

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE : Sciences

DOMAINE : SNV

N° :.....



DEPARTEMENT : Sciences
agronomiques

OPTION : Production Végétale

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par :

ABD ELKEBIR OUM ELKHEYR

DIAFI LOUBNA

DJEMIAT SAADIYA

Intitulé

**Caractérisation morphologique de la variété
Chemlal d'olivier (*Olea europaea*) de deux
régions (M'sila et Bouira) et évaluation de la
qualité de l'huile d'olive**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. Hadj kouider Boubaker

Université de M'Sila

MCB Président

Dr. Lallouche Bahia

Université de M'Sila

MCB Examinatrice

Dr. Mahmoudi Souhila

Université de M'Sila

MCB Promotrice

Année universitaire : 2019 /2020

Dédicaces

Je dédie ce travail :

À mes chers parents

Qui tiennent une place immense dans mon cœur aucune dédicace ne serait exprimée la reconnaissance, le respect et l'estime. Que Dieu vous donne bonne santé et longue vie.

À mon frère et mon fiancé

Pour leur véritable et sincère amour je leur souhaite une vie pleine de succès et de bonheur.

À tous mes amis et collègues

Et particulièrement les plus intimes, en témoignage des moments inoubliables, des sentiments purs, et des liens solides qui nous unissent. À toutes les personnes Qui me reconnaisse et qui m'ont aidé et contribué à la réalisation de ce travail.

OMELKHEYR

Dédicaces

Au nom du dieu le clément et le miséricordieux louange à **ALLAH** le tout puissant

Après avoir remercié «**ALLAH**» le tout puissant qui m'a aidé d'accomplir mes études, je tiens à dédier ce modeste travail à :

Mes chers parents **Noui** et **Habiba**, symboles de courage et de volonté qui ont consacré et sacrifié leurs vies pour mon bien être.

Mes chers grands parents **Abas** et **Ribeh** et toute sa famille.

A mon petit fils **TADJ ELDDINE**

A mes très chers frères.

A mes très chères sœurs.

A mes chères camarades.

A tous mes enseignants et mes amis de la promotion.

Je dédie ce travail à mon mari qui a accompagné ma carrière et qui a su faire de l'amour de mes études une passion et de cette passion un art. Un grand merci **Hicham**.

SAADIY

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Toute ma famille de **DIAFI**, mon père **SAID** et ma mère **MESSAUDA** et je les remercie pour leurs précieux conseils, leur soutien moral et leurs encouragements.

Mes chers frères : **CHARIF** et **ZAHRA**

Mon mari : **ABD ALHAMID** et sa famille de **DIAFI**

Mes grands-pères : **AHMED** et **CHELALI**.

Mes grands-mères : **JAMILLA** et **AIDA**.

Et toutes mes amies très proches

A toutes mes amies de la promotion de Master de : Production Végétale 2020

و الحمد لله على كل شيء

LOUBNA

Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions d'abord le Dieu de nous avoir donné santé, courage et foi.

Nous tenons à remercier chaleureusement les membres du jury : Mr. Hadj Kouider B., MCB. au département des Sciences Agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila et Mme. Lallouche B., MCB. au département des Sciences Agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire, de nous consacrer du temps et de porter leur jugement expert sur ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Mme Mahmoudi S. MCB. au département des Sciences Agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila qui a bien voulu diriger ce travail. Nous souhaitons aussi la remercier pour ses conseils, sa disponibilité et pour le temps qu'elle a consacré à ce travail.

Nous remercions également l'équipe de laboratoire de département des sciences agronomiques, Université de Med. Boudiaf sur leur patience, leur disponibilité et surtout leurs conseils qui nous ont aidés à alimenter notre réflexion.

Nos vifs remerciements vont aux propriétaires des vergers de M'sila et Bouira pour leur collaboration et pour les échantillons d'olives pour la réalisation des analyses.

Nous exprimons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé notre réflexion.

Et en fin nos sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce mémoire.

ملخص

بفضل تكيفها المناخي، وأهميتها الاقتصادية والغذائية والعلاجية، شجعت الدولة الجزائرية ودعمت زراعة أشجار الزيتون واختيار أفضل الأصناف في جميع الولايات. كرسنا عملنا لدراسة الخصائص المورفولوجية للزيتون ولتقييم جودة زيت الزيتون لعينات من صنف شمال من البويرة (الاخضرية) والمسيلة (حمام الضلعة). أولاً، تم وصف البساتين التي تمت زيارتها باستخدام استبيان تم ملؤه مع أصحابها. تم إجراء وصف مورفولوجي (نوعي وكمي) للزيتون والنواة (100 حبة). لتحديد تأثير منطقة حصاد الزيتون وتخزينه على الجودة الفيزيائية والكيميائية للزيوت تم قياس الحموضة، عدد البيروكسيد، الثابت K232 وK270 وكذلك محتويات الكلوروفيل والكاروتين. أظهرت النتائج أن هناك فرقا ($p < 0.05$) في الخصائص المورفولوجية الكمية (الوزن والطول والعرض) للزيتون بين عينات البويرة والمسيلة ولكن لا يوجد فرق فيما يتعلق الخصائص الكيفية. أدى تخزين الزيتون، لمدة 20 يوماً قبل طحنه، إلى زيادة كبيرة ($P < 0.05$) في الحموضة ومؤشر البيروكسيد للزيوت، مما سمح لنا بتصنيف زيوتنا على أنها "زيت زيتون بكر". الحموضة > 2 جم / 100 جم وفي زيت الزيتون البكر العادي (2 > الحموضة > 3.3 جم / 100 جم). تخزين الزيتون له تأثير متغير على العوامل الأخرى. لا تؤثر منطقة قطف الزيتون على الحموضة وقيمة البيروكسيد للزيوت، لكنها تؤثر على الامتصاص عند 232 و270 نانومتر ومحتويات الكلوروفيل.

الكلمات المفتاحية: الزيتون، الخصائص المورفولوجية، التخزين، زيت الزيتون، الجودة الفيزيائية والكيميائية.

Résumé

Grâce à son adaptation pédoclimatique, son importance économique, nutritionnel et thérapeutique, l'Etat algérienne a encouragé et subventionné la culture de l'olivier et la sélection des meilleures variétés dans tous les Wilayas. Nous avons consacré notre travail à l'étude des caractéristiques morphologiques des olives et à l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive des échantillons de la variété Chemlal issus de Bouira (Lakhdaria) et M'sila (Hammam Dhalaa). Dans un premier temps, une description des vergers visités a été faite en utilisant un questionnaire rempli auprès de leurs propriétaires. Une description morphologique (qualitative et quantitative) des olives et des endocarpes (100 fruits) a été réalisée. Pour la détermination de l'impact de la région de récolte et le stockage des olives sur la qualité physico-chimique des huiles, l'acidité, l'indice de peroxyde, les constantes K_{232} et K_{270} ainsi que les teneurs en chlorophylle et en caroténoïdes ont été mesurés. Les résultats obtenus montre qu'il y a une différence significative ($p < 0,05$) dans les caractéristiques morphologiques quantitatives (poids, longueur et largeur) des olives entre les échantillons de Bouira et M'sial mais pas de différence en ce qui concerne les caractéristiques qualitatives. Le stockage des olives, durant 20 jours avant trituration, a augmenté significativement ($p < 0,05$) l'acidité et l'indice de peroxyde des huiles ce qui nous a permet de classifier nos huiles en 'Huile d'olive vierge' dont l'acidité est < 2 g/100 g et en 'Huile d'olive vierge courante' ($2 < \text{acidité} < 3,3$ g/100g). le stockage des olives a un impact variable sur les autres paramètres. La région de cueillette des olives n'a pas d'impact sur l'acidité et l'indice de peroxyde des huiles mais elle influe sur les absorbances à 232 et 270 nm et les teneurs en chlorophylle.

Mots clés : Olive, caractéristiques morphologiques, stockage, huile d'olive, qualité physico-chimique.

Abstract

Thanks to its pedoclimatic adaptation, its economic, nutritional and therapeutic importance, the Algerian state has encouraged and subsidized the cultivation of olive trees and the selection of the best varieties in all the Wilayas. We devoted our work to the study of the morphological characteristics of olives and to the evaluation of the quality of olive oil of samples (Chemlal variety) from Bouira (Lakhdaria) and Msila (Hammam Dhalaa). First, a description of the visited orchards was made using a questionnaire completed with their owners. A morphological description (qualitative and quantitative) of olives and endocarps (100 fruits) was carried out. For determining the impact of the region of harvest and storage of olives on the physicochemical quality of the oils, acidity, peroxide number, constants K_{232} and K_{270} as well as chlorophyll and carotenoid contents were measured. The results show that there is a significant difference ($p < 0.05$) in the quantitative morphological characteristics (weight, length and width) of the olives between the samples of Bouira and Msila but no difference with regard to qualitative characteristics. The storage of olives, for 20 days before extraction, significantly increased ($p < 0.05$) the acidity and the peroxide index of the oils, which allowed us to classify our oils as 'Virgin olive oil' (acidity < 2 g / 100 g) and in 'Ordinary virgin olive oil' ($2 < \text{acidity} < 3.3$ g / 100g). The storage of olives has a variable impact on the other parameters. The harvesting region of olives has no impact on the acidity and peroxide value of the oils, but it does influence the absorbances at 232 and 270 nm and the chlorophyll contents.

Key words: Olive, morphological characteristics, storage, olive oil, physicochemical quality.

Liste des figures

Figure 1 : Jeune olivier et tronc d'olivier.....	04
Figure 2 : Feuilles et fleurs de l'olivier	05
Figure 3 : Des olives mures.....	05
Figure 4 : Sol profond permettant le développement du système racinaire jusqu'à 1 m de profondeur.....	06
Figure 5 : Système d'extraction discontinu par presse.....	21
Figure 6 : Système d'extraction continu avec centrifugation à trois phases.....	22
Figure 7 : Système d'extraction continu avec centrifugation à deux phases.....	23
Figure 8 : A : Production mondiale d'huile d'olive 2010-2014. B : Principaux pays consommateurs 2009-2013.....	26
Figure 9 : Les cartes géographiques des wilayas de M'sila (a) et Bouira (b) et lieux d'échantillonnage.....	27
Figure 10 : Absorbance à 232 et 270 nm des huiles.....	41
Figure 11 : Teneurs en chlorophylle (mg/kg) dans les huiles étudiées.....	42
Figure 12 : Teneurs en caroténoïdes (mg/kg) dans les huiles étudiées.....	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales variétés d'olivier cultivées dans le monde.....	07
Tableau 2 : Principales variétés d'olivier cultivées en Algérie.....	09
Tableau 3 : Evolution de la production des olives dans le monde et dans quelques pays.....	11
Tableau 4 : Les parasites, les ravageurs et les maladies fongiques.....	13
Tableau 5 : Classification de l'huile d'olive.....	16
Tableau 6 : Caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive vierge.....	17
Tableau 7 : Teneurs en principaux acides gras des huiles d'olives.....	19
Tableau 8 : Rôles biologiques de certains composés chimiques de l'huile d'olive.....	25
Tableau 9 : Caractéristiques des vergers visités.....	34
Tableau 10 : Caractéristiques morphologiques quantitatives et qualitatives des olives.....	36
Tableau 11 : Caractéristiques morphologiques de l'endocarpe des olives.....	37
Tableau 12 : Acidité des huiles.....	39
Tableau 13 : Indice de peroxyde des huiles.....	40

Liste des abréviations

COI : Conseil Oléicole International.

FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

ISO : Organisation internationale de normalisation.

UICPA : Union internationale de chimie pure et appliquée.

CEE : Central and Eastern Europe.

L : longueur

l : largeur

LS : Lakhdaria Stocké.

HS : Hammam Dhalaa Stocké.

LNS : Lakhdaria non Stocké.

HNS : Hammam Dhalaa non Stocké.

P : poids

V : volume.

C : concentration.

M : poids molaire.

Table des matières

Dédicaces	
Remerciements	
Résumés	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Introduction.....	01

Partie 1 : Bibliographie

Chapitre 1 : L'olivier (*Olea europaea* L.)

1.1 Historique, origine et aire d'expansion.....	02
1.2 Systématique et morphologie.....	02
1.2.1 Systématique de l'olivier.....	02
1.2.2 Morphologie de l'olivier.....	03
1.3 Physiologie de l'olivier.....	06
1.3.1 Cycle de développement de l'olivier.....	06
1.3.2 Cycle végétatif annuel.....	06
1.4.1 Cycle de développement.....	06
1.4.2 Cycle végétative annuel.....	06
1.4 Les variétés de l'olivier.....	07
1.5 Exigences pédoclimatiques de l'olivier.....	09
1.5.1 Exigences climatiques.....	09
1.5.2 Exigences pédologiques.....	10
1.6 Importance socioéconomique de l'olivier	10
1.6.1 Importance de l'oléiculture dans le monde.....	11

1.6.2 Importance de l'oléiculture en Algérie.....	12
1.7 Maladies et ravageurs.....	13

Chapitre 2 : L'huile d'olive

2.1 Définition et classification.....	14
2.2 Caractéristiques qualitatives d'huile d'olive	16
2.2.1 Caractéristiques sensorielles.....	16
2.2.2 Données physico-chimiques.....	17
2.3 Composition chimique des olives et de l'huile.....	18
2.3.1 Fraction saponifiable.....	18
2.3.2 Fraction insaponifiable.....	19
2.4 Système d'extraction d'huile	21
2.5 Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive.....	23
2.5.1 Facteurs agronomiques et environnementaux.....	23
2.6 Les vertus thérapeutiques de l'huile d'olive	24
2.7 La production et la consommation de l'huile d'olive.....	25
2.7.1 À l'échelle mondiale.....	25
2.7.2 En Algérie.....	26

Partie 2 : Expérimentation

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

3.1 Matériel végétal.....	27
3.2 Caractères morphologiques des olives.....	28
3.2.1 Caractères morphologiques liés au fruit	28
3.2.2 Caractères morphologiques liées à l'endocarpe.....	29
3.3 Extraction de l'huile.....	30
3.4 Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive.....	30
3.4.1 Acidité libre.....	30
3.4.2 Indice de peroxyde.....	31
3.4.3 Analyses spectrophotométriques dans l'ultraviolet.....	32

3.4.4 Chlorophylle et caroténoïdes.....	32
3.5 Extraction des polyphénols.....	33
3.6 Travail reste à réaliser.....	33
3.7 Analyses statistiques.....	33

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

4.1 Présentation des vergers.....	34
4.2 Caractères morphologiques des olives.....	36
4.2.1 Caractères morphologiques liés au fruit.....	36
4.2.2 Caractères morphologiques liées à l'endocarpe.....	37
4.3 Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive.....	38
4.3.1 Acidité libre.....	38
4.3.2 Indice de peroxyde.....	39
4.3.3 Analyses spectrophotométriques dans l'ultraviolet.....	40
4.3.4 Chlorophylle et caroténoïdes.....	41
Conclusion	42

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

L'olivier, arbre ancestral profondément ancré dans les civilisations méditerranéennes et arabo-musulmanes, a toujours constitué, de par sa forte charge emblématique en termes de paix et de prospérité, un facteur d'atténuation des clivages culturels des peuples de bassin méditerranéen (**Saad, 2009**).

Les olives peuvent avoir deux grandes utilisations : la première est l'utilisation en tant que fruit entier ou encore appelée "olives de table", la seconde est pour la production d'huile d'olive. La production mondiale d'olives de table est d'environ un million de tonnes soit 10 % de la récolte totale d'olives, et la grande majorité des olives est donc utilisée pour la fabrication de l'huile d'olive (**Veillet, 2010**).

L'Algérie fait partie des principaux pays méditerranéens dont le climat est le plus propice à la culture de l'olivier. Elle se positionne après l'Espagne, l'Italie, la Grèce et la Tunisie qui sont, par ordre d'importance, les plus grands producteurs au monde d'huile d'olive (**Baba Hamed, 2017**).

La production d'huile d'olive a toujours été le principal objectif de la culture de l'olivier. Les méthodes d'extraction ont évolué mais le processus d'extraction d'huile d'olive reste toujours le même. Il inclut quatre opérations principales : le nettoyage, le broyage, le malaxage et la séparation des phases liquides (**Chimi, 1997**).

Cette huile, sous réserve d'être extraite à partir du fruit frais, se distingue par son goût particulier à la fois fruité et amer et elle peut être consommée en l'état « vierge » en gardant son patrimoine vitaminique, sa composition en acides gras essentiels et en d'autres constituants naturels importants participant aux vertus nutritionnelles spécifiques et à l'utilisation thérapeutique de l'huile d'olive (**Çavusoglu et Otkar, 1994**).

L'objectif visé dans ce travail est l'évaluation de l'impact de la région (Bouira et M'sila) sur les caractéristiques morphologiques des olives et des endocarpes de la variété « Chemlal » et sur la qualité physico-chimique de l'huile d'olive. Ce travail vise aussi la détermination de l'effet de stockage durant vingt jours sur la qualité des huiles.

Pour ce faire, nous présentons notre travail en deux parties : une synthèse bibliographique qui porte sur des généralités sur l'olive et sur l'huile d'olive et une partie expérimentale où sont exposées les différentes méthodes d'analyse, les résultats obtenus avec leur discussion.

Chapitre 1

L'olivier (*Olea europaea* L.)

1.1 Historique, origine et aire d'expansion

L'olivier a une origine très ancienne. Son apparition et sa culture remonterait à la préhistoire. 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**).

L'expansion de l'olivier est liée à l'installation du climat méditerranéen et pour son origine, les auteurs ne tombent pas d'accord pour la localisation. L'olivier est probablement domestiqué dans le moyen orient il y a environ 6000 ans. Ensuite les navigations commerciales diffusent cette culture vers l'ouest à travers le bassin méditerranéen. Les Grecs et les Romains vulgarisent et enseignent sa culture et en arrivant en Afrique du Nord, ils ont trouvé que les Berbères savaient greffer les Oléastres (**Lousert et Brousse, 1978**).

En Algérie, la culture de l'olivier remonte à la plus haute antiquité. Nos paysans s'y consacraient avec art durant plusieurs siècles (**Alloum, 1974**). L'olivier et ses produits constituaient alors l'une des bases essentielles des activités économiques de nos populations rurales. L'huile d'olive faisait l'objet d'un commerce intense entre l'Algérie et Rome, durant l'époque romaine. Depuis cette époque, l'histoire de l'olivier se confond avec l'histoire de l'Algérie et les différentes invasions ont eu un impact certain sur la répartition géographique de l'olivier dont nous avons hérité à l'indépendance du pays (**Mendil et Sebai, 2006**).

1.2 Systématique et morphologie

1.2.1 Systématique de l'olivier

L'olivier appartient à la famille des oléacées : plante dicotylédone, tout comme le frêne et le jasmin, comprenant plus de 30 genres et 600 espèces, au sein du clade des Astérides (**Rabiei et Tahmasebi, 2012**).

La famille des *Oléacées* comporte 25 genres, le genre *Olea* serait lui-même composé de 30 espèces différentes parmi lesquelles on trouve *Olea europaea* L. avec deux sous espèces :

- *Olea oleaster* (oléastre) : qui se présente sous une forme spontanée comme un buisson épineux et à fruit ordinairement petit.
- *Olea sativa* (olivier cultivé) : constitué par un grand nombre de variétés améliorées, multipliées par bouturage ou par greffage (**Calado et Fausto, 1987**).

La classification botanique de l'olivier selon **Guignard (2004)**, est la suivante :

Embranchement : Spermaphytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Astéridées

Ordre : Lamiales

Famille : Oléacées

Genre : *Olea*

Espèce : *Olea europaea*

1.2.2 Morphologie de l'olivier

L'olivier se distingue des autres espèces fruitières par sa très grande longévité peuvent donner des arbres plusieurs fois centenaires. L'olivier est un arbre toujours vert, mais d'un vert terre et brun grisâtre, avec un tronc le plus souvent raboteux, une tête arrondie et des rameaux étalés et nombreux (**Amoureux, 1784 citée par Boureghda, 2017**). De dimensions et de forme variables selon les conditions climatiques, le sol et les variétés (**Figure1**). L'olivier peut atteindre 15 à 20 mètres de hauteur (**Loussert et Brouse, 1978**). L'arbre est composé de :

❖ Tronc

Le tronc d'un olivier est tout d'abord lisse, gris verdâtre, jusqu'à la dixième année environ. Avec le vieillissement, il se déforme en devenant noueux, crevassé, fendu, élargi à la base et d'une couleur gris foncé presque noire (**Pagnol, 1975**).



Figure 1 : Jeune olivier et tronc d'olivier (**Bolmont et al., 1998**)

❖ La frondaison

Les feuilles sont épaisses, lancéolées, simples, opposées et de couleur verte (**Figure 2**). Leur taille varie de 3 à 5 cm de long sur 1 à 1,5 cm de large (**Bartolozzi et Fontanazza, 1999**). La face supérieure est verte et comme ponctuée de blanc en dessus. La face inférieure est blanchâtre-écailleuse ; la nervure principale est seule apparente. A l'aisselle des feuilles paraissent de très petits bourgeons grisâtres, écailleux et soyeux (**Fellah, 2018**).

❖ Les fleurs

La fleur est hermaphrodite. Autrement dit : elle possède les organes mâles (deux étamines) et femelles (pistil). Elle est très petite (3-5 mm). Sa corolle se compose de quatre pétales blanchâtres reliés les uns aux autres à la base. Le pistil est court, trapu ; le stigmate est large, couvert de plumes et pourvu des papilles. Les fleurs sont solitaires mais réunies en grappe (de 10 à 40 fleurs) dites boutons (**Figure 2**) ; elles se développent au début du printemps à partir des bourgeons floraux situés à l'aisselle des feuilles (**Villa, 2006**).

❖ Charpentière

Ce sont de grosses ramifications destinées à former la charpente de l'arbre. Il s'agit des charpentières maîtresses ou branches mères qui prennent naissance sur le tronc et des sous-charpentières ou sous branches mères qui se développent sur les charpentières (**Loussert et Brousse, 1978**).



Figure 2 : Feuilles et fleurs de l'olivier (**Bolmont et al., 1998**)

❖ Fruit

L'olive est une drupe charnue ayant une forme plus au moins ovale, à peau lisse (**Fedeli, 1997**). Elle se compose de trois parties : le noyau (ou endocarpe), la pulpe (mésocarpe) et la cuticule (épicarpe) (**Benrachou, 2013**), pesant entre 2 et 12 g bien que certaines variétés puissent peser jusqu'à 20 g (**Figure 3**).



Figure 3 : Des olives mures (**Anonyme 1**)

A maturation, l'épicarpe passe de la couleur verte (olive verte), à la couleur violette ou rouge (olive tournante) et enfin à la couleur noirâtre (olive noire) (**Loussert et Brous, 1978**).

❖ Système racinaire

Le développement de système racinaire de l'arbre est surtout fonction des caractéristiques physico-chimiques du sol en fait l'olivier adaptera son système racinaire à la profondeur du sol, souvent sa texture et sa structure (**Loussert et Brousse, 1978**) (**Figure 4**).

L'olivier possède un système racinaire fasciculé très puissant, généralement situé sous le tronc dans une profondeur de 50 à 70 cm (**Argenson et al., 1999**).



Figure 4 : Sol profond permettant le développement du système racinaire jusqu'à 1 m de profondeur (Masmoudi-Charf *et al.*, 2016)

1.3 Physiologie de l'olivier

1.3.1 Cycle de développement de l'olivier

D'après Loussert et Brousse (1978), on peut distinguer quatre grandes périodes, au cours de la vie de l'arbre.

a) La période de jeunesse : de la 1^{ère} à la 12^{ème} année. C'est la période d'élevage et de croissance des jeunes plants, elle commence en pépinière pour se terminer au verger dès que le jeune arbre est apte à fructifier, c'est durant cette période que se développe le système racinaire.

b) La période d'entrée en production : de la 12^{ème} à la 50^{ème} année. C'est la phase intermédiaire qui chevauche la phase de jeunesse et la phase adulte.

c) La période adulte : de 50^{ème} à la 150^{ème} année. C'est la phase où l'olivier a atteint sa taille normale de développement, son accroissement souterrain et aérien est terminé, il entre en pleine production.

d) La période de sénescence : Au-delà de 150 ans. C'est la phase de vieillissement caractérisée par une diminution progressive des récoltes. La durée de chacune de ces périodes varie en fonction des conditions de culture des arbres et des variétés.

1.3.2 Cycle végétatif annuel

D'après Sebai *et al.* (2012) le déroulement annuel du cycle végétatif de l'olivier est en étroite relation avec les conditions climatiques de son aire d'adaptation, caractérisée

essentiellement par le climat méditerranéen. Au cours de son cycle annuel de développement, l'olivier passe par les phases suivantes (**Walid et al., 2003**) :

- Induction, initiation et différenciation florale : durant janvier et février ;
- Croissance et développement des inflorescences à l'aisselle des feuilles : au cours du mois de Mars ;
- Floraison durant le mois d'avril ;
- Fécondation et nouaison des fruits : fin avril début mai ;
- Grossissement des fruits : durant juin-juillet et août ;
- Véraison : au cours du mois de septembre ;
- Maturation : le fruit atteint son calibre final en octobre et s'enrichisse en huile ;
- Récolte des fruits : mi-novembre à janvier.

1.4 Les variétés de l'olivier

L'olivier, espèce caractéristique du paysage méditerranéen, compte de nombreuses variétés ayant une diversité phénotypique importante (**Kamoun et al., 2007**). Les principales variétés d'olivier dans différents pays sont listées dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Principales variétés d'olivier cultivées dans le monde (**COI, 2013**)

Pays	Principales variétés
Albanie	Kaliniot
Algérie	Chemlal, Sigoise, Azeradj, Limli
Argentine	Arauco
Chypre	Ladoelia
Egypte	Aggezi Shami, Hamed, Toffahi
Espagne	Alfafara, Alorena, Arbequina, Blanqueta, castellana, Hojiblanca ; Lechin de Granada, Mollar de ceiza
France	Aglandau, Bouteillan, Languedoc, Lucques, Picholine
U.S.A	Mission
Grèce	Adramitini, Amigadalolia, Chalkidiki, Kalamone, Conservolia, Koroneiki, Mastoidis, Megaritiki, Valanlia
Italie	Ascolona Tenera, Biancolilla, Bosana, Canino, Carolea,
Liban	Soury
Maroc	Haouzia, Menara, Meslala, Pichline Marocaine
Palestine	Nabali Baladi

On distingue les différentes variétés d'olivier en fonction de la destination finale du fruit :

-les olives à l'huile : leur production doit être constante et garantir une bonne rentabilité en termes de quantité et de qualité d'huile.

-les olives de table : elles impliquent une certaine grosseur du fruit et un contenu riche en pulpe et en noyau mais faible en huile.

-les olives mixtes : elles présentent des propriétés distribuées entre les deux groupes ; en fonction du moment de sa récolte et de son adaptation à la zone de culture, on destine le fruit soit à la table (une fois la taille adéquate atteinte) soit à l'extraction de l'huile (**Villa, 2006 citée par Touati, 2013**).

L'oléiculture algérienne est constituée d'une gamme diversifiée de variétés d'olivier. Dans la région centre, la variété Chemlal est la plus représentative, elle occupe environ 55 % de la superficie oléicole du pays. Dans la région oranaise, la variété Sigoise, occupe la plus grande partie des oliveraies (plaines de Sig et de Tlemcen) avec un taux de 80 à 90 % (**Saad, 2009**).

D'après **Boukhari (2014)**, Les variétés locales les plus cultivées sont :

- Chemlal : c'est la variété la plus dominante en Algérie, elle représente près de 45 % du patrimoine oléicole nationale.
- Sigoise : c'est une variété auto-fertile, elle représente 20 % du verger oléicole national. Généralement, elle se localise à l'Ouest du pays.
- Azeradj et Bouchouk : Elles accompagnent généralement les peuplements de Chemlal dont Azeradj améliore la pollinisation. Elles présentent un gros fruit destiné à la conserverie et même à la production d'huile.
- Limli : représente 8 % du verger oléicole national, elle se rencontre dans la région d'Oued Soummam.
- Rougette de Mitidja : C'est une variété à huile installée dans la plaine de Mitidja et sur le piémont de l'Atlas, à faible altitude.

Les principales variétés d'olivier cultivées en Algérie sont représentées dans le **Tableau 2**.

Tableau 2 : Principales variétés d'olivier cultivées en Algérie (**Mendil et Sebai, 2006**).

Variétés et synonymes	Origines et diffusion
Azeradj : Aradj, Adjerez	Kabylie (Région de Sedouk-Willaya de Bejaïa) : occupe 10 % de la superficie oléicole national, souvent en association avec la variété Chemlal, dont elle est le pollinisateur
Chemlal : Achamlal, Achamli, Achemlal	Kabylie : occupe 40 % du verger oléicole algérien
Grosse de Hamma : Qelb Ethour, cœur de bœuf	Hamma (Constantine), diffusion restreinte
Limli : Imli, limeli	Sidi aiche (Bejaïa) : occupe 8 % du verger oléicole algérien, localisée sur les versants montagneux de la basse vallée de la Soummam jusqu'au littoral.
Longue de Miliana	Originaire de Miliana, localisée dans la région d'El-Khemis Miliana, Cherchell et le littoral de Ténès
Rougette de Mitidja	Plaine Mitidja
Sigoise : olive de Tlemcen, olive du Tell	Plaine de Sig (Mascara) : occupe 25 % du verger oléicole algérien

1.5 Exigences pédoclimatiques de l'olivier

1.5.1 Exigences climatiques

❖ Température

L'olivier craint le froid. Les températures négatives peuvent être dangereuses, si elles se produisent au moment de la floraison. L'olivier par contre est apte à bien supporter les températures élevées de l'été si son alimentation hydrique est satisfaisante (enracinement profond nécessaire en climat présaharien). Cette adaptation à puiser l'eau par un enracinement puissant lui permet de supporter des températures de l'ordre de +40 °C. Enfin, l'aspect relativement léger de sa frondaison et l'épaisse cuticule qui recouvre ses feuilles lui permettent de supporter non seulement des températures élevées, mais aussi les vents chauds desséchants

soufflant du Sahara. La température moyenne du développement de l'olivier se situe entre 12 et 22 °C (**Maillard, 1975**).

❖ Pluviométrie

L'olivier est un arbre méditerranéen par excellence. Il évolue sous des précipitations supérieures à 400 mm par an. Cet arbre peut se contenter d'une pluviométrie très basse ; la limite est estimée à quelques 200 mm par an. Pour une bonne rentabilité, l'olivier exige une pluviométrie bien supérieure (350 – 450 mm par an) (**Loussert et Brousse, 1978**).

❖ Lumière

La lumière est un facteur déterminant au cours de la floraison. Selon **Daoudi (1994)**, l'évolution florale est inhibée sur les arbres qui ne reçoivent pas assez de lumière. L'olivier exige une lumière abondante pour pousser et pour fructifier, ce que normalement explique que seuls les rameaux externes de l'arbre fleurissent et fructifient (**Loussert et Brousse, 1978**).

1.5.2 Exigences pédologiques

L'olivier ne présente pas d'exigences particulière sur la qualité des sols, il a la réputation de se contenter de sols pauvres, qu'ils soient argileux ou au contraire légers ou pierreux, mais ils doivent être assez profonds pour permettre aux racines de nourrir l'arbre en explorant un volume suffisant de terre (**Benrachou, 2013**). Il peut également supporter des terrains calcaires allant jusqu'à pH 8 (**Gargouri et al., 2006**). En revanche, il redoute les terrains humides, mais il peut se développer dans des sols très frais, tant que c'est une humidité circulante. Enfin l'olivier est considéré comme une espèce modérément tolérante au sel (**Maas et Hoffman, 1977 ; Civantos, 1994**).

1.6 Importance socioéconomique de l'olivier

L'olivier donne à la nature un décor inoubliable et une couverture végétale pour lutter contre l'érosion. Il présente une importance considérable sur le plan socio-économique. L'olivier procure à l'homme deux principaux produits :

- L'olive : qui est consommée à l'état élaborée sous deux formes, l'olive verte et l'olive noire.
- L'huile d'olive : qui est connue par ses qualités diététiques et ses vertus médicinales.

A ces deux produits s'ajoutent les sous-produits de l'olivier représentés par :

- Grignons : qui sont des résidus solides issus de la première pression ou centrifugation et sont formés de pulpes et noyaux d'olives. Ce produit peut être transformé pour l'alimentation animale ou pour extraire une huile dite de grignon d'olive par voie chimique (**Benyahia et Zein, 2003**).

- Margine : constituée des résidus aqueux qui sont générés lors de la phase de séparation solide-liquide par centrifugation ou sédimentation après le pressage (**Paredes, 1999 citée par Boudoukhana, 2008**). En outre, les margines peuvent être utilisées :

- Pour la production de compost par l'ajout de résidus solides ;
- Pour la production de biogaz ;
- Pour la production des protéines unicellulaires ;
- Dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique (**Martinez Nieto, 2009**).

1.6.1 Importance de l'oléiculture dans le monde

L'olivier est aujourd'hui cultivé dans toutes les régions du globe se situant entre les latitudes 30° et 45° des deux hémisphères, des Amériques (Californie, Mexique, Brésil, Argentine, Chili), en Australie et jusqu'en Chine, en passant par le Japon et l'Afrique du Sud. On compte actuellement plus de 900 millions d'oliviers cultivés à travers le monde, mais le bassin méditerranéen est resté sa terre de prédilection, avec près de 95 % des oliveraies mondiales (**Benhayoun et Lazzeri, 2007**).

Tableau 3 : Evolution de la production des olives dans le monde et dans quelques pays (**FAO stat, 2020**)

Zone		2015	2016	2017	2018
Algérie	Superficie récoltée (ha)	406.571	424.028	432.961	431.009
Turquie		836.935	845.542	846.062	864.428
Espagne		2.351.370	2.521.694	2.554.829	2.579.001
Grèce		821.206	965.000	871.892	963.120
Portugal		351.340	356.183	358.276	361.483
Monde		10.141.126	10.604.658	10.804.517	10.513.320
Algérie		Rendement (hg/ha)	16.079	16.424	15.809
Turquie	20.312		20.460	24.821	17.358
Espagne	25.295		28.086	25.636	38075
Grèce	35.410		29.839	31.202	11204
Portugal	20.575		13.364	24.456	20475
Monde	20.308		19.185	1.939	20.037
Algérie	Production (tonnes)		653.725	696.436	684.461
Turquie		1.700.000	1.730.000	2.100.000	1.500.467
Espagne		5.947.700	7.082.550	6.549.499	9.819.569
Grèce		2.907.866	2.879.500	2.720.488	1.079.080
Portugal		7.22.893	476.003	876.215	740.151
Monde		20.595.045	20.344.597	20.872.788	21.066.062

Selon la **FAO, (2020)**, la production mondiale de la campagne 2018/2019 est estimée à 21.066.062 tonnes sur une superficie de 10.513.320 ha et un rendement moyen de 20.037 hg/ha. La production de cette campagne est environ 1,1 % que celle de l'année précédente dont la récolte estimée tourne autour de 2.087.278.8 tonne (**Tableau 3**). Les quatre premiers pays producteurs (Espagne, Italie, Grèce et Turquie) assurent 80 % de la production mondiale d'olives. Les pays situés dans la zone méditerranéenne, assurent 95 % de la production mondiale des olives (**FAO, 2020**).

1.6.2 Importance de l'oléiculture en Algérie

Comme dans la plupart des autres pays méditerranéens, l'olivier constitue l'une des principales espèces fruitières plantées en Algérie. Elle couvre une superficie de 431.009 ha avec 23 million d'arbres, soit plus de 50 % du patrimoine arboricole national (**FAO 2018 ; Missat, 2012**). D'après **Chaux in Sekour (2012)**, il se concentre notamment dans trois principales régions : la région du Centre (54 %), la région de l'Est (29 %) et la région de l'Ouest (17 %). Pour la région centre, l'essentiel du verger oléicole de cette zone (95 %) est occupé par les wilayas de Bejaïa, Tizi-Ouzou et Bouira. La production moyenne annuelle se situe entre 653.725 et 860.784 tonnes d'olive entre les années 2015 et 2018 (**FAO, 2020**).

1.7 Maladies et ravageurs

Les ennemis de l'olivier sont très nombreux et diversifiés. Ils comptent près de 250 ennemis importants (Cautero, 1965). Le **Tableau 4** résume quelques maladies qui touchent l'olivier et leurs dégâts.

Tableau 4 : Les parasites, les ravageurs et les maladies fongiques (Barranco, 2008 et Villa, 2003)

Les parasites et les maladies	Les dégâts
Les scolytes de l'olivier	Facilité le dessèchement de l'arbre Réduit la croissance de l'arbre
Les cochenilles de l'olivier	Créant un substrat sucré favorable au champignon. Développement de fumagine affaiblissement de l'olivier
La mouche de l'olivier	Chute des fruits et destruction de la pulpe qui entraîne une réduction du rendement avec la diminution de la valeur nutritionnelle
Teigne de l'olivier (<i>Prays oleae</i>)	Chute des feuilles et des fruits
La fumagine	Diminution de la valeur marchande de la production et affaiblissement totale de l'arbre
La tuberculose de l'olivier	Diminution substantielle de la taille de l'arbre infectée de la plante
La tavelure de l'olivier	Chute des feuilles et des fruits au stade de leur maturation

Chapitre 2

L'huile d'olive

2.1 Définition et classification

L'huile d'olive est l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea*), à l'exception des huiles obtenues par solvants ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autres natures (**Codex Alimentarius, 1989**).

Selon le **C.O.I (2016)**, la classification de l'huile d'olive est en fonction des évolutions chimiques et organoleptiques. Basant sur l'acidité et l'indice de peroxyde. On distingue les différentes classes résumées comme suivant (**Tableau 5**) :

a. Huile d'olive vierge

Huiles obtenues à partir du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques, dans des conditions qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et qui n'ont subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration ; à l'exclusion des huiles obtenues par solvant, par adjuvant à action chimique ou biochimique, ou par des procédés de réestérification, et de tout mélange avec des huiles d'autre nature. Ces huiles font l'objet du classement et des dénominations suivants :

a.1 Huile d'olive vierge extra

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, est au maximum de 0,8 g pour 100 g et dont les autres caractéristiques sont conformes à celles prévues pour cette catégorie.

a.2 Huile d'olive vierge

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, est au maximum de 2 g pour 100 g et dont les autres caractéristiques sont conformes à celles prévues pour cette catégorie.

a.3 Huile d'olive vierge lampante

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, est supérieure à 2 g pour 100 g et/ou dont les autres caractéristiques sont conformes à celles prévues pour cette catégorie.

b. Huile d'olive raffinée

Huile d'olive obtenue par le raffinage d'huiles d'olive vierges, dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, ne peut être supérieure à 0,3 g pour 100 g et dont les autres caractéristiques sont conformes à celles prévues pour cette catégorie.

b.1 Huile d'olive raffinée et huile d'olive vierge

Huile constituée par un coupage d'huile d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges, autres que lampante, dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, ne peut être supérieure à 1 g pour 100 g et dont les autres caractéristiques sont conformes à celles prévues pour cette catégorie.

b.2 Huile de grignon d'olive brute

Huile obtenue à partir de grignons d'olive par traitement au solvant ou par des procédés physiques ou huile correspondant, à l'exception de certaines caractéristiques déterminées, à une huile d'olive lampante, à l'exclusion des huiles obtenues par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature, et dont les autres caractéristiques sont conformes à celles prévues pour cette catégorie.

b.3 Huile de grignons d'olive raffinée

Huile obtenue par le raffinage d'huile de grignons d'olive brute, dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, ne peut être supérieure à 0,3 g pour 100 g et dont les autres caractéristiques sont conformes à celles prévues pour cette catégorie.

b.4 Huile de grignons d'olive

Huile constituée par un coupage d'huile de grignons d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges, autres que lampante, dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, ne peut être supérieure à 1 g pour 100 g et dont les autres caractéristiques sont conformes à celles prévues pour cette catégorie.

Tableau 5 : Classification de l'huile d'olive (COI, 2015).

Catégorie de l'huile d'olive		Acidité (%)	Indice de peroxyde
Huile d'olive vierge	Huile d'olive extra vierge	$\leq 0,8$	< 20
	Huile d'olive vierge	≤ 2	< 20
	Huile d'olive vierge lampante	$\geq 3,3$	< 20
Huile d'olive raffiné (obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage)		$\leq 0,3$	< 5
Huile d'olive (constituée par coupage d'huile d'olive raffinée et d'huile d'olive vierge propre à la consommation)		≤ 1	< 5
Huile de grignon d'olive.	Huile de grignon d'olive brute	/	< 15
	Huile de grignon d'olive raffiné	$\leq 0,3$	< 5
	Huile de grignon d'olive	≤ 1	< 15

2.2 Caractéristiques qualitatives d'huile d'olive

La qualité de l'huile d'olive vierge est déterminée par des analyses physico-chimiques et organoleptiques (sensorielles).

2.2.1 Caractéristiques sensorielles

L'huile d'olive est un liquide limpide, jaune ou jaune vert, insoluble dans l'alcool, miscible à l'éther diéthylique et à l'éther de pétrole. Une huile d'olive vierge de qualité doit comporter des attributs positifs et absence des attributs négatifs. L'intensité des défauts perçus et du fruité est déterminé par un groupe de dégustateurs constitués en jury (COI, 2015).

- **Attributs positifs**

- **Fruité** : ensemble des sensations olfactives caractéristiques de l'huile, dépendant de la variété des olives, provenant de fruits sains et frais, verts ou mûrs.

- **Amer** : goût élémentaire caractéristique de l'huile obtenue d'olives vertes ou au stade de la véraison.

- **Piquant** : sensation tactile de picotement, caractéristique des huiles produites au début de la campagne, principalement à partir d'olives encore vertes.

- **Attributs négatifs**

- **Chômé** : flaveur caractéristique de l'huile tirée d'olives entassées ou stockées dans des conditions telles qu'elles se trouvent dans un état avancé de fermentation anaérobie.

- **Moisi –humide** : flaveur caractéristique de l'huile obtenue d'olives attaquées par des moisissures et des levures suite à un stockage des fruits pendant plusieurs jours dans l'humidité.

- **Rance** : flaveur des huiles ayant subi un processus d'oxydation intense.

- **Vineux-vinaigré** : flaveur caractéristique de certaines huiles rappelant le vin ou le vinaigre.

2.2.2 Données physico-chimiques

Les principales caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive sont présentées dans le **Tableau 6**.

Tableau 6 : Caractéristiques physico-chimiques de l'huile d'olive vierge (COI, 2015)

Teneur en eau (%)	$\leq 0,2$
Densité relative (20 °C/eau à 20 °C)	0,910-0,916
Acidité (%) (g d'acide Oléique/100 g d'huile)	≤ 2
Indice de réfraction (nD 20 °C)	1,4677-1,4705
Indice de peroxyde (mécq O ₂ /Kg d'huile)	≤ 20
Indice d'iode (g d'iode / 100 g d'huile)	75-94
Indice de saponification (mg KOH/Kg d'huile)	184-196
Absorbance dans l'ultraviolet à 232 nm	$\leq 2,6$
Absorbance dans l'ultraviolet à 270 nm	$\leq 0,25$
Δk	$\leq 0,01$

2.3 Composition chimique des olives et de l'huile

La composition de l'huile d'olive change selon la variété, les conditions climatiques et l'origine géographique. Les composés peuvent être classés en deux grands groupes :

- Les substances saponifiables (triglycérides, acides gras,) (de 96 à 98 % de l'huile) ;
- Les substances insaponifiables (de 2 à 4 % de l'huile).

La composition des huiles est différente d'un échantillon à un autre et selon la zone de production, la latitude, le climat, la variété et le stade de maturité du fruit (**Boskou, 2006**).

L'huile d'olive contient un grand nombre de composés structurellement hétérogènes dont les principaux sont les triacylglycérols et en moindre quantité les acides gras libres, les mono et diacylglycerols (**Servili et al., 2004**). Outre sa richesse en lipides, l'huile d'olive contient près de 250 composés mineurs qui lui confèrent ses qualités organoleptiques et nutritionnelles (**Servili et Montedoro, 2002 ; Servili et al., 2004 ; Covas et al., 2006**).

2.3.1 Fraction saponifiable

- **Acides gras**

L'huile d'olive est composée à 98 % d'acides gras sous forme de triglycérides (**Rayan, 1998**). L'huile d'olive se caractérise par une composition en acides gras bien équilibrée ; elle est très riche en acide oléique (mono insaturé), contient peu d'acide gras saturé (acide myristique, acide palmitique, et l'acide stéarique), modéré en acide linoléique et une faible teneur en acide linoléique (polyinsaturé) (**Alais et al., 2003**).

La composition en acide gras est très variable comme elle dépend de plusieurs facteurs (**Rayan, 1998**). La composition en acides gras constitue l'un des critères de pureté des huiles d'olives dont les teneurs sont données par le COI (**Tableau 7**).

- **Triglycérides**

Les huiles d'olive sont constituées d'une vingtaine de triglycérides dont cinq sont majoritaires : OOO (trioléine : 27,53-59,34 %), POO (palmitoyldioléine : 12,42-30,57 %), LOO (linoléoyldioléine : 4,14-17,46 %), POL (palmityl-2-oléo-3- linoléine : 2,69-12,31 %) et SOO (stéaryldioléine : 3,17- 8,39 %) (avec O = acide oléique ; L = acide linoléique ; P = acide palmitique ; S = acide stéarique) (**Garcia-Gonzalez et al., 2008**). Dans l'huile d'olive les triglycérides représentent entre 98- 99 % de la masse totale (**Veillet, 2010**).

Tableau 7 : Teneurs en principaux acides gras des huiles d'olives (COI, 2015).

Acides gras	Formule	Teneurs en % (m/m) de EMAG
Acide myristique	C14 :0	≤ 0,03
Acide palmitique	C16 :0	7,50-20
Acide palmitoléique	C16 :1	0,30-3,50
Acide heptadécanoïque	C17 :0	≤ 0,3
Acide héptadécénoïque	C17 :1	≤ 0,3
Acide stéarique	C18 :0	0,50-5
Acide oléique	C18 :1	55-83
Acide linoléique	C18 :2	2,50-21
Acide linoléinique	C18 :3	≤ 1
Acide arachidique	C20 :0	≤ 0,6
Acide gondoïque	C20 :1	≤ 0,4
Acide béhénique	C22 :0	≤ 0,2
Acide lignocérique	C24 :0	≤ 0,2

EMAG : Esters méthyliques d'acides gras

2.3.2 Fraction insaponifiable

- **Tocophérols**

Les tocophérols sont reconnus pour leur double action bénéfique. En effet ils ont tout d'abord l'atout d'être une vitamine (vitamine E) et ils ont également une forte activité antioxygène (Burton, 1986).

L'huile d'olive contient des tocophérols α , β , γ , δ . Le α -tocophérol (vitamine E) est majoritaire à plus de 88 % avec une teneur moyenne d'environ 12 à 25 mg/100g (Psomiadou *et al.*, 2000). Le contenu en tocophérols est fortement influencé par la variété d'olive et le stade de maturation (Sakouhi *et al.*, 2008).

- **Les stérols**

Les stérols sont des constituants essentiels des membranes cellulaires. La détermination de la composition et la teneur en stérols servent à déterminer le type et l'authenticité de l'huile d'olive (**Angerosa et al., 2004 ; Garcia-Gonzalez et al., 2008**). Une teneur en stérols dans l'huile d'olive est de l'ordre de 70-90 mg/100g (**Owen et al., 2000**).

- **Les hydrocarbures**

Le composant majeur est le squalène qui constitue 30 à 50 % de cette fraction (**Samaniego-Sanchez et al., 2010 citée par Benrachou, 2013**). Les hydrocarbures où le squalène est prédominant, celui-ci est retrouvé en plus grande quantité dans les huiles d'olives que dans les autres huiles végétales (**Kiritsakis et Markakis, 1988**) et il est un précurseur de la synthèse des stérols (**Boskou, 2000**).

- **Les pigments**

La couleur de l'huile d'olive est liée à la présence d'une gamme de pigments dont les principaux sont les chlorophylles qu'on retrouve naturellement dans les olives, et les caroténoïdes (**Ghalmi, 2012**).

La composition et la teneur totale des pigments naturellement présents dans l'huile sont des paramètres importants puis qu'ils sont corrélés à la couleur qui est un attribut de base pour évaluer la qualité d'huile d'olive. Leur contenu dans l'huile d'olive s'étend entre 1 et 20 ppm (**Boskou, 1996**).

- **Composantes aromatiques**

Les composés aromatiques sont des molécules de faible poids moléculaire possédant une volatilité à température ambiante. Ces composés volatiles sont majoritairement des produits de l'oxydation des acides gras. D'une manière générale, les enzymes endogènes présentes dans l'olive, vont dégrader les acides gras par des voies de lipoxygénases (**Angerosa, 2002 ; Venkateshwarlu, 2004 citée par Veillet, 2010**).

- **Composés phénoliques**

Les composés phénoliques de l'huile sont originaires du fruit. Les principaux composés phénoliques qui existent dans le fruit sont l'oleuropéine, la diméthyloléuropeine, ligstroside et la verbascoside. Le tyrosol et l'hydroxytyrosol sont des dérivés de l'hydrolyse de l'oleuropéine et du ligstroside. Les composés phénoliques sont transférés dans l'huile durant le processus de trituration. Ce passage dans l'huile, se passe déjà au niveau des tissus, mais le processus de

l'extraction ne fait que réduire leur concentration. Ce sont des phénols simples qui existent dans l'huile tels que : tyrosol et hydroxytyrosol ; des acides phénoliques qui sont les dérivés des acides hydroxybenzoïques, hydroxycinnamiques et d'autres produits de dégradation des glucosides : l'acide caféique, l'acide *p*-coumarique ou encore l'acide vanillique (**Brenes et al., 2002 ; Ocakoglu et al., 2009 citée par Benrachou, 2013**).

Ces composés phénoliques sont généralement liés aux goûts piquant, amer et astringent de l'huile qui contribuent largement à sa stabilité (**Brenes, 2000 citée par Veillet, 2010**).

2.4 Système d'extraction d'huile

Divers systèmes d'extraction sont employés pour extraire l'huile des olives (**Chimi, 2006**).

a- Système d'extraction discontinu par presse

L'extraction de l'huile est effectuée par des presses hydrauliques où la pâte est placée dans des doubles disques appelés « scourtins » puis pressée. La séparation des deux phases se fait par une simple décantation. Les sous-produits de cette opération sont le grignon brut et le moût (**Bianchi, 1999**). Le système d'extraction discontinu par presse est représenté par la **Figure 5**.

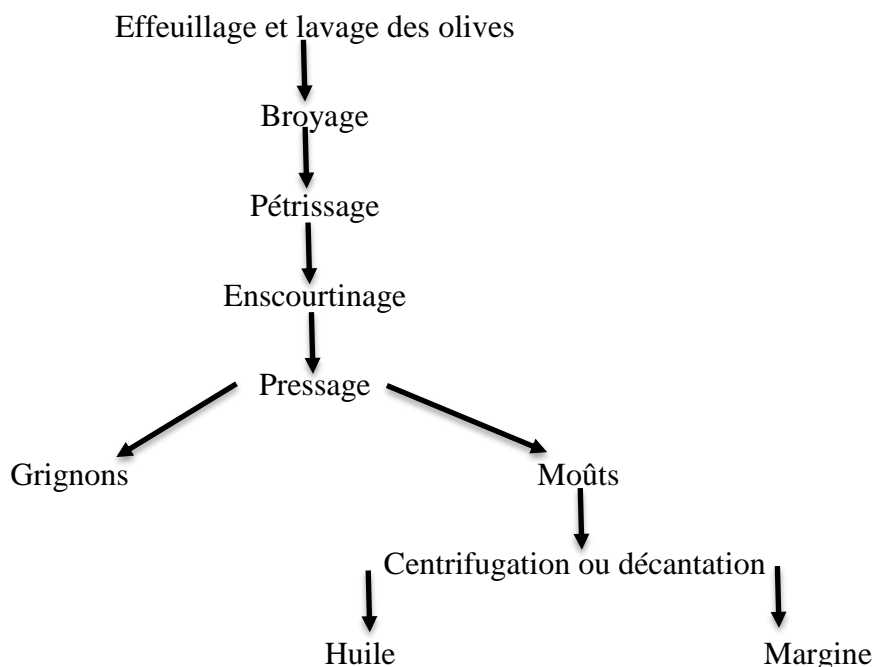


Figure 5 : Système d'extraction discontinu par presse

b- Système d'extraction continu avec centrifugation à trois phases

Les trois phases sont : huile, margine et grignon. L'introduction de ces systèmes d'installations « continues » a permis de réduire les coûts de transformation et la durée de stockage des olives avec comme conséquence une production oléicole de moindre acidité. Le système d'extraction continu avec centrifugation à trois phases est représenté par la **Figure 6**.

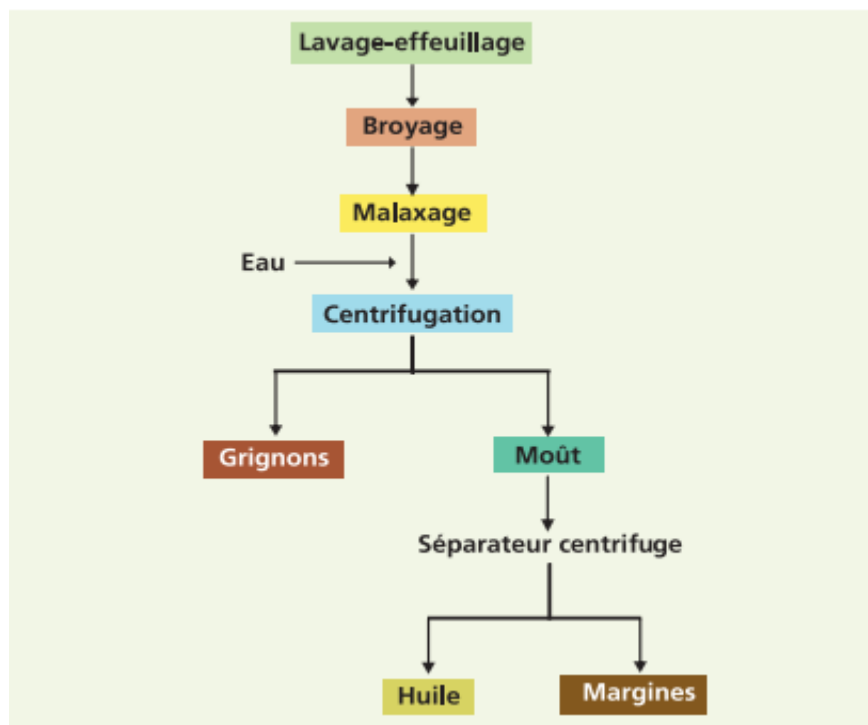


Figure 6 : Système d'extraction continu avec centrifugation à trois phases (Chimi, 2006).

c- Système d'extraction continu avec centrifugation à deux phases

Le procédé technologique d'extraction d'huile d'olive fonctionne avec un nouveau décanteur (centrifugation à deux phases : huile et grignon) qui ne nécessite pas l'ajout d'eau pour la séparation des phases huileuses et solide (Chimi, 2006). Le système d'extraction continu avec centrifugation à deux phases est représenté par la **Figure 7**.

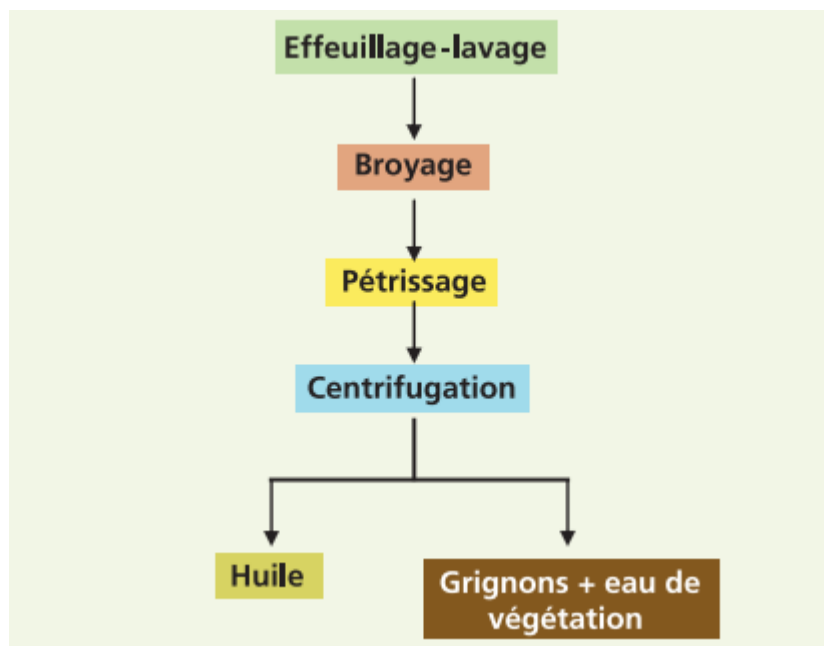


Figure 7 : Système d'extraction continu avec centrifugation à deux phases (Chimi, 2006).

2.5 Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive

2.5.1 Facteurs agronomiques et environnementaux

❖ Zone de culture

- **Température :** certaines études menées dans le bassin méditerranéen sur l'effet des basses températures sur la qualité de l'huile ont montré que lorsque la température atteint 0 °C au cours de la maturation des fruits, des dommages du fruit seront occasionnés diminuant ainsi la qualité des huiles (Morello et al., 2006).
- **L'altitude :** joue un rôle important dans la composition chimique de l'huile d'olive. Les huiles des oliveraies en altitude sont plus riches en polyphénols que celles des oliveraies des plaines (Ocakoglu, 2008 cité par Boulfane et al., 2014).
- **Le sol :** la nature du sol, le pH et la composition chimique peuvent influencer sur la qualité de l'huile. Ainsi, des terres grasses produisent des huiles moins aromatiques que les terres maigres. De plus, les huiles provenant des sols calcaires ont une acidité plus basse que celles des sols argileux (Demnati, 2008).

❖ Le degré de maturation des olives

La maturité des olives est un facteur déterminant de la qualité de l'huile, les teneurs en composés mineurs (polyphénols, chlorophylles et carotènes) diminuent au cours de la maturation, ce qui porte préjudice à la qualité de l'huile (**Grati et al., 1999**).

La détermination d'une date optimale de récolte devrait par conséquent être recherchée pour préserver les propriétés organoleptiques de l'huile et empêcher la production d'une huile d'olive de qualité inférieure due à une récolte tardive (**Baccouri et al., 2006**).

❖ L'irrigation

L'olivier est une plante connue pour sa résistance au déficit hydrique. L'huile tirée d'olivettes irriguées présente un rapport acide oléique/acide linoléique variable et un arôme rehaussé par rapport à celle non irriguée (**Çavusoglu et Oktar, 1994 ; Baccouri et al., 2008**). Plusieurs études ont montré que l'augmentation de la quantité d'eau produit des huiles ayant une faible teneur phénolique (**Gomez-Rico et al., 2007**).

❖ La variété

Plusieurs études ont démontré que la qualité de l'huile d'olive est fortement déterminée par le facteur génétique. Une large gamme de variation a été observée pour tous les acides gras et les composés mineurs évalués par **Leon et al. (2011)**.

La nature et le taux des composants naturels existants dans l'huile tels que la chlorophylle, les polyphénols, les caroténoïdes, les acides gras (essentiellement l'oléique et le linoléique) déterminent la qualité de l'huile (**Khelif et Rekik, 1996**).

2.6 Les vertus thérapeutiques de l'huile d'olive

L'huile d'olive, tout en apportant beaucoup d'AGMI, contient une quantité à la fois nécessaire et suffisante d'AGPI, qui sont essentiels au maintien de nombreuses fonctions physiologiques de l'organisme (perméabilité des membranes cellulaires, synthèse des prostaglandines, multiples processus enzymatiques). Avec sa forte proportion AGMI, l'huile d'olive ne fait pas obstacle à l'abaissement du taux de cholestérol dans le sang. Elle apparaît comme un élément essentiel de prévention cardiovasculaire. Dans un autre domaine, l'huile d'olive a une action très intéressante sur la contraction de la vésicule biliaire. Elle apporte dans sa composition beaucoup de vitamine E. Cet apport est particulièrement important pour les femmes enceintes et allaitantes, dont les besoins sont accrus, et chez les personnes âgées (**Charbonier, 1985**).

Les bienfaits de la consommation de l'huile d'olive ne sont pas uniquement dus à l'acide oléique et ne sont pas tous liés au métabolisme lipidique, d'autres substances à propriété antioxydant tels que les composés phénoliques, les stérols et les tocophérols ont des effets bénéfiques sur la santé ; elles interviennent dans la lutte contre de diverses pathologies : l'athérosclérose, certains types de cancers, les pathologies cérébrales, les dégénérescences liées au vieillissement accéléré (**Tableau 8**) (**Covas, 2007**).

L'huile d'olive est largement utilisée comme excipient dans les produits cosmétiques. On la retrouve dans de nombreuses formulations du savon, crèmes, pommades, lait ou huile où elle joue un rôle d'inducteur de pénétration. L'huile d'olive entre aussi dans la composition de lipogels. Les lipogels à base d'huile d'olive contenant la vitamine E (**Gallardo, 2005**).

Tableau 8 : Rôles biologiques de certains composés chimiques de l'huile d'olive.

Composés	Rôle	Référence
Acide oléique	Réduit particulièrement le taux du cholestérol total et le LDL responsable de la formation de l'athérosclérose et augmenter le HDL Normalise les paramètres membranaires détériorés en cas d'hypertension, en améliorant la fluidité membranaire et l'expression de protéines impliquées dans la régulation de la pression artérielle.	(Perez et Jimenez et al., 2007). (Perona et al., 2010).
EPA (oméga 3)	Améliore la mémoire et donc réduit le risque de maladie d'Alzheimer.	(Taepavarapruk, 2010)
Chlorophylles	Accélèrent les processus de cicatrisation	(Ryan, 1998)
Polyphénols	Exercent une activité bactéricide et fongicide. Réduisent le risque coronarien et normalise la pression sanguine et prévoient l'athérosclérose en agissant comme piègeur de radicaux libres et préservent les LDL de l'oxydation in vitro et leur adhérence aux parois artérielles.	(Yangui et al., 2009). (Al-Rewashdeh, 2010).
Composés aromatiques	Dotés d'une activité antimicrobienne.	(Jacotot, 1993)
Tocophérols	Manifestent une activité vitaminique. Exercent des effets bénéfiques à l'égard des maladies cardiovasculaires et contre le cancer du poumon, du col de l'utérus et de la prostate.	(Shklar et Oh (2000))

2.7 La production et la consommation de l'huile d'olive

2.7.1 À l'échelle mondiale

Selon les statistiques de la **FAO (2020)** de l'année 2014, la production mondiale de l'huile d'olive est estimée à 3.050.390 tonnes dont l'Europe seule produit 2.317.034 soit 76 % de la production mondiale. Selon les estimations du COI, la production mondiale de la

campagne 2017/18 pourrait atteindre 2.854.000 tonnes, ce qui représenterait une augmentation d'environ 12 % par rapport à la campagne antérieure (**Anonyme 1**).

La consommation mondiale durant la campagne 2016/2017 totalise 2 803 000 tonnes, soit une diminution de 6 % par rapport à la campagne antérieure. Le groupe des pays de l'UE/28, avec un total de 1.463.000 tonnes, voit sa consommation diminuer de 12 % au total, avec les baisses enregistrées en particulier en Grèce (- 25 %), en France (- 17 %), en Italie (- 14 %), en Espagne (- 7 %), alors que les petits producteurs (Chypre, Croatie et Slovénie) voient leur consommation globale augmenter de 8 %. Les augmentations les plus importantes se produisent en Turquie (+ 34 %), au Liban (+ 11 %) et en Iran (+ 5 %). La consommation augmente au Brésil (+ 19 %), en Chine (+ 13 %), en Australie (+ 7 %) et au Japon (+ 2 %), alors qu'elle diminue au Canada (- 4 %) et aux États-Unis (- 2 %) (**Anonyme 1**).

Les taux de production de l'huile d'olive dans quelques pays (2010-2014) ainsi que les taux de consommations (2009-2013) sont représentés par la **Figure 8**.

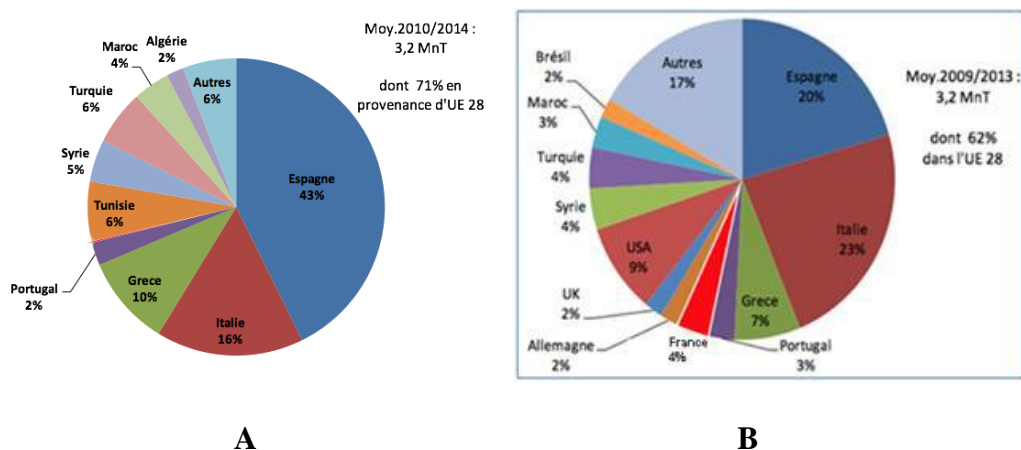


Figure 8 : A : Production Mondiale d'huile d'olive 2010-2014. B : Principaux pays consommateurs 2009-2013 (**F.O.P, 2014 ; 2015**).

2.7.2 En Algérie

La production moyenne annuelle se situe entre 10.000 et 15.000 tonnes d'huiles d'olive, avec cette production l'Algérie occupe la dixième place parmi les producteurs mondiaux (**Boussenadj, 2005**). Selon la **FAO (2020)**, l'Algérie a produit en 2014 une quantité de 52.400 tonnes d'huile d'olive vierge. La consommation moyenne d'un algérien est de 1,5 Kg/an.

Chapitre 3

Matériel et méthodes

3.1 Matériel végétal

Nous avons mené notre étude sur une variété d'olivier issue d'un verger à Lakhdaria (Wilaya de Bouira) et d'un autre à Hammam Dhalaa (Wilaya de M'sila) (**Figure 9**). Les fruits matures et sains de la variété « Chemlal » ont été collectés manuellement durant le mois de décembre 2019.

Au cours d'un premier passage aux vergers exploités, nous avons recueilli quelques informations concernant la conduite de culture d'olivier en utilisant un questionnaire (**Annexe 1**). Ce questionnaire comporte des questions relatives à l'exploitation (informations sur l'arboriculture et le verger), la conduite de culture (nombre et variétés des arbres, irrigation, fertilisation) et la conservation et la commercialisation des olives et de l'huile d'olive.

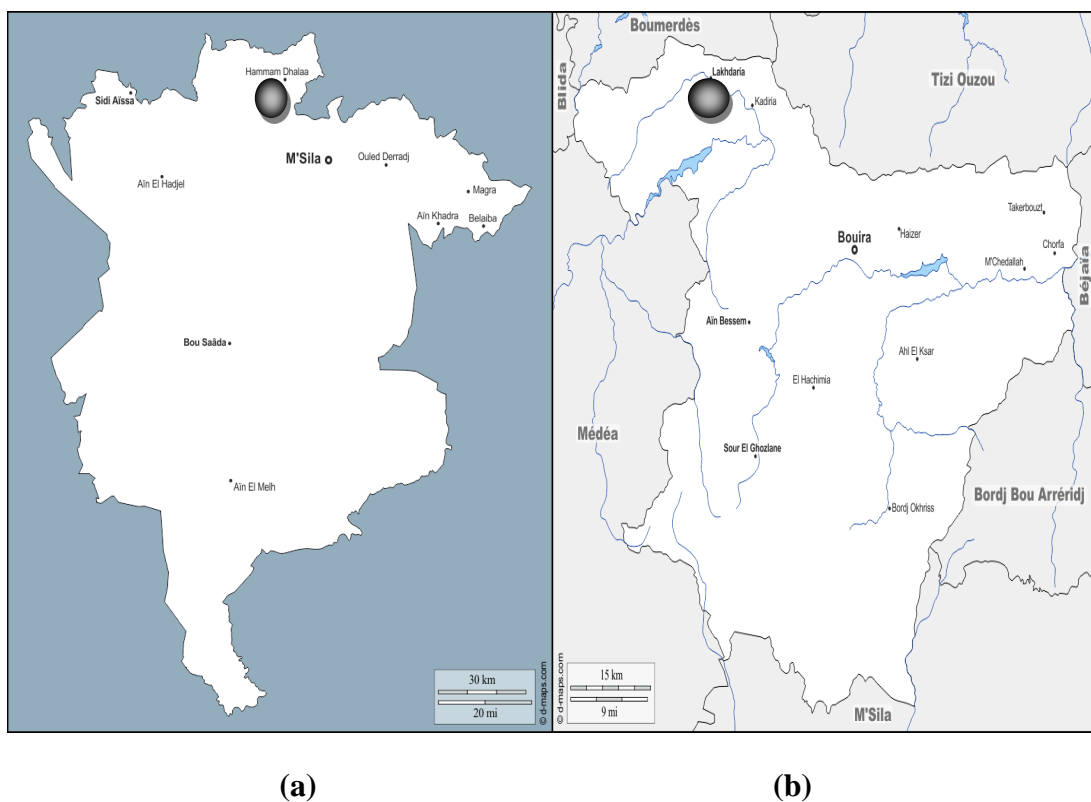


Figure 9 : Les cartes géographiques de la wilaya de M'sila (a) et Bouira (b) et lieux d'échantillonnage.

3.2 Caractères morphologiques des olives

La méthodologie suivie pour la caractérisation morphologique est celle du Conseil Oléicole International décrite par **Mendil et Sebai (2006)**. Les détails des différents descripteurs quantitatifs et qualitatifs pour chaque partie sont décrits ci-dessous :

3.2.1 Caractères morphologiques liés au fruit

Les caractères morphologiques liés au fruit étudié sont les suivants :

- **Poids du fruit** : le poids moyen de 100 fruits, exprimé en gramme, a été déterminé en utilisant une balance de précision de 0,001g. Selon ce poids, on distingue 4 états :
 - 1-Réduit (<2 g)
 - 2- Moyen (2-4 g)
 - 3- Élevé (4-6 g)
 - 4- Très élevé (>6 g)
- **Longueur du fruit** : exprimée en mm et mesurée à l'aide d'un pied de coulisse électronique.
- **Largeur du fruit** : exprimée en mm et mesurée à l'aide d'un pied de coulisse électronique.
- **Forme du fruit** : déterminée en fonction du rapport longueur/largeur. La longueur et largeur (en mm) de chaque fruit sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse électronique. Pour ce caractère, on distingue trois états :
 - Sphérique ($L/l < 1,25$)
 - Ovoïde ($1,25 < L/l < 1,45$)
 - Allongée ($L/l > 1,45$).
- **Sommet** : ce caractère porte sur l'observation de la forme de sommet. On distingue deux états :
 - 1-pointu
 - 2- Arrondi
- **Présence de lenticelles** : les caractères relatifs aux lenticelles sont déterminés lorsque le fruit est complètement développé mais encore vert. Ces formations, observées à l'œil nu, peuvent être :
 - 1-Peu nombreuses.
 - 2- Nombreuses.
- **Couleur du fruit à maturité** : déterminée à l'œil nu. On distingue trois états :

1. Noire
2. Violet
3. Vert

3.2.2 Caractères morphologiques liées à l'endocarpe

Les caractères morphologiques liés à l'endocarpe sont :

- **Poids de l'endocarpe** : le poids moyen de 100 endocarpes, exprimé en gramme, a été déterminé en utilisant une balance de précision de 0,001 g. Selon ce poids, on distingue 4 états :
 - 1- poids réduit ($P < 0,3$ g)
 - 2- moyen ($0,3 \text{ g} < P < 0,45$ g)
 - 3- élevé ($0,45 \text{ g} < P < 0,7$ g)
 - 4- très élevé ($P > 0,7$ g)
- **Longueur et largeur** : exprimés en mm et mesurés à l'aide d'un pied de coulisse électronique.
- **Forme** : déterminée en fonction du rapport entre la longueur (L) et la largeur (l) :
 1. Sphérique ($L/l < 1,4$)
 2. Ovoïde ($1,4 < L/l < 1,8$)
 3. Elliptique ($1,8 < L/l < 2,2$)
 4. Allongée ($L/l > 2,2$)
- **Sommet** : ce caractère porte sur l'observation de la forme de sommet. On distingue deux états :
 1. pointu
 2. arrondi
- **Surface** : en fonction de la profondeur et de l'abondance des sillons fibrovasculaires, on distingue trois états :
 - 1- Lisse
 - 2- Rugueuse
 - 3- Raboteuse
- **Nombre de sillons fibrovasculaires** : observés à partir du point d'insertion du pédoncule :
 - 1- Réduit (≤ 7)

2- Moyen (7-10)

3- Élevé (≥ 10)

- **Distribution (DSFE)** : la distribution des sillons fibrovasculaires de l'endocarpe porte sur l'observation visuelle de ces derniers à partir de la base jusqu'au sommet. On distingue deux états, distribution uniforme des sillons et distribution groupée à proximité de la suture.

3.3 Extraction de l'huile

Les dix kilogrammes d'olives, pour chaque région, ont été divisés en deux parties. Après effeuillage et lavage, la première partie des olives a été triturée le lendemain de la cueillette alors que l'autre partie a été stockée dans un sac durant 20 jours avant trituration pour vérifier l'impact de stockage des olives sur la qualité de l'huile d'olive.

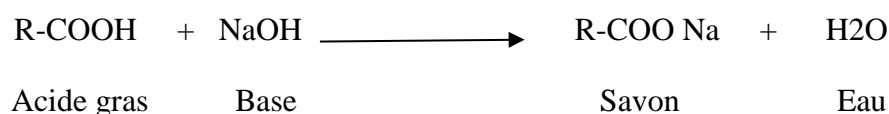
L'extraction de l'huile d'olive a été réalisée manuellement par les opérations suivantes :

- Dériter les olives : cela consiste à briser la peau afin de libérer l'huile à température ambiante.
- Pressurer : il s'agit de presser la pâte manuellement pour extraire l'huile.
- Séparation de l'huile des autres éléments (eau, margines, débris, ...) par décantation.

3.4 Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive

3.4.1 Acidité libre

L'acidité d'un corps gras mesure le pourcentage d'acides gras libres contenus dans celui-ci. Le principe de la détermination de l'acidité d'une huile consiste à un dosage acido-basique correspondant à la neutralisation selon la réaction ci-dessous :



L'acidité libre de chaque huile a été déterminée selon la norme officielle de l'Organisation Internationale de Normalisation (**ISO 660, 1996**) :

- 1g d'huile d'olive dissoute dans 50 ml d'éthanol.
- Le mélange a été titré par une solution d'hydroxyde de potassium 0,1 N en présence de phénolphtaléine.

- L'acidité libre a ensuite été exprimée en pourcentage d'acide oléique libre selon la formule :

$$\text{Acidité \%} = (V.C.M / 10.m).100$$

V : est le volume en ml de la solution titrée de KOH utilisé.

C : est la concentration exacte, en moles /litre, de la solution titrée de KOH utilisé.

M : est le poids molaire, en g/mole, de l'acide oléique.

m : est la prise d'essai en grammes.

3.4.2 Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde d'un corps gras est le nombre de microgrammes de peroxyde actif contenu dans un gramme de produit, ce paramètre nous renseigne sur le degré d'oxydation de l'huile (**COI, 2009**). En milieu acide, les peroxydes réagissent avec l'ion iodure pour générer de l'iode qui est titré par une solution de thiosulfate de sodium en présence d'empois d'amidon (**UICPA, 1979**).

L'indice de peroxyde de chaque huile a été déterminé selon (l'organisation internationale de normalisation (**ISO 3966, 2007**) :

- 1 g d'huile d'olive est dissoute dans 12,2 ml du mélange d'acide acétique/chloroforme.
- 15 ml d'une solution d'iodure de potassium saturée sont additionnées au mélange.
- On place le mélange dans l'obscurité pendant 5 minutes.
- On rajoute 60 ml d'eau distillé et 1 ml d'une solution d'empois d'amidon (une couleur violette apparait).
- Le mélange obtenu a été titré par une solution de thiosulfate de sodium à 0,01N.
- On poursuit notre titrage jusqu'au changement de couleur (passage de la couleur violette a une couleur transparente).
- On effectue un essai à blanc dans les mêmes conditions opératoires.
- Indice de peroxyde est donnée par la formule :

$$I_{\text{peroxyde}} = \frac{(V - V_0) \times N}{m} \times 1000$$

Où :

I : indice de peroxyde en milliéquivalent par kilogramme

V₀ : Volume (ml) de Na₂S₂O₃ (0.01 N) nécessaire pour titrer l'essai à blanc.

V : Volume (ml) de Na₂S₂O₃ (0.01 N) nécessaire pour titrer l'échantillon.

m : Prise d'essai (g) de l'échantillon.

3.4.3 Analyses spectrophotométriques dans l'ultraviolet

Cet examen spectrophotométrique dans l'ultraviolet peut fournir des indications sur la qualité d'une matière grasse. Ainsi le coefficient d'extinction à 270 nm est un bon révélateur de la teneur de l'huile en peroxyde (**Benabid, 2009**).

L'extinction spécifique dans l'UV a été déterminée selon le protocole défini par la (**CEE 2568/91**). Une prise de 0,1 g d'échantillon est dissoute dans 10 ml de cyclohexane, l'absorbance de la solution est mesurée dans une cuve en quartz à l'aide d'un spectrophotomètre à deux longueurs d'onde 232 et 270 nm contre un blanc contenant uniquement le solvant. Les valeurs du coefficient d'extinctions spécifiques à 232 nm et 270 nm sont calculées selon la formule suivante :

$$K = A_k / C \times S$$

Où : A_k : Absorbance à la longueur d'onde k.

C : Concentration de la solution en g/100 ml.

S : Chemin optique (1 cm).

3.4.4 Chlorophylle et caroténoïdes

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. Deux sortes de pigments se trouvent dans l'huile d'olive : les chlorophylles et les caroténoïdes (**Benrachou, 2013**).

Les carotènes et les chlorophylles ont été déterminés suivant la méthode décrite par **Minguez-Mosquera et al. (1991)**. 7,5 g d'huile ont été dissous dans 25 ml de cyclohexane. Les teneurs des caroténoïdes et chlorophylles ont été déterminées respectivement, par la mesure de l'absorbance à 472 et 670 nm. Les valeurs des coefficients d'extinction spécifique appliquée étaient E₀ = 613 pour la phéophytine, une composante majeure des pigments chlorophylliens,

et $E_0 = 2000$ pour la lutéine, un élément majeur des caroténoïdes. Les teneurs en pigments ont été calculées comme suit :

$$\text{Chlorophylle (mg/Kg)} = (A_{670} * 106) / (613 * 100 * l)$$

$$\text{Caroténoïdes (mg/Kg)} = (A_{470} * 106) / (2000 * 100 * l)$$

Où :

A_λ : absorbance à la longueur d'onde λ .

l : épaisseur de la cuve en centimètre (1cm).

3.5 Extraction des polyphénols

Pour l'extraction des polyphénols de l'huile d'olive nous avons opté pour le protocole de **Bakhouche et al. (2015)** en apportant quelques modifications. Une aliquote de 2,5 g de l'huile d'olive a été mélangée avec 5 ml de n-hexane et 5 ml de méthanol/eau (70/30, v/v). Le mélange est agité vigoureusement puis centrifugé à 3500 tours pendant 20 min. L'extrait polaire est évaporé à 35 °C en utilisant un rotavapeur jusqu'à l'obtention d'un résidu sec.

3.6 Travail reste à réaliser

A cause de la pandémie « Covid-19 » et l'entrée en confinement le mois de mars 2020, nous n'avons pas réalisé quelques parties déjà planifiées auparavant à savoir :

- Dosage des polyphénols et des flavonoïdes,
- Détermination de l'activité antioxydante des polyphénols,
- Test de dégustation de l'huile d'olive.

3.7 Analyses statistiques

Les valeurs des paramètres étudiés ont été exprimées en moyenne plus ou moins l'écart type, le nombre de répétition est 100 pour la caractérisation morphologique des olives et 3 pour les analyses physico-chimiques de l'huile. L'analyse de la variance (ANOVA one-way) ($p < 0,0$) a été réalisée en utilisant le logiciel d'analyses statistiques GraphPad prisme 6.

Chapitre 4

Résultats et discussion

4.1 Présentation des vergers

Un questionnaire comporte des questions relatives à l'exploitation, la conduite de culture et la conservation et la commercialisation des olives et de l'huile d'olive a été rempli auprès des propriétaires des vergers exploités au cours d'un premier passage. Les caractéristiques des vergers visités sont données dans le **Tableau 9**.

Tableau 9 : Caractéristiques des vergers visités

Caractéristiques	Lakhdaria	Hammam Dhalaa
Age de l'agriculteur	78	49
Fonction	Retraité	Arboriculteur
Main d'œuvre	Non	Oui
La superficie : Totale		4 hectares
Exploitée	0,1 hectares	3 hectares
Le foncier	Propriétaire	Propriétaire
Date de création de l'exploitation	>50 ans	2000
Type de culture	Arboriculture	Arboriculture
Types des arbres implantés et cultures	Olivier	Olivier
Source d'irrigation	Non irrigué	Puits
Subvention étatique	Non	Non
Nombre d'arbres implantés	50	650 oliviers
Type d'implantation	Aléatoire	En ligne
Implantation	Greffage et petits plants	Petits plants
Mode d'implantation	En plusieurs étapes	En une seul étape
Age des arbres	De 10 à plus de 50 ans	15 ans
Durée entre implantation et fructification	3 ans	3 ans
Variétés exploitées	Chemlal	Chemlal
Travail du sol autour des oliviers	Non (sauf arbre<15 ans)	Oui
Irrigation des arbres	Non	Oui
Fertilisation	Non	Non
Traitement des mauvaises herbes	Non	Non
Traitement des maladies s'ils existent	Non	Non
Type de récolte	Manuel	Manuel
Quantité produite (quintaux)	12	190
Transformation des olives	Oui	Oui
Rendement de trituration	15 à 16 l/quintal	/
Prix de vente	Autoconsommation	70 DA par Kg
Rentabilité	/	Oui

Nous constatons d'après les informations que nous avons recueillies auprès des arboriculteurs lors de notre premier passage que le propriétaire du verger de Hammam Dhalaa est un arboriculteur exploitant une superficie de trois hectares depuis vingt ans et se spécialise dans la plantation d'arbres, y compris l'olivier de la variété Chemlal.

Le nombre total des oliviers atteignent 650 arbres, implantés en une seule fois en ligne en utilisant des petits plants et sans subvention Etatique. Les arbres sont irrigués en été en utilisant l'eau de puit et le sol est travaillé autour des arbres.

Quant au propriétaire du verger de Lakhdaria, est un agriculteur à la retraite qui exploite 0,1 hectare de superficie dans une région montagneuse. Cet ancien verger, de plus de 50 ans, englobe 50 oliviers de la variété implantés en plusieurs étapes en pratiquant le griffage (sur des oléastres qui poussent naturellement) et en utilisant des petits plants.

Ce verger ne dispose pas d'une source d'irrigation. Selon le propriétaire du verger, les arbres sont irrigués naturellement par les eaux de pluies et ne nécessitent pas une irrigation supplémentaire. Le propriétaire travaille le sol seulement autour des arbres de moins de quinze ans.

Les propriétaires des deux vergers ne fertilisent pas le sol et ne traitent ni les mauvaises herbes ni les maladies. Dans les deux vergers la cueillette des olives est manuelle en exploitant une main d'œuvre locale pour le verger de Hammam Dhalaa et familiale pour celui de Lakhdaria.

En moyenne, la quantité des olives produite par arbre pour le verger de Hammam Dhalaa est supérieure que celle du verger de Lakhdaria soit 29 contre 24 Kg/arbre respectivement. Selon le propriétaire du verger de Lakhdaria la production est alternative : si la production est bonne cette année, elle sera plus faible la prochaine année. Il ajoute aussi que les maladies, le climat et le type de la taille des arbres influent considérablement sur le rendement.

Pour le propriétaire du verger de Hammam Dhalaa les olives sont vendus en gros à 70 DA/kg alors que pour celui du verger de Lakhdaria la totalité de la production est destinée à la trituration et pour l'autoconsommation. Le rendement de trituration enregistré par ce dernier est faible par rapport à celui cité par **ITAFV, (2006)** soit 18 à 24 l/quintal pour la même variété.

4.2 Caractères morphologiques des olives

4.2.1 Caractères morphologiques liés au fruit

Les caractères morphologiques liés aux fruits de la variété Chemlal des deux vergers de Lakhdaria et Hammam Dhalaa sont résumés dans le **Tableau 10** :

Tableau 10 : Caractéristiques morphologiques quantitatives et qualitatives des olives

Caractères	Lakhdaria	Hammam Dhalaa
Poids (g)	1,74±0,39 ^a	1,26±0,14 ^b
Longueur (mm)	17,26±1,82 ^c	15,98±0,75 ^d
Largeur (mm)	12,19±1,26 ^e	11,18±0,51 ^f
Symétrie du fruit	Légèrement asymétrique	Légèrement asymétrique
Forme du fruit	Ovoïde	Ovoïde
Sommet du fruit	Pointu	Pointu
Présence des lenticelles	Peu nombreuses	Peu nombreuses
Dimension des lenticelles	Petites	Petites
Aspect du fruit	Lisse	Lisse
Couleur du fruit à maturité	Noire	Noire

Les valeurs du poids, longueur et largeur dans le tableau représentent la moyenne de 100 mesures ± SEM. Les différentes lettres dans une même ligne indiquent une différence significative entre les valeurs à $p < 0,05$ en utilisant Unpaired t test of One-way ANOVA (GraphPad prisme 6).

De l'observation des résultats des caractéristiques quantitatives (poids, longueur et largeur) des olives, il apparaît que ceux des olives issus du verger de Lakhdaria sont supérieurs à ceux des olives issus du verger de Hammam Dhalaa avec une différence significative pour les trois paramètres mesurés ($p < 0,05$) (**Tableau 10**).

Pour les caractéristiques morphologiques qualitatives des olives ne n'avons pas constaté une différence entre les fruits issus des deux vergers exploités. La forme du fruit est ovoïde avec une peau noire, lisse et qui comporte des petites lenticelles. Le fruit est légèrement asymétrique avec un sommet pointu.

Les valeurs du poids, longueur et largeur des fruits issus du verger de Hammam Dhalaa enregistré dans notre étude sont inférieures à celles enregistrées par **Drissi et Ladjnaf (2019)** pour les fruits de la même variété issus de Ain Elkhadra (1,52 g ; 16,53 mm et 11,97 mm) et Boussaâda (2,14 g ; 18,21 mm et 13,46 mm).

En revanche, nos résultats sont supérieurs à ceux enregistré par **Mansouri (2014)** et **Abdessemed et al. (2018)** pour les olives de la variété Chemlal issus de Batna et de Bejaïa. Ces variations peuvent être expliquées par la différence du climat, type du sol, les pratiques cultural et l'âge des oliviers.

4.2.2 Caractères morphologiques liées à l'endocarpe

Les valeurs moyennes de poids, longueur et largeur de l'endocarpe des olives issus du verger de Lakhdaria sont significativement supérieures ($p < 0,05$) à celles de l'endocarpe des olives issus du verger de Hammam Dhalaa (**Tableau 11**).

Pour les caractéristiques qualitatives, il apparait qu'il n'y a pas une différence entre les endocarpes des olives des deux régions. L'endocarpe est sphérique avec une surface rugueuse et un sommet pointu, ce qui est en concordance avec les résultats de **Drissi et Ladjnaf (2019)**.

Tableau 11 : Caractéristiques morphologiques de l'endocarpe des olives

Caractères	Lakhdaria	Hammam Dhalaa
Poids (g)	0,41±0,07 ^a	0,28±0,04 ^b
Longueur (mm)	13,34±0,90 ^c	12,26±0,70 ^d
Largeur (mm)	6,63±0,47 ^e	5,76±0,26 ^f
Nombre de sillons fibrovasculaires	Elevé	Elevé
Distribution des sillons	Uniforme	Groupés à proximité de la suture
Forme de l'endocarpe	Sphérique	Sphérique
Surface de l'endocarpe	Rugueuse	Rugueuse
Sommet	Pointu	Pointu

Les valeurs du poids, longueur et largeur dans le tableau représentent la moyenne de 100 mesures \pm SEM. Les différentes lettres dans une même ligne indiquent une différence significative entre les valeurs à $p < 0,05$ en utilisant Unpaired t test of One-way ANOVA (GraphPad prisme 6).

Les valeurs moyennes du poids, longueur et largeur de l'endocarpe des olives issus du verger de Hammam Dhalaa enregistré dans notre étude sont inférieures à celles enregistrées par **Drissi et Ladjnaf (2019)** pour les endocarpes de la variété Chemlal de Ain Elkhadra (0,30 g ; 12,53 mm et 6,10mm) et Boussaâda (0,43 g ; 13,38mm et 7,05mm).

4.3 Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive

4.3.1 Acidité libre

Les valeurs de l'acidité des huiles issues des olives de la variété Chemlal triturés avant et après vingt jours de stockage sont mentionnées dans le **Tableau 12**.

Sa mesure rend compte de l'altération hydrolytique, et concerne principalement la matière première, l'olive. Les triglycérides subissent une hydrolyse naturelle qui s'accroît avec le temps de maturation des olives. Ce phénomène peut être amplifié par des mauvaises conditions de récolte ou de stockage des olives. Ces phénomènes entraînent des lyses cellulaires dans la pulpe des olives et par conséquent provoquent la mise en contact de l'huile avec les systèmes enzymatiques et l'eau du cytoplasme. Cela conduit à la présence anormalement élevée d'acides gras libres et donnant à terme des arômes désagréables à l'huile (**Leroy, 2011**).

L'acidité d'une huile représente le pourcentage d'acides gras libres exprimé conventionnellement dans le cas de l'huile d'olive en acide oléique. L'acidité est un critère important d'appréciation de l'huile d'olive à la caractérisation alimentaire et constitue une caractéristique fondamentale de sa qualité commerciale (**COI, 1981**).

Selon (**Tanouti et al., 2011**), l'acidité libre permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique, des chaînes d'acide gras des triglycérides. Ceci est à l'origine d'acide gras libres et de glycérides partiels (mono et di glycérides).

Les valeurs de l'acidité des huiles issues de des olives de la variété Chemlal triturés avant et après vingt jours de stockage sont mentionnées dans le **Tableau 12**.

De résultats du tableau 12, il nous apparaît que les valeurs de l'acidité des huiles issues des olives stockés ou non stockés du verger de Hammam Dhalaa sont supérieures ($p > 0,05$) à celles des huiles des olives de Lakhdaria. Par contre, nous observons une différence significative ($p < 0,05$) entre les valeurs de l'acidité des huiles des olives stockés et non stockés avant trituration quelle que soit la zone de récolte.

Le stockage des olives avant trituration pendant 2 jours à augmenter l'acidité des huiles ce qui les a déclassé selon les normes du COI. Chez nous en Algérie, d'un côté une durée de stockage s'avère nécessaire pour développer des arômes recherchés dans l'huile d'olive par les consommateurs. D'un autre côté le faible nombre des unités de trituration et leur faible capacité de transformation rendent le stockage des olives obligatoire et dans des conditions défavorables la plus part du temps.

Tableau 12 : Acidité des huiles d'olive (% d'acide oléique)

Régions	Trituration	Acidité (% d'acide oléique)
Lakhdaria	Non stocké	1,31±0,25 ^a
	Après 20 jours de stockage	2,99±0,25 ^b
Hammam Dhalaa	Non stocké	1,49±0,25 ^a
	Après 20 jours de stockage	3,17±0,25 ^b

Les valeurs dans le tableau représentent la moyenne de 3 mesures \pm SEM. ^{a, b}: les différentes lettres dans la même colonne indiquent une différence significative entre les valeurs à $p < 0,05$ en utilisant le test de Tukey (GraphPad prisme 6).

Basant sur les normes du Conseil Oléicole International (COI, 2018), nous pouvons classer nos huiles issues des olives non stockés en « **Huile d'olive vierge** » puisque l'acidité libre, exprimée en acide oléique, est inférieure à 2 g pour 100 g. Alors que pour les huiles des olives stockés dont l'acidité est supérieure à 2 et inférieure à 3,3 g/100g, sont classées « Huile d'olive vierge courante ».

Selon **Fermous et Laichour (2012)**, la variété Chemlal est intéressante, elle donne l'huile la moins acide avec seulement 0,094 % d'acide oléique en comparaison avec d'autres variétés algériennes tunisiennes et espagnols.

4.3.2 Indice de peroxyde

Cet indice renseigne sur l'état d'oxydation de l'huile d'olive. L'auto-oxydation résulte de la réaction des lipides et de l'oxygène atmosphérique, aboutissant à terme à une altération du goût et de l'odeur de l'huile. Cette réaction est très lente et les premières molécules de dégradation apparaissant sont des peroxydes. Ces molécules instables vont se décomposer par la suite en une série de produits, notamment des mélanges d'aldéhydes volatils (**Leroy, 2011**).

La détermination de l'indice de peroxyde des huiles d'olive permet d'évaluer le niveau d'oxydation primaire par l'oxygène. L'action direct d'oxygène et l'action indirect des autres facteurs qui permettent à l'oxygène de se fixer sur les acides gras entraînent l'oxydation de l'huile (**Meftah et al., 2013**).

Les olives stockés ou non stockés de Lakhdaria produisent des huiles qui ont des indices de peroxyde légèrement supérieurs ($p > 0,05$) à ceux des huiles de Hammam Dhalaa (**Tableau 13**). Le stockage des olives pendant vingt jours a augmenté significativement ($p < 0,05$) l'indice de peroxyde de l'huile.

Tableau 13 : Indice de peroxyde (milliéquivalent/kg)

Régions	Trituration	Indice de peroxyde (milliéquivalent/kg)
Lakhdaria	Non stocké	2,00±0,00 ^a
	Après 20 jours de stockage	5,00±0,67 ^b
Hammam Dhalaa	Non stocké	1,33±0,44 ^a
	Après 20 jours de stockage	4,64±0,44 ^b

Les valeurs dans le tableau représentent la moyenne de 3 mesures \pm SEM. ^{a, b} : les différentes lettres dans la même colonne indiquent une différence significative entre les valeurs à $p < 0,05$ en utilisant le test de Tukey (GraphPad prisme 6).

Les indices de peroxyde de nos huiles sont inférieurs à la limite fixée par le **COI (2018)** pour la catégorie d'huile d'olive extra vierge (20 milliéquivalent/kg). Ils sont inférieurs aux valeurs enregistrées par **Fermous et Laichour (2012)** et par **Drissi et Ladjnaf (2019)** pour les huiles de la même variété.

D'après **Tanouti et al. (2011)**, l'indice de peroxyde augmente avec la maturité des olives, et surtout à la suite d'un choc thermique, ou à un processus de fabrication défectueux. Le stockage inadapté ou prolongé est également une des causes d'augmentation de ce paramètre.

4.3.3 Analyses spectrophotométriques dans l'ultraviolet

L'absorbance en spectrophotométrie ultraviolette : significative de l'auto-oxydation de l'huile, cette méthode repose sur la détermination des coefficients d'extinctions spécifiques (K) dans l'ultraviolet à 232 nm et 270 nm des produits de décomposition de l'huile (**Leroy, 2011**). Selon les normes du conseil oléicole international (**COI, 2018**), le K_{232} ne doit pas dépasser pour une huile vierge extra 2,5 quant au K_{270} il présente un seuil de 0,22.

Les valeurs de l'absorbance à la longueur d'onde 232 nm balancent entre 1,66 à 2,34 alors que pour 270 nm les absorbances sont de 0,13 à 0,16 (**Figure 10**).

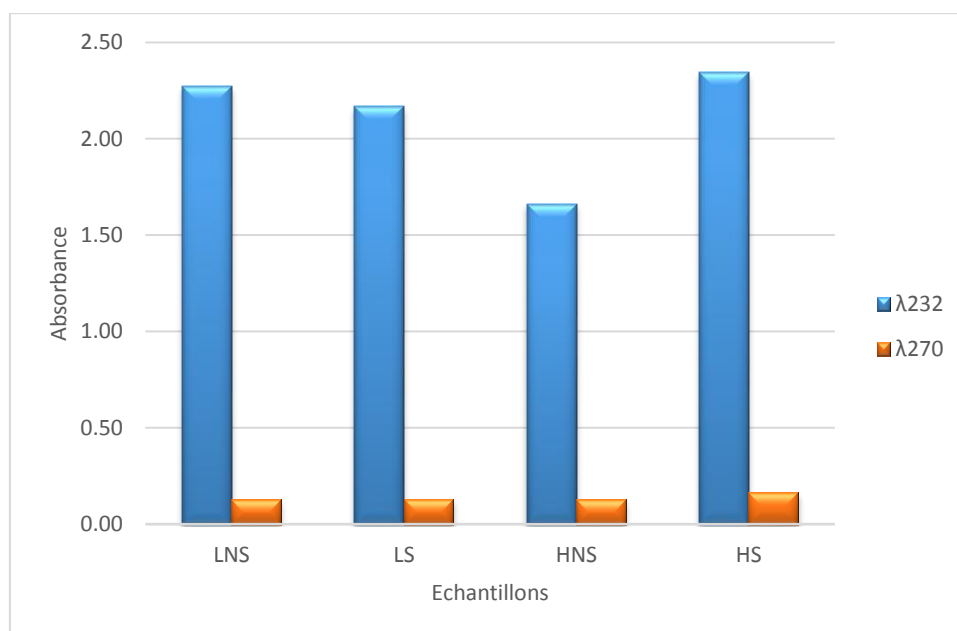


Figure 10 : Absorbance à 232 et 270 nm des huiles. LNS : Lakhdaria non stocké, LS : Lakhdaria stocké, HNS : Hammam Dhalaa non stocké, HS : Hammam Dhalaa stocké.

Dans l'ensemble les valeurs de l'absorbance à 232 et 270 nm ne dépassent pas les limites fixées par le **COI (2018)** (inférieur à 2,5 et 0,22) ce qui indique que les huiles étudiées n'ont pas subi une oxydation primaire.

Selon le **COI (2011)**, plus son extinction à 232 nm est forte plus elle est peroxydée, et plus que l'extinction à 270 nm est forte plus l'huile est riche en produit d'oxydation secondaire en traduisant sa faible aptitude à la conservation.

4.3.4 Chlorophylle et caroténoïde

L'huile d'olive contient des composés mineurs qui lui confèrent ses qualités organoleptiques et nutritionnelles. Parmi ces composés mineurs les pigments, qui en raison de leurs caractères antioxydants dans l'obscurité et pro-oxydant dans la lumière, semblent jouer un rôle important dans la stabilité oxydative de l'huile au cours de son stockage et dans la préservation de sa qualité (**Tanouti et al., 2011**).

Nos résultats (**Figure 11**) révèlent que les huiles des olives de Hammam Dhalaa renferment des quantités plus élevées en chlorophylles par rapport aux huiles de Lakhdaria. Le stockage a légèrement diminué le teneur en chlorophylle pour les huiles de Lakhdaria alors qu'il a légèrement augmenté la teneur pour l'huile de Hammam Dhalaa.

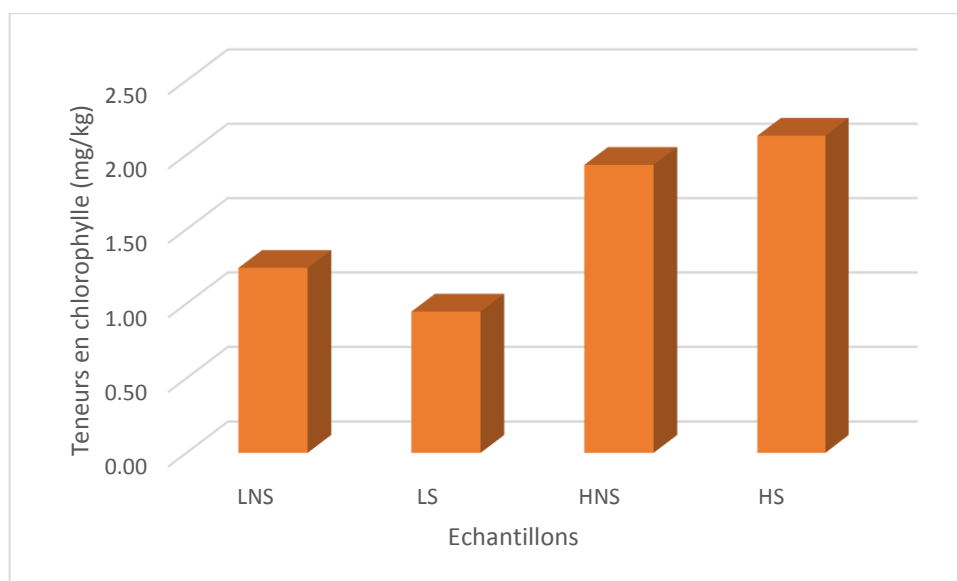


Figure 11 : Teneurs en chlorophylle (mg/kg) dans les huiles étudiées. LNS : Lakhdaria non stocké, LS : Lakhdaria stocké, HNS : Hammam Dhalaa non stocké, HNS : Hammam Dhalaa stocké.

Quant aux caroténoïdes, leur détermination est considérés aussi importante en raison de leurs propriétés vitaminique, nutritionnelle et antioxydante (**Reboul et al., 2007**). Selon les résultats représentés dans la **Figure 12**, nous constatons que nos échantillons présentent des teneurs appréciables en caroténoïdes.

La teneur en caroténoïdes la plus élevée est enregistrée par l'huile des olives stockés avant trituration de Hammam Dhalaa soit $2,07 \pm 0,27$ mg/Kg et la plus faible concentration est enregistrée par l'huile des olives stockés de Lakhdaria à savoir $1,1 \pm 0,07$ mg/kg.

Le stockage des olives pendant vingt jours avant trituration a légèrement diminué la teneur en caroténoïdes pour les huiles de Lakhdaria alors qu'il l'a augmenté pour les huiles de Hammam Dhalaa.

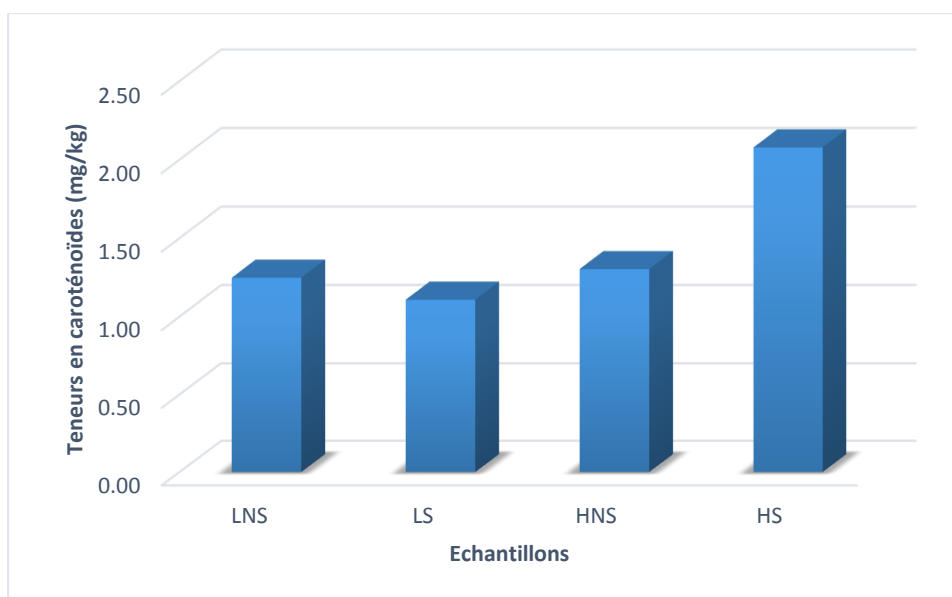


Figure 12 : Teneurs en caroténoïdes (mg/kg) dans les huiles étudiées. LNS : Lakhdaria non stocké, LS : Lakhdaria stocké, HNS : Hammam Dhalaa non stocké, HNS : Hammam Dhalaa stocké.

Les teneurs en chlorophylle et caroténoïdes enregistrées dans notre étude sont nettement inférieures à celles enregistrées par **Fermous et Laichour (2012)** à savoir 12,86 et 3,285 mg/kg respectivement, **Hadj Sadok et al. (2018)** et **Drissi et Ladjnaf (2019)**.

Plusieurs études ont confirmé que les teneurs en pigments, notamment les chlorophylles et les caroténoïdes varient en fonction du cultivar et diminuent au cours de la maturation des fruits. Cette diminution est plus prononcée pour les chlorophylles que pour les caroténoïdes, en parallèle d'autres composés peuvent se former tels que les anthocyanes (**Minguez-Mosquera et al., 1990**).

Selon **Boulfane et al. (2015)**, les faibles teneurs en chlorophylle sont souhaitées pour éviter l'action pro-oxydante de ces pigments et pour assurer ainsi une bonne conservation des huiles.

Conclusion

Ce travail représente une étape dans la caractérisation morphologique des olives de la variété Chemlal et l'évaluation de l'effet de la région de cueillette et la durée de stockage des olives sur la qualité de l'huile d'olive.

La caractérisation morphologique est basée sur la description qualitative et quantitative de fruit et de l'endocarpe de deux échantillons de la même variété 'Chemlal' issus d'un verger à Bouira (Lakhdaria) et d'un autre à M'sila (Hammam Dhalaa). Basant sur les résultats obtenus, il s'avère qu'il y a une différence significative ($p < 0,05$) dans les caractéristiques quantitatives entre les échantillons des deux régions mais pas de différence en ce qui concerne les caractéristiques qualitatives. Cela indique que les facteurs pédoclimatiques ont une influence sur la variabilité phénotypique quantitative des olives.

Les analyses physico-chimiques des huiles montrent que la région de cueillette des olives n'a pas d'effet sur la qualité des huiles. En revanche, le stockage des olives durant vingt jours avant trituration influe considérablement ($p < 0,05$) sur l'acidité et l'indice de peroxyde des huiles en augmentant ces derniers.

Basant sur les normes du Conseil Oléicole International (COI, 2018), nous pouvons classer nos huiles en 'Huile d'olive vierge' dont l'acidité est < 2 g/100 g pour les huiles issues des olives non stockées et en 'Huile d'olive vierge courante' ($2 < \text{acidité} < 3,3$ g/100g) pour les huiles issues des olives stockées. Le stockage des olives a un impact variable sur les autres paramètres. La région de cueillette des olives n'a pas d'impact sur l'acidité et l'indice de peroxyde des huiles mais elle influe sur les absorbances à 232 et 270 nm et les teneurs en chlorophylle.

Références Bibliographiques

1. Alais CH., Linden G., Miclo L. 2003. Biochimie alimentaire. 5^{ème} édition de l'abrégé, Ed DUNOD, PARIS. 54-61 p.
2. Allaya M. L'économie de l'olivier. Options méditerranéennes. (1988). N : 24.
3. Alloum D. L'oléiculture algérienne. Options méditerranéennes. (1974). N : 24 : 45-48.
4. Al-Rewashdeh A. Blood lipid profile, oxidation and pressure of men and women consumed olive oil. *Pakistan Journal of Nutrition*. (2010). 9 (1): 15-26.
5. Amoureux P.J. 1784. Traité de l'olivier. A Montpellier, la Veuve Gontier, libraire à la Loge. 356 p.
6. Angerosa F., Servili M., Selvaggini R., Taticchi A., Esposito S. et Montedoro G. Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *Journal of Chromatography A*. (2004).1054:17-31.
7. Argenson C., Régis S., Jourdain J. M., Vaysse P. 1999. L'olivier. Ed. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. 204p.
8. Veillet S. 2010. Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Thèse doctorat en sciences. L'Université d'Avignon et des pays de Vaucluse. Spécialité chimie. 126p.
9. Anonyme 1: <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:OlivenReif.jpg>
10. Assawah MW. and Ayat M. 1985. On certain diseases of olive trees at Oran area. Premières Journées Scientifiques de la Société Algérienne de Microbiologie. Institut Pasteur. Alger, Algérie.1-9p.
11. Baba Hamed AM. 2017. Effet des facteurs agro-écologiques sur le rendement et la qualité d'huile d'olive. Mémoire de master. Amélioration végétale. Université Tlemcen. 132p
12. Baccouris B., Baccouris O., Zarrouk W., Ben temime S., Taamalli W., Daoud D.,Zarrouk M. 2006. Evaluation de la composition des huiles de quelques oléastres sélectionnés : les antioxydants naturels. *Revue des régions Arides*. Numéro spécial- Actes du séminaire international : Gestion des ressources et applications biotechnologiques en aridoculture et cultures oasiennes : Perspectives pour la valorisation des potentialités du Sahara. Tunisie. 246p.
13. Bartolozzi F. and Fontanazza G. Assessment of frost tolerance in olive (*Olea europaea* L.).*Sci. Hort*. (1999). 81: 309-319.
14. Bellahcene M. 2004. La verticilliose de l'olivier : Etude épidémiologique et diversité génétique de *Verticillium dahliae* Kleb., agent de la verticilliose. Thèse de doctorat d'état de Science. Université d'Oran. Algérie. 145p.
15. Benabid H. 2009. Caractérisation de l'huile d'olive algérienne apports des méthodes chimiométriques. Thèse de doctorat. Sciences Alimentaires. Université Mentouri Constantine.
16. Benrachou N. 2013. Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse de doctorat. Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar Annaba. 112p.
17. Benyahia N. et Zein K. Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées. 2^{ème} Conférence Internationale Suisse Environnemental Solution for Emerging countries (SESECII) Lausanne. Suisse. (2003). 7p.

18. Bianchi G. Lipids and phenols in table olives. *European Journal of Lipid Science and Technology*. (2003). 105: 229-242.
19. Boskou D. 1996. Olive Oil, Chemistry and Technology. AOCS Press, Champaign, IL, USA, 96-100 pp.
20. Boskou D., Blekas G., Tsimidou M. 2006. Olive oil composition. In: Dans D. and Boskou. Olive oil, chemistry and technology (2nd edition). Ed: Champaign Illinois: American *oil Chemists society*. USA. 41-72 pp.
21. Boskou, D. 2000. Olive Oil. In: Simopoulos A.P. and Visioli F. World Review of Nutrition and Dietetics. Ed: Basel KARGER. 56-77 pp.
22. Boudoukhana, 2008. Impacts des margines sur les eaux de Oued Bouchtata (Wilaya de Skikda). Mémoire de magister. Spécialité Chimie. Université du 20 Août 1955 SKIKDA. 101p.
23. Boukhari R. 2014. Contribution à l'analyse génétique et caractérisation de quelques variétés d'olivier et l'influence de l'environnement sur leurs rendements au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou. Magister en agronomie. Amélioration de la Production Végétale et Biodiversité. Université Tlemcen.
24. Boulfane S., Maata N., Anouar A., Hilali S. Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc. *Journal of Applied Biosciences*. (2014). 87 : 8022-8029.
25. Bolmont R., Buessler L. et Jaubert J-P. 1998. L'olivier. BT1075. 19p
26. Boussenadj I. 2005. L'huile d'olive et la santé. Santé plus n° 39-40.
27. Burton G.W. and Ingold K.U. Vitamin E: Application of the principles of physical organic Chemistry to the exploration of its structure and function. *Accounts of Chemical Research*. 1986. 19: 194-201.
28. 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 juin 2018.
29. C.O.I. 2013. Caractéristiques de la composition des huiles d'olives. T. 15 / Doc n° 23.
30. C.O.I. 2011. Normes commerciales applicables aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. T.15/NC n° 3,/ Rév 6.
31. C.O.I. 2015. Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC n°3/Rév.8.
32. C.O.I. 2016. Conseil oléicole international. NEWLETTER- Marché Oléicole. N°110.
33. Calado F. et Fausto J. 1987. L'olivier. Vol 1. Ed : Milan. 120 p.
34. Carlos Tió. 1997. Chapitre 10 : Aspects économiques et politique commercial. In Encyclopédie Mondiale de l'olivier. Ed : Conseil Oléicole international. Espagne 479p.
35. Cautero F. A. 1965. Enfermedades y plagas del olives. Pub. Del Ministerio de l'agricultura, Madrid. p. 17.
36. Çavusoglu A. et Oktar A. Les effets des facteurs agronomiques et des conditions de stockage avant la mouture sur la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*. (1994). 52 :18-24.
37. CEE 2568/91. Communauté Economique Européenne. Règlement CEE, (2002). Le secteur de l'huile d'olive dans l'Union Européenne. Commission Européenne. Direction général de l'agriculture.
38. Chimi H. Technologie d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. *Bulletin mensuel d'information et de liaison de PNTTA, transfert de technologie en Agriculture*. (2006). N° 141.
39. Codex Alimentarius (1989). Norme codex pour les huiles d'olive vierges et raffinées et pour l'huile de grignons d'olive raffinée. Codex STAN 33-1981 (Rév. 1-1989).

40. Covas M.I. Olive oil and the cardiovascular system. *Nutritional Pharmacology*. (2007). 55 (3):175-186.
41. Daoudi L. 1994. Etude des caractères végétatifs et fructifères de quelques variétés locales et étrangères d'olivier cultivées à la station expérimentale de Sidi-Aich (Bejaia). Thèse de magister. Inst. Nat. Agr. El-Harrach. 132p.
42. Drissi S., Ladjnef A. 2019. Caractéristiques morphologiques de quelques variétés de l'olivier et évaluation de la qualité de l'huile d'olive. Mémoire de master. Production végétale. Université Mohamed Boudiaf. 31-38 pp.
43. FAO. 2020. Food and Agricultural Organization. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data>
44. FAO. 2019. Food and Agricultural Organization. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data>
45. Fedeli E. 1997. Technologie de production et de conservation de l'huile. In : Encyclopédie mondiale de l'olivier. Ed. Plaza et Janes. 253-273pp.
46. Fellah S. 2018. Caractérisation des variétés d'olives dans la zone de Hassi Ben Abdellah « cas de l'exploitation de BENSACI. Gestion des agro-systèