyphénols de l'échantillon qui reste avec 25ml du mélange méthanol-eau distillée : 70/30 ;
- Agiter et laisser reposer ;
- Séparer les deux phases et récupérer la phase hydrométhanolique ;
- Evaporer à sec dans une étuve à 35°C, la phase hydrométhanolique ;
- Récupérer l'extrait brut enrichi en polyphénols, et calculer les rendements ;

➤ **Calcul du rendement**

Le rendement de chaque extrait obtenu a calculé à partir de la formule suivante :

$$\text{Rdt (\%)} = (M_1/M_0) \times 100$$

- Rdt (%) : rendement exprimé en pourcentage
- $M_1$  : masse en gramme de l'extrait sec obtenu
- $M_0$  : masse en gramme d'huile d'olive utilisée.

# **Résultats et interprétations**

---

## 1. Analyses chimiques

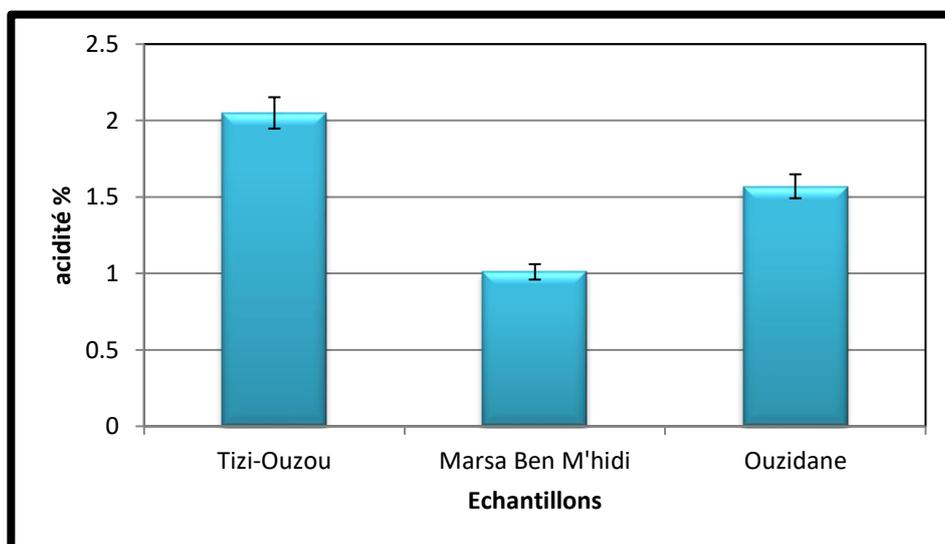
Dans le cadre de détermination de la qualité de trois échantillons d'huile d'olive préparés traditionnellement (**Tizi-Ouzou, Marsa Ben M'Hidi**) et industriellement (**Ouzidane**), nous avons réalisé quatre tests chimiques (acidité, indice de saponification, indice d'ester et indice de peroxyde).

Les résultats obtenus sont représentés dans les **figures n°19-20-21-22** : sous forme de histogrammes et regroupés dans le **tableau n°11**.

### 1.1. Taux d'acidité

L'acidité est un facteur de qualité important. Il est considéré comme critère de classification de l'huile d'olive. Elle permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique des chaînes d'acides gras des triglycérides.

La figure 19 présente les taux d'acidité, en pourcentage, des trois échantillons d'huiles d'olive.



Méthode traditionnelle (**Tizi-Ouzou, Marsa Ben M'Hidi**), Méthode industrielle (**Ouzidane**).

**Figure n° 19** : taux d'acidité de trois échantillons d'huile d'olive préparés par méthode traditionnelle et industrielle, de trois régions différentes.

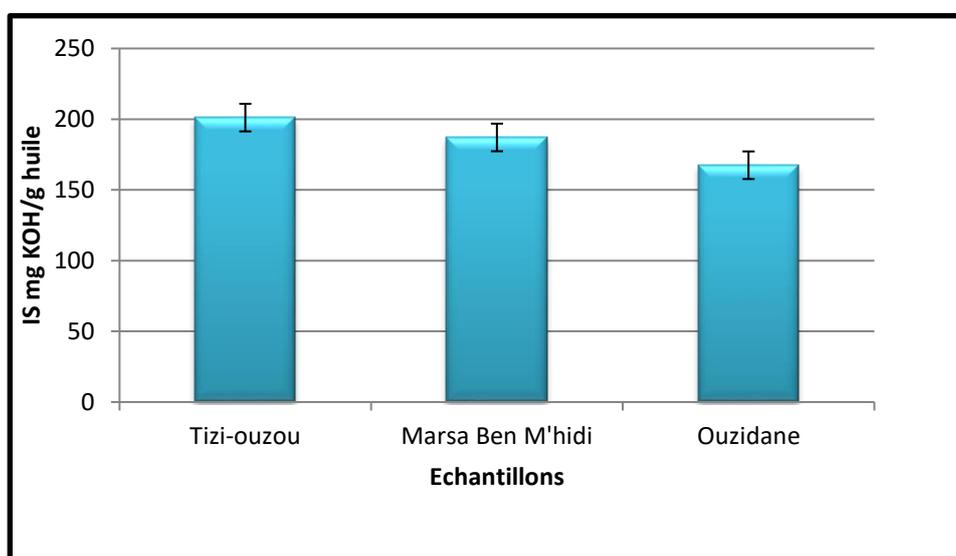
D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que les trois échantillons étudiés ont présenté une acidité libre inférieure à la norme établie et le conseil oléicole international (<3,3%).

Les pourcentages d'acidité des trois échantillons sont différents, l'échantillon préparé traditionnellement de la région de Marsa Ben M'Hidi a donné le pourcentage d'acidité le plus faible avec un taux  $1,01 \pm 1,00\%$ , par contre les deux autres échantillons : Tizi-Ouzou (traditionnelle) et Ouzidane (industrielle) ont enregistré des pourcentages plus élevés avec  $2,05 \pm 1,43\%$  et  $1,57 \pm 1,25\%$ , respectivement (**Figure 19**).

## 1.2. Indice de saponification

L'indice de saponification permet de caractériser le poids moléculaire et la longueur moyenne des chaînes d'acides gras auxquelles il est inversement proportionnel.

La **figure 20** représente les indices de saponifications en mg KOH/g huile, des trois échantillons d'huile d'olive étudiés :



Méthode traditionnelle (**Tizi-Ouzou, Marsa Ben M'Hidi**), Méthode industrielle (**Ouzidane**).

**Figure n° 20** : indices de saponification de trois échantillons d'huile d'olive préparés par méthode traditionnelle et industrielle, de trois régions différentes.

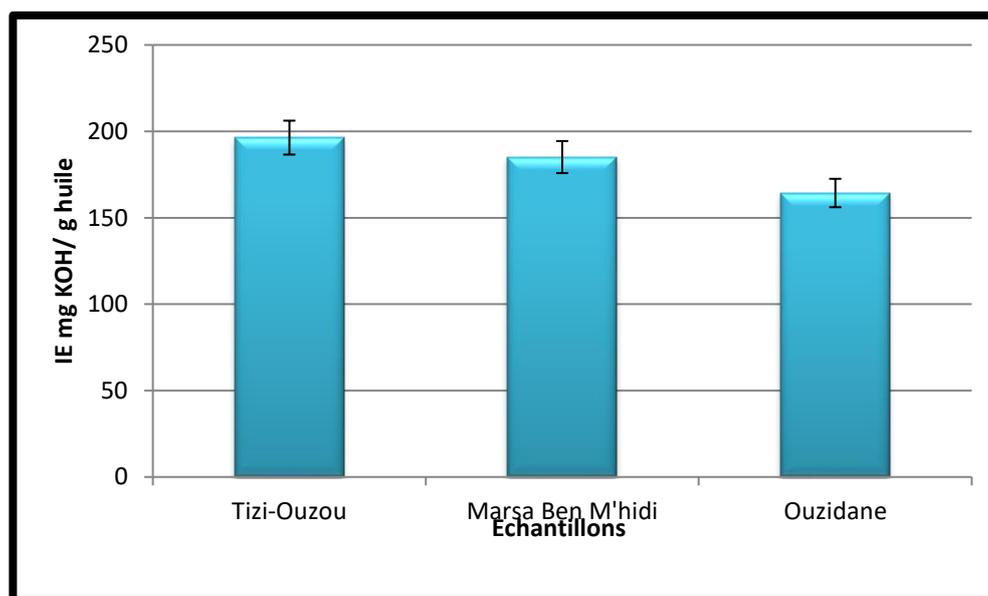
D'après les résultats obtenus, nous avons enregistré que l'échantillon d'Ouzidane a donné la valeur la plus faible en indice de saponification d'ordre  $167,46 \pm 12,94$  mg KOH/g huile, suivie

par l'échantillon de Marsa Ben M'hidi  $187,10 \pm 13,68$  mg KOH/g huile et l'échantillon de Tizi-Ouzou avec une valeur d'ordre de  $201,12 \pm 14,18$  mg KOH/g huile (Figure 20).

Selon les normes établies par COI (2013) qui recommandent des indices de saponification dans un intervalle entre **184 et 196 mg KOH/g huile**, nous avons constaté que seul l'échantillon de Marsa Ben M'Hidi qui respect cette norme. L'échantillon d'Ouzidane a présenté une valeur inférieure à la norme recommandée. Alors que l'échantillon de Tizi-Ouzou a montré une valeur supérieure à la norme COI.

### 1.3. Indice d'ester

A partir d'indice d'acide (IA) et d'indice de saponification (IS) des trois échantillons d'huile d'olive, nous avons calculé l'indice d'ester (IE) qui représente la différence entre les deux indices ( $IE = IS - IA$ ) (Figure 21).



Méthode traditionnelle (Tizi-Ouzou, Marsa Ben M'Hidi), Méthode industrielle (Ouzidane).

**Figure n°21** : indices d'ester de trois échantillons d'huile d'olive préparés par méthode traditionnelle et industrielle, de trois régions différentes.

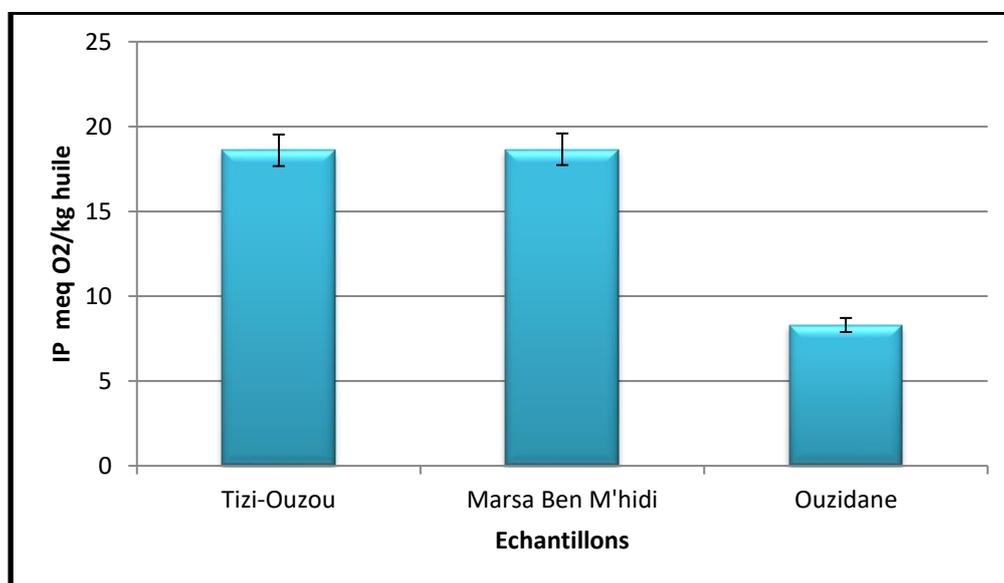
Selon les résultats d'indice d'ester, les deux échantillons préparés par méthode traditionnelle, de Tizi-Ouzou et de Marsa Ben M'Hidi, ont donné les valeurs la plus élevées d'ordre de  $196,37 \pm 14,01$  mg KOH/g huile et  $185,09 \pm 13,60$  mg KOH/g huile, respectivement. Par contre, l'échantillon préparé par méthode industrielle d'Ouzidane

(Tlemcen) a révélé la valeur la plus faible d'ordre de  $164,32 \pm 12,82$  mg KOH/g huile (Figure 21).

#### 1.4. Indices de peroxyde

L'indice de peroxyde des huiles est un indicateur important de l'auto oxydation, et renseigne sur la rancidité de l'huile. L'altération chimique des huiles est provoquée par l'oxydation de l'air qui se traduit par la formation de peroxydes.

La **figure 22** représente les indices de peroxyde en meqO<sub>2</sub>/kg huile, des trois échantillons d'huile d'olive étudiés



Méthode traditionnelle (**Tizi-Ouzou, Marsa Ben M'Hidi**), Méthode industrielle (**Ouzidane**).

**Figure n°22** : indices de peroxyde trois échantillons d'huile d'olive préparés par méthode traditionnelle et industrielle, de trois régions différentes.

Suite aux résultats obtenus, nous avons noté que tous les échantillons analysés ont répondu aux normes établies par COI, 2013 (<20 meqO<sub>2</sub>/kg huile).

Les deux échantillons de Tizi-Ouzou et de Marsa Ben M'Hidi ont donné des valeurs proches et élevés d'ordre de  $18,60 \pm 4,31$  meqO<sub>2</sub>/kg huile,  $18,66 \pm 4,31$  meqO<sub>2</sub>/kg huile, respectivement. Alors que, l'échantillon d'Ouzidane a enregistré la valeur la plus faible d'ordre de  $8,30$  meqO<sub>2</sub>/kg huile  $\pm 2,88$ .

### 1.5 Comparaison entre trois échantillons d'huile d'olives par rapport aux indices analysés

Le **tableau 09** présente une comparaison entre les trois échantillons d'huiles d'olives étudiées par rapport aux indices chimiques analysés. Ces valeurs sont comparées aussi par rapport aux normes **COI (2013)**.

**Tableau n° 09** : comparaison des résultats des analyses chimiques des trois extraits d'huiles d'olives étudiées et les normes COI 2013.

| Echantillon<br>Analyses                             | Méthode<br>Traditionnelle |                     | Méthode<br>industrielle | Norme COI<br>2013 |
|---|---------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|
|   | Tizi-Ouzou                | Marsa Ben<br>M'Hidi | Ouzidane-<br>Tlemcen    |                   |
| Acidité (%)   | 2,05                      | 1,01                | 1,57                    | <3,3%             |
| Indice de<br>saponification<br>(mg KOH/g huile)     | 201,12                    | 187,10              | 167,46                  | 184 - 196         |
| Indice d'ester<br>(mg KOH/g huile)                  | 196,37                    | 185,09              | 164,32                  | -                 |
| Indice de peroxyde<br>(meqO <sub>2</sub> /kg huile) | 18,6                      | 18,66               | 8,30                    | <20               |

Selon les résultats des indices présentés dans le **tableau 09**, la meilleure huile d'olive est celle de Marsa Ben M'Hidi préparé traditionnellement. Car toutes les valeurs des indices étudiés de cette échantillon sont situés dans les normes recommandées par COI, suivi par huile de Ouzidane, préparé industriellement qui a enregistré seulement une diminution dans la valeur d'IS par rapport aux normes.

Ces huiles d'olives peuvent être classées, dans la catégorie des huiles vierges d'après la valeur d'acidité établie par **COI (2013)**.

Par contre, nous avons enregistré une valeur d'IS supérieur aux normes dans huile d'olive qui provient de Tizi-Ouzou préparé par méthode traditionnelle, et selon le taux d'acidité, cette huile peut être classée dans la catégorie des huiles d'olives vierge courante <3,3% d'après **COI (2013)**.

En générale, si on compare les indices chimiques des échantillons d'huile d'olive selon les régions étudiées, l'échantillon de la région Marsa Ben M'Hidi est le meilleur. Et si on compare les échantillons d'huile d'olive selon la méthode d'extraction, la méthode traditionnelle est la meilleure.

## 2. Analyses biochimiques :

### 2.1. Extraction des composés phénoliques : caractéristiques des extraits obtenus.

Les extraits préparés à partir de trois échantillons d'huiles d'olive présentent des aspects, des couleurs et des rendements variables (**Tableau n°10**). Le rendement a été calculé par rapport à 25ml d'huile et les résultats ont été exprimés en pourcentage

**Tableau n°10** : les caractéristiques des extraits des huiles d'olives.

|                               | Région           | Masse (m) | Rdt (%)      | Aspect | couleur         | solubilité |
|-------------------------------|------------------|-----------|--------------|--------|-----------------|------------|
| <b>Méthode traditionnelle</b> | Tizi-Ouzou       | 0,0294    | <b>0,15%</b> | Pate   | Marron jaunâtre | méthanol   |
|                               | Marsa Ben M'Hidi | 0,0371    | <b>0,19%</b> | Pate   | Marron          | méthanol   |
| <b>Méthode industrielle</b>   | Ouzidane         | 0,0265    | <b>0,13%</b> | Pate   | Marron          | méthanol   |

Selon les résultats résumés dans le **tableau n°10**, nous avons remarqué que :

Tous les extraits ont présenté une bonne solubilité dans le méthanol. Ils sont récupérés sous forme d'une pâte, avec un couleur marron sauf l'extrait de Tizi-Ouzou qui a donné une couleur marron jaunâtre

Les rendements d'extraction des composés phénoliques sont variables : l'extrait de Marsa Ben M'Hidi a présenté le rendement le plus élevé **0,19%**, suivi par l'extrait de Tizi-Ouzou **0,15%**. Alors que l'extrait d'Ouzidane (industrielle) a présenté le plus faible rendement d'ordre de **0,13%** par rapport aux deux extraits préparés par méthode traditionnelle.

De même, nous avons constaté que les huiles d'olives préparées par méthode traditionnelle (Marsa Ben M'Hidi et Tizi-Ouzou), ont des meilleurs rendements par rapport à l'huile d'olive d'Ouzidane préparée par méthode industrielle.

# **Discussion**

L'huile d'olive est le produit méditerranéen par excellence. C'est est la principale source de matières grasses du régime méditerranéen. Elle contient des nutriments qui ont des effets bénéfiques sur la santé humaine (**Bouhadjra, 2011**).

La production moyenne annuelle de l'huile d'olive en Algérie a atteint 52.400 tonnes en 2014 soit une part de 1,7 % de la production mondiale. Cette part est très faible par rapport à nos voisins les Tunisiens et les Marocains (5,9 et 4,5 % respectivement) (**FAOstat, 2019**).

Le traitement des olives en vue de l'extraction de l'huile peut se faire soit par des méthodes industrielles ou par des méthodes traditionnelles.

La qualité d'huile d'olive est définie à partir des perspectives commerciales, nutritionnelle et organoleptiques qui sont liées essentiellement à la variété des olives, la région de récolte, méthode d'extraction, et autres facteurs.

Selon le **COI (comité oléicole international) (2015)** l'acidité et l'indice de peroxyde sont des critères de qualité d'huile d'olive.

Le but de ce travail est de comparer la qualité d'huile d'olive de trois échantillons par rapport la région de récolte (Tizi-Ouzou, Marsa Ben M'Hidi et Ouzidane) et par rapport la méthode d'extraction (traditionnelle et industrielle).

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que les trois échantillons ont présenté une acidité qui ne dépasse pas les **3%**. Ces valeurs restent inférieures aux limites établies par le Conseil Oléicole International (**COI, 2015**). Pour cela, On peut classer l'huile de Marsa Ben M'Hidi (**1,01%**) et huile de Ouzidane (**1,57%**) dans la catégorie des huiles d'olive vierge. Par contre l'échantillon de Tizi-Ouzou (**2,05%**) qui dépasse **2%** peut être classé dans la catégorie des huiles d'olive vierge courante.

Les résultats d'acidité d'huile traditionnelle de Marsa Ben M'Hidi sont confirmés par la valeur d'huile préparée traditionnellement par cuisson dans le travail de **Hammad et Hammoudi (2018)**, mais les résultats d'huile d'olive traditionnelle de Tizi-Ouzou et l'huile d'olive industrielle d'Ouzidane sont un peu différents.

La qualité d'huile d'olive dépend de divers facteurs liés à la variété, aux conditions climatiques, culturelles et aussi aux conditions de trituration (durée et conditions de stockage, mode de trituration traditionnel ou industriel) (**Ouedrhiri et al., 2017**).

Les olives peuvent subir des lésions qui peuvent engendrer des contaminations de l'huile (**Ledrole et al. 2004**). Ce qui donne des huiles avec une forte acidité.

En plus, il existe d'autres facteurs d'altération qui peut influencer sur l'acidité d'huile d'olive comme les moisissures, les fermentations et la mouche d'olive.

Pour produire une huile à faible acidité, il est nécessaire de triturer les olives saines, rapidement après récolte, pressées à froid dans un délai le plus court possible après avoir été récoltées (**Tsimidou et al. 2005**).

Les valeurs de l'indice de peroxyde de deux échantillons préparés par méthode traditionnelle (**18,60 et 18,66 milliéquivalent/kg**) sont supérieures par rapport à l'indice de peroxyde d'huile d'olive préparés par méthode industrielle (**8,30 milliéquivalent/kg**), mais si en comparant ces valeurs a ceux de la norme commerciale du **COI (2018)** nous constatons que tous les échantillons analysés sont conformes à la norme (**IP<20 milliéquivalent/kg**).

Le résultat d'IP concernant l'échantillon industriel (Ouzidane) est comparable par rapport à celle de l'échantillon industriel d'Ain Defla analysé par **Selka et Tchouar (2014)**.

Ces basses valeurs de l'IP montent que l'huile a été extraite rapidement après la récolte des olives et qu'elle a été stockée dans de bonnes conditions. Elles permettent de penser que l'huile ne s'oxyde pas prématurément et se conservera au cours du temps (**Bedjaoui et Bensalem, 2012**).

L'augmentation de l'indice de peroxyde peut être attribuée à la teneur élevée en acide gras libre, qui s'oxyde en présence de l'oxygène pour donner des peroxydes (produit primaire d'oxydations) (**Ben Tekaya et Hassouna, 2005**). Ce qui indique que ces huiles ne présentent pas une oxydation et qu'elles ont une bonne aptitude à une conservation correcte.

L'indice de saponification permet de classer les huiles en fonction de la longueur des chaînes d'acides gras. Plus l'IS est élevée plus les huiles contiennent des acides gras à courtes chaînes (**Bentekeya et Hassouna, 2007**).

Huile de Marsa Ben M'Hidi a donné une valeur de saponification d'ordre de **187,10 mg KOH/ g**, situé dans l'intervalle des normes COI (2015) pour les huiles d'olive vierge qui les fixe entre **185 et 196 mg KOH/ g d'huile**.

Cependant, l'huile d'olive de Tizi-Ouzou dépasse les limites établies par le **COI 2015**. Et selon **Ben Tekaya et Hassouna (2007)**, cette huile est très recommandée pour servir dans la fabrication des savons.

Pour l'huile d'olive d'Ouzidane nous avons enregistré une valeur inférieure à la limite établie par **COI 2015**. Ce qui confirme que les huiles d'olive traditionnelles ont des indices de saponification supérieures à celles des huiles d'olive industrielles.

Ces résultats d'IS d'huile d'olive de Tizi-Ouzou et Marsa Ben M'hidi sont proches à celle présentés dans les travaux de **Mahdi 2016** (huile de 2014 et 2015).

Selon **Harper (1977)**, les huiles d'olive préparées traditionnellement par cuisson est moins riche en acide gras à longue chaîne par rapport à l'huile d'olive industrielle.

Concernant les résultats d'indice d'ester nous avons enregistré une valeur plus élevée dans l'échantillon de Tizi-Ouzou (**196,37 mg KOH/g huile**), suivi par l'échantillon de Marsa Ben M'hidi (**185,09 mg KOH/g huile**) et l'échantillon de Ouzidane (**164,32 mg KOH/g huile**).

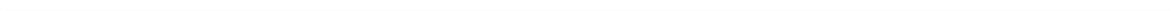
Nos résultats d'ES sont supérieurs à ceux présentés dans les travaux de **Hammad et Hammoudi (2018)**.

Sachant que le taux d'hydrolyse de la matière grasse est exprimé par l'indice d'ester, une huile qui présente un indice d'ester élevé est une huile dont le nombre de moles d'acides gras libres est élevé par rapport aux nombres de moles de triglycérides (**Selka et Tchouar, 2014**).

Les composés phénoliques jouent un rôle très important dans la caractérisation des huiles et dans leurs intérêts nutritionnels. La classe des phénols regroupe toute une gamme de substances diverses (**Owen et al., 2000**). Ces composés simples et complexes, confèrent les propriétés antioxydantes et modulent la saveur de l'huile (**Servili et Montedoro, 2002**). Ils contribuent aussi fortement au goût piquant, à l'astringence et à l'amertume des huiles (**Garcia et al., 2003**).

L'extraction des polyphénols s'effectue généralement au moyen des solvants appropriés tels que le méthanol, l'éthanol, l'acétone, le N,N-diméthyl formamide (**Turkmen et al., 2007**), l'éther diéthylique (**Moussaoui, 2007 ; El Hadrami et al., 2004**) et l'acétate d'éthyle (**Ghattas, 2004 ; Nassif, 2004 ; Fki et al., 2005 ; De Marco et al., 2007 ; De Leonardis et al., 2008**).

# **Conclusion générale**



## Conclusion

---

Notre travail a été consacré à une étude comparative entre deux modes d'extractions d'huiles d'olive (traditionnelle et industrielle) qui provient de trois régions différentes (**Tizi-Ouzou, Marsa Ben M'Hidi et Ouzidane**). La qualité d'huile d'olive dépend principalement de l'olive (Fruit), la région de récolte et le processus d'extraction.

Cette étude nous a permis, selon les moyens disponibles, de déterminer les principales caractéristiques chimiques afin de faire une comparaison entre les différents échantillons (traditionnelle et industrielle).

Les résultats obtenus nous ont mené à tirer les conclusions suivantes :

- Les résultats d'analyse des caractéristiques physico-chimiques de nos échantillons ont montré qu'ils sont conformes aux Conseil Oléicole International
- Les trois huiles d'olive étudiées présentent une acidité inférieure à 3,3%. L'huile préparée traditionnellement de la région de Marsa Ben M'Hidi est la moins acide (acidité 1,01%) ;
- L'indice de saponification est variable pour chaque huile. L'huile de Marsa Ben M'Hidi (traditionnelle) est conforme aux normes, Cela signifie qu'elle est plus riche en acide gras à courte chaîne. Par contre l'huile de Tizi-Ouzou (traditionnelle) et d'Ouzidane (industrielle) sont exclues de l'intervalle donné par les normes COI ;
- L'indice de peroxyde des deux différents préparations analysées est conforme aux Conseil Oléicole International ;
- L'extraction hydrométhanolique des échantillons d'huiles d'olives, nous a permis de récupérer des rendements variables en composés phénoliques entre 0,13% et 0,19%.

Nous pouvons dire que la qualité d'huiles d'olive est influencée non seulement par la méthode d'extraction et la région, mais aussi par la variété des olives et les conditions de stockages.

Ces résultats méritent d'être confirmés par d'autres études :

- Étudier d'autres caractères physicochimiques de qualité des huiles d'olives tels que la densité, les pigments, dosage des polyphénols totaux, le pH, L'absorbance dans L'UV.
- Réaliser une étude sensorielle des huiles d'olives.
- Purifier, identifier et caractériser la partie insaponifiable des huiles d'olive par des méthodes chromatographiques (CCM, chromatographie sur colonne, HPLC...) et des méthodes spectrophotométriques (RMN, spectroscopie de masse...).

## Conclusion

---

- Rechercher l'activité antioxydante des composés phénoliques extraits des huiles d'olives.

# **Références bibliographiques**

---

-A-

- AFNOR Association Française de Normalisation, norme NF EN ISO 3657 (2013).** Corps gras d'origines animale et végétale. Détermination de l'indice de saponification.
- AFNOR Association Française de Normalisation, norme ISO 18321 (2015).** Corps gras d'origine animale et végétale. Détermination de l'indice de peroxyde.
- Agrovila, laboratoire agrovila international. (2015)** sfax, Tunisie, brochure.
- Ajana H., El Antari A. and Hafidi A. (1999).** Evolution of biometric parameters and chemical composition of olives from the Moroccan Picholine variety during fruit ripness. *Grasas y Aceites* ; 50 (1) : 1-6p.
- Amouretti M. et Comet G. (1985).** Le livre de l'olivier, Ed ; 45p.
- Argenson C., Regis S., Jourdain J.M. et Vaysse P. (1999).** L'olivier. Ed. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (Ctifl), Paris ; 204 p.

-B-

- Baccouri B., Ben Temime S., Campeol E., Cioni P., Daoud D. and Zarrouk M. (2007).** Application of solid-phase microextraction to the analysis of volatile compounds in virgin olive oils from five new cultivars. *Food Chemistry*; 102: 850–856p.
- Baccouri O., Guerfel M., Baccouri B., Cerretani L., Bendini A., Lercker G., Zarrouk M. and Ben Miled D. (2008).** Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chemistry* ; 109 :743-754p.
- Balatsouras G. (1997).** Encyclopédie mondiale de l'olivier. Conseil Oléicole International ; 295-342p.
- Beck J.S., Danks F. (1983).** Determinación de umbral de tratamientos para la mosca del olivo (*Bactrocera oleae* Gmel, Diptera, Tephritidae) en oli vardestinado a la producción de aceite. *Bol.Sanid. Vegetal Plagas* ; 21(4) : 577-588p.
- Bedjaoui K. et Bensalem S. (2012).** Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive de deux variétés étrangères : Picholine marocaine et Maurino. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Contrôle de Qualité et Analyses. Université Abderrahmane MIRA de Béjaia ; 95p.

- Beltrán G., Aguilera MP., Del Rio C., Sanchez S. and Martinez L. (2005).** Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chemistry*; 89:207-215p.
- Ben Tamime S., Manai H., Methenni K., Baccouri B., Abaza L., Daoud D., Casas J., Bueno E. and Zarrouk M. (2008).** Sterolic composition of Chétoui virgin olive oil : Influence of geographical origin. *Food Chemistry* ; 110(2) : 368-374p.
- Ben Tekaya I. et Hassouna M. (2007).** Effets des chlorophylles, du bêta-carotène, de l'alphatocophérol, du tyrosol et de leurs interactions sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive tunisienne. Institut National Agronomique de Tunisie (INAT) ; 14p.
- Ben Tekaya IB. et Hassouna M. (2005).** Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage ; 12(5-6) : 54-447p.
- Bendini A., Cerritani L., Pancorbo A. C., Gomez-Caravaca A. M., Segura-Carretero A., Gutierrez F. A. and Lercker J. (2007).** Phenolic molecules in Virgin olive oils. A survey their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods; 12: 1679-1719p.
- Benhayoun G. et lazzeri Y. (2007).** L'olivier en méditerranée de symbole à l'économie ; 2-8p.
- Benlemlih M et Ghanam J. (2012).** Polyphénols d'HUILE d'OLIVE, trésors santé ! .Ed. Medicatrix ; 19-35p. que, 2ème Semestre ; 965 : 169-196p.
- Benlemlih M. et Ghanam J. (2016).** Polyphénols de l'huile d'olive trésors sante ! 2ème Ed. Augmenté imprimé en France (Nouvelle Imprimerie Laballery), 1ER partie, chapitre1 ;48p.
- Benrachou M. (2013).** Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Mémoire de doctorat. Université d'Annaba ; 112 p.
- Benyahia N et Zein K. (2003).** Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. Contribution Spéciale de Sustainable Business Associates (Suisse) à AESEC II ; 1-8p.
- Besnard G. (2009).** Génétique et évolution des plantes en milieu méditerranéen et tropical. Université de Lille ; 1 : 45p.
- Besnard G., Khadari B., Villemur P. and Bervillé A. (2000).** Cytoplasmic male sterility in the olive (*Olea europaea* L.). *Theor. Appl. Genet.*; 100: 1018-1024p.

**-Bianchi. (1999).** Extraction Systems and olive oil. *OCL*; 6: 49 – 55p. *Biochemistry* ;13: 636-644p.

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

**-Bouhadjra k. (2011).** Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydante de l'huile d'olive vierge. Thèse de magister en chimie de l'environnement. Université mouloud Mammari, Tizi-Ouzou ; 36p.



**-C.O.I. (2018).** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC n° 3/Rév. 12.

**-C.O.I. (2015).** International Olive Council. Trade standard applying to olive oils and olive pomace oils, Oil COI/T.15/NC No 3/Rev.9, International Organization for Standardization.

**-C.O.I. (2013).** Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC n° 3/Rév. 7.

**-CEE 2568 (1991).** Communauté Economique Européenne. Règlement (CEE) N°2568 /91 de la commission du 11 juillet 1991. Relatif aux caractéristiques des huiles d'olive et de grignons d'olive ainsi qu'aux méthodes d'analyse y afférentes ; 27-30p.

**-Chimi H. et Ouaouich A. (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. UNIDO ; 1-29p.

**-Christian P. (2013).** Association Française Interprofessionnelle de l'Olive AFIDOL : Acidité de l'huile d'olive.

**-Cichelli A. and Pertesana G. P. (2004).** High-performance liquid chromatographic analysis of chlorophylls, pheophytins and carotenoids in virgin olive oils: chemometric approach to variety classification. *Journal of Chromatography A*; 1046(1-2): 141-146p.

**-Civantos L. (1998).** L'olivier, l'huile d'olive et l'olive, Ed. Conseil oléicole international; 130 p.

**-Connor D.J. and Fereres E. (2005).** The physiology of adaptation and yield expression in olive. *Hort. Rev.* ; 34 : 155-229p.

**-Covas M.I. (2007).** L'huile d'olive et le système cardiovasculaire. *PharmacolRes* ; 55 :175-186p.

**-D-**

**-De Leonardis A., Aretini A., Alfano G., Macciola V. and Ranalli G., (2008).** Isolation of a hydroxytyrosol-rich extract from olive leaves (*Olea Europaea L.*) and evaluation of its antioxidant properties and bioactivity. *European Food Research and Technology*; 226,653-659p.

**-De Marco E., Savarese M., Paduano A. and Sacchi R. (2007).** Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill wastewaters. *Food Chemistry* ; 104, 858-567p.

**-Dich A. et sidhoum M. (2008).** Etude de l'olivier dans la wilaya de Tlemcen. Thèse. Ing. Dpt. Agro. Univ. Tlemcen; 120p.

**-Doveri S. and Baldoni L. (2007).** Olive in Genome Mapping and Molecular Breeding in *Plants*; 4: 253-264p.

**-Dugo G., Lo Turco V., Pollicino D., Mavrogeni E. et Pipitone F. (2004).** Caractérisation d'huiles d'olive vierges siciliennes. Variation qualitative des huiles des fruits des cultivars « Biancolilla ,NocellaradelBelice , Cerasuola , TondaIblea et Crastu » en fonction des techniques et de l'époque de récolte des olives. *Olivae* ;101 : 44-52p.

**-Dussol C. (2009).** L'huile d'olive et notre sante. *AFIDOL* ; 1-3p.

**-E-**

**-El Hadrami A., Belaqziz M., El Hassni M., Hanifi S., Abbad A., CapassoR., Gianfreda L. and El Hadrami L. (2004).** Physico-chemical characterization and effects of olive oil mill wastewaters fertirrigation on the growth of some Mediterranean corps. *Journal of Agronomy*; 3(4): 247-254p.

-F-

- FAO. (2012).** Séries statistiques. [www.FAO.org](http://www.FAO.org), consulté le 13/06/2020.
- FAO. (2019).** Food and Agricultural Organization. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data>, consulté le 13/06/2020.
- Fki L., Allouche N., and Sayadi S., (2005).** The use of polyphenolic extract, purified hydroxyl tyrosol and 3,4-dihydroxyphenyl acetic acid from olive mill wastewater for the stabilization of refined oils: a potential alternative to synthetic antioxidants Food Chemistry ,93, 197-204p.
- Fouin J. et Sarfati C. (2002).** Le guide des huiles d'olive. Ed. Du Rouergue ; 46-47p.
- Fouin J. et Sarfati C. (2002).** Le guide des huiles d'olive. Ed. Du Rouergue; 335p.
- Frias Ruiz L., Garcia-Ortiz Rodriguez A., Hermonso Fernandez M., Jimenez Marquez A., Llaverro Del Pozo P., Morales Bernarrdino J., RuanoAyuso T., Uceda Ojeda M. (1999).** Analista de laboratorioalmazara. Comunidad europea ; 61-88p.

-G-

- Garcia A., Brenes M., Garcia P., Romero C. and Garrido A. (2003).** Phenolic content of commercial olive oils. European Food Research Technology; 216: 520-525p.
- García-González D. L., Aparicio-Ruiz R. and Aparicio R. (2008).** Virgin olive oil-Chemical implications on quality and health. European journal of lipid science and technology; 110(7), 602-607p.
- Garcia-Gonzalez D.L., Aparicio-Rui R. and Aparicio R. (2008).** Virgin olive oil chemical implications on quality and health. European Journal of Lipid Science and Technology ;110:1-6p.
- Ghanbari R., Anwar F., Alkharfy K., Gilani A. et Saari N. (2012).** Nutriments précieux et bioactifs fonctionnels dans différentes parties de l'olive (*Olea europaea* L.) - Une revue. Int J. Mol. Sci. ; 13 (3) : 3291-340p.
- Ghattas D, (2004).** Valorisation des margarines par digestion anaérobie. Mémoire DEA, IRAL (Liban) ;39p.
- Ghedira K. (2008).** L'olivier, Phytothérapie ; 6 : 83–89p.

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

**-Giuffrida D., Salvo F., Salvo A., La pera L .and Dugo G. (2007).** Pigments composition in mono varietal virgin olive oils from various Sicilian olive varieties. *Food chemistry*; 101 (2): 833-837p.

**- Giuffrida D., Salvo F., Salvo A., Pera L.L. and Dugo G. (2006).** Pigments composition in mono varietal virgin olive oils from various Sicilian olive varieties. *Food Chemistry*, doi: 10.1016/j.foodchem.2006.12.030.

**-Gorinstein S., Martin-Belloso O., Katrich E., Lojek A., Číž M., Gligelmo-Miguel N. and Trakhtenberg S. (2003).** Comparison of the contents of the main biochemical compounds and the antioxidant activity of some Spanish olive oils as determined by four different radical scavenging tests. *The Journal of nutritional biochemistry*; 14(3):154-159p.

**-Green PS. (2002).** A revision of *Olea* L. (*Oleaceae*). *Kew Bull.*;57: 91-140p.

**-H-**

**-Hachemi I. et Benazza H. (2015).** Perspectives d'amélioration de la production et la conservation des olives et les produits oléiques dans la région de Tlemcen, *Mem. Agro. Univ. Tlemcen*.

**-Hammadi C. (2006).** Technologie d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. *Bulletin mensuel d'information et de la liaison du PNTTA, Rabat, N°141*.

**-Harper A.H. (1977).** Précis de Biochimie. 4<sup>e</sup> Ed, Les Presses de l'Université de Laval, Québec ; 26p.

**-Hélène I. (2005).** Produits du terroir méditerranéen : conditions d'émergence, d'efficacité et modes de gouvernance institut agronomique méditerranéen en Montpellier ; 239p.

**-Huang C. L. and Sumpio B.E. (2008).** Olive oil, the Mediterranean Diet. and Cardiovascular Health. *America Collège of Surgeons* ;207(3) : 407-416p.

**-I-**

**-Inglese P. (1994).** L'influence de la variété sur les caractéristiques qualitative de l'huile d'olive. *Olivae* ; 54 :42-47p.

-k-

**-Kamoun N.G., Ouazzani N. and Trigui A. (2002).** Characterizing isozymes of some Tunisian olive (*Olea europaea L.*) cultivars. IV International Symposium on Olive Growing; 586p.

**-Karray B., Msallam M., Ksantini M., Mahjoub Boujnah D. et Grati Kamoun N. (2009).** Programmes et acquis de recherches pour la rénovation de la filière huile d'olive et l'amélioration de ses performances, Article d'*Institut de l'Olivier – Tunisie*.

**-Kellie L., Tuck, Peter J. and Haybal L. (2002).** Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects REVIEW: CURRENT TOPICS. *Journal of Nutritional Biochemistry* ;13 : 636-644p.

**-Keros P. (2005).** Alternative sante comprendre pour agir les HPPF (huiles de première pression à froid), riche en oméga 3 et 6 en vitamine et en oligoéléments jouent un rôle Programmes et acquis de recherches pour la rénovation de la filière huile d'olive et l'amélioration de ses performances, *L'Institut de l'Olivier – Tunisie*. Protecteur important, notamment contre le vieillissement de nos cellules ; 1-4p.

**-Kiritsakis A., Nanos G. D., Polymenopulos Z., Thomai T. and Sfakiotakis E. M. (1998).** Effect of fruit storage conditions on olive oil quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society* ;75(6), 721-724p.

**-Kiritsakis A. K. (1998).** Flavor components of olive oil- a review. *American Oil Chemists' Society*; 75(6): 673-681p.

-L-

**-Laurent A., Barnouin A. (2000).** L'olive. Ed. Genève, Aubanel ; 139p.

**-Lazzez A., Cossentini M., Khelif M. et Karray B. (2006).** Etude de l'évolution des stérols, des alcools aliphatiques et des pigments de l'huile d'olive au cours du processus dematuration. *J. Soc. Chim. Tunisie* ; 8 : 21-32p.

**-Ledrole R., Siciliano A. et Ramu L. (2004).** L'olivier pas à pas. Groupement des oléiculteurs de haute provance et du luberon. Ed. isuded. Paris ; 82-83p.

**-León Carralafuente E. (2003).** Les bienfaits de l'huile d'olive. *Diabètes Voice* ; 48 (4) : 36-38p.

## Références bibliographiques

---

**-Leroy I. (2011).** L'huile d'olive dans tous ses états. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie ; 24-54p.

**-Liazid. (2014).** Dosage des phénols totaux de quelques échantillons d'huile d'olives et contrôle de leurs qualités physicochimiques. Mast. Bio. Université de Tlemcen ; 116 p.

**-Lonsert R .et Brousse G. (1978).** L'olivier. Ed. Maison d'œuvre et Larousse, Paris ; 447p.

**-Luaces P., Perez A. G., Garcia J. M. and Sanz C. (2005).** Effects of heat-treatments of olive fruit on pigment composition of virgin olive oil Food Chemistry; 90: 169–174p.

### -M-

**-Mahbouli A. (1974).** L'économie oléicole dans le méditerranéen-options méditerranéennes. 12ème congrès international des industries agricoles et alimentaires-Athènes ; 24 : 34-39p.

**-Marouane A., Naoui A., Medjahed H., Ali k. et Saadi A. (2014).** Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. International Journal Biological Chemical Science, 8 (4): 1865-1870.

**-Matos L. C., Cunha S. C., Amaral J. S., Pereira J. A., Andrade P. B., Seabra R. M. and Oliveira B. P. (2007).** Chemometric characterization of three varietal olive oils (Cvs. Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana) extracted from olives with different maturation indices. Food chemistry; 102(1): 406-414p.

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

**-Mosquera- Minguéz I.M., Navaro R.L., Rojas G.B., Sanchez Gomez H.A. and Fernandez G.J. (1991).** Color-pigment Correlation in virgin olive oil. Journal of the American Oil Chemists'Society; 68(5), 332-336p.

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

### -N-

**-Nassif D. (2004).** Valorisation des polyphénols extraits des margarines entant qu'antioxydants naturels dans les huiles végétales. Mémoire DEA.IRAL (Liban); 40p.

**-Nefzaoui A. (1999).** The olive cakes. In: Olive tree by-products. Ed. Icadra.;19-64p.

**-Ninfali P., Aluigy G., Bacchiocca M. and Magniani M. (2001).** Antioxydant capacity of extra-virgin olive oil. American Journal Oil Chemist's Society ; 78(3) : 243-247p.

**-O-**

**-O.N.H. (2012).** Office National de l'Huile. La filière de l'huile d'olive, composante stratégique de l'agriculture tunisienne et de l'économie nationale. République Tunisienne. Ministère de l'agriculture. Oil quality. European Journal of Lipid Science and Technology; 104: 602-613p.

**-Osland R.E. (2002).** Phytosterols in human nutrition. *Annual Review of Nutrition*; 22: 533-549p.

**-Ouedrhiri M., Benismail C., El Mohtdi F .et Achkari-Begdouri A. (2017).** Evaluation de la qualité de l'huile de pulpe d'olive vierge de la variété Picholin marocaine. *rev.mar.sci.agron. vét* ; 5(2) :142-148p.

**-Owen W., Mier W., Giacosa A., Huli W., Spiegelhajder B. and Bartsh H. (2000).** Phenolic compounds and squalene in olive oils the concentration and antioxydant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoid, lignans and squalene. *Food and Chemical Toxicology*; 38: 647-659p.

**-P-**

**-Pardo J. E., Cuesta M. A. and Alvarruiz A. (2007).** Evaluation of potential and real quality of virgin olive oil from the designation of origin « Aceite Campo de Montiel» (Ciudad Real, Spain). *Food chemistry*; 100: 977-984p.

**-Perrin J.L. (1992).** Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Etude et recherche* ; 4 : 25-31p.

**- Perona J.S., Canizares J., Montero E., Sanchez- Dominuez J. M., Catala A. and Ruiz-Gutierrez V. (2004).** Virgin olive oil reduces blood pressure in hypertensive elderly subjects. *Clinical Nutrition*; 2 :191- 200p.

**-Phillips K. M., Ruggio D. M., Toivo J. I., Swank M. A. and Simpkins A. H. (2002).** Free and esterified sterol composition of edible oils and fats. *Journal of Food Composition and Analysis* ;15(2): 123-142p.

**-Popovici C., Saykova I. et Tulkozski B. (2009).** Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industrial;* (4):8p.

**-Psomiadou E. and Tsimidou M. (2002).** Stability of virgin olive oil. Autoxidation studies. *Journal of Agriculture and Food Chemistry;* 50:716-721p.

**-R-**

**-Roca M. and Mínguez-Mosquera M. I. (2001).** Changes in chloroplast pigments of olive. Changes in chloroplast pigments of olive varieties during fruit ripening. *Journal of agricultural and food chemistry;* 49(2), 832-839p.

**-Rodríguez-Morató J., Xicota L., Fitó M., Farré M., Dierssen M. and de la Torre R. (2015).** Potential role of olive oil phenolic compounds in the prevention of neurodegenerative diseases. *Molecules;* 20(3): 4655-4680p.

**-Rohani Binti M. Z. (2006).** Process desing in degumming and bleaching of plam oil. Centre of lipids engineering and applied research : 9-45p.

**-Rol R. et Jacamon M. (1988).** Flore des arbres, arbustes et arbrisseaux. Ed. La Maison rustique, Paris ; 51p.

**-Ruiz L.F., Rodriguez A.G.O., Fernandez M.H., Marquez A.J., Pozo P.L.D., Bernardino J.M., Ayusu T.R., Ojeda M.U. (1999).** *Consejeria d'Agriculture y pesca. 2eme Ed. Informacion estécnicas comunidad europea ;17-44p.*

**-Ryan D., Robard K. et Lavee S. (1998).** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae ;* 72 :23-38p.

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

**-S-**

**-Salvador M.D., Aranda F. and Fregapane G. (2001).** Influence of fruit ripening on 'Cornicabra' virgin olive oil quality: A study of four successive cropseasons. *Food Chemistry;* 73: 45-53p.

**-Sebastian (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Mémoire de doctorat. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse ; 160p.

- **Sekour B. (2012)**. Phyto protection de l'huile d'olive vierge (H.O.V.) par ajout des plantes végétales (thym, ail, romarin). Mag. Université de Boumrdesse ; 127 p.
- Selka S. Tchouar A. K. (2014)**. Contribution à l'étude physico-chimique et organoleptique de deux huiles d'olive d'extraction traditionnelle et industrielle de la wilaya de Tlemcen. Mémoire de Master en Agronomie, option : Amélioration de la Production Végétal et Biodiversité. Univerité Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen.
- Servili M., Selvaggini R., Esposito S., Taticchi A., Montedoro G.F. and 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. Journal of Chromatography; 1054: 113-127p.
- Servili M. and Montedoro G.F. (2002)**. Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. European Journal of Lipid Science and Technology; 104: 602-613p.
- Sikorski Z. E. and Anna K. (2011)**. Chemical, biological, and functional aspects of food lipids. 2 ème Ed. Taylor and Francis Group, LLC. USA; 1-63p.
- Strikis D., Hellal F., Hurtado A., Ruschel J., Flynn K.C., Laskowski C.J., Umlauf M., Kapitein L.C., Lemmon V., Bixby J., Hoogenraad CC. and Bradke F. (2010)**. Study of developpement and classification of differents plants ; 34: 19-30p.

-T-

- **Tanouti K, Elamrani A, Serghini-Caid H, Khalid A, Bahetta Y, Benali A, Harkous M et Khair M. (2010)**. Caractérisation d'huile d'olive produites dans les cooperatives pilotes (Iakaram et Kenine) au niveau du Maroc oriental. Les technologies de laboratoire ; 5(18) :18-26p.
- Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E., Benali A., Harkous M. et Elamrani A. (2011)**. Amélioration qualitative d'huile d'olive produites dans le Maroc Oriental. Les technologies de laboratoire ; 6 (22) : 1-12p.
- Tsimidou M.Z., Georgiou A., Koidis T. And Boskou D. (2005)**. Loss of stability of "veiled" (cloudy) virgin olive oils in storage. Food Chemistry; 93: 377-383p.

**-Turkmen N., Velioglu Y. S., Sari F. and Polat G. (2007).** Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antibacterial activities of black tea. *Molecules*;12:484-496p.

**-U-**

**-Uceda M., Herrera Aguilera M., Mazzucchelli I. (2010).** Manual de cata y marida jedelaceite de oliva. 1ª edición : Septembre de 2010. Editorial Almuzara, S.L.

**-Uzzan (1992).** Huile d'olive. In manuel des corps gras. Ed. Lavoisier, Paris ; 763-767p.

**-V-**

**-Veillet S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre tradition et innovation. Thèse de Doctorat spécialité Chimie, *Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse* ; 12p.

**-Veillet S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre tradition et innovation. Thèse de Doctorat spécialité Chimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse ; 5-30p.

**-Veillet S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Mémoire de doctorat. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse ; 160p.

**-Veillet S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Thèse présentée pour obtenir le grade de Docteur en Sciences, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. Thèse de doctorat ; 3-42p.

**-Vichi S., Pizzale L., Conte L., Buxaderas S. and Lopez-Tamames E. (2003).** Solid-phase Microextraction in the analysis of virgin olive oil volatile fraction: modifications induced by Oxidation and suitable markers of oxidative status. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 65: 64-6571p.

**-Villa P. (2006).** La culture de l'olivier. Ed. De Vecchi S.A., Paris; 1-69 p.

**-W-**

**-Werner J.B., Raphael B., Jurg L. et Alin E. (2010).** Sciences et technologie des aliments. Presses polytechniques et universitaires romandes. 1ère Ed. : 978- 2-88074- 754-1.

**-Wolef J. P. (1968).** Manuel d'analyses des corps gras. Ed. Aznuaiy, Paris.

-Y-

**-Yahia H. (2009).** Les miracles du coran. Paris : Iqra. Librairie Alghazel, 2ème éd. ; 393p.

Z

**-Zarrouk M., Marzouk B., Ben Miled D. et Chérif A. (1996).** Accumulation de la matière grasse de l'olive et l'effet du sel sur sa composition. *Olivae*; 61: 41-45p.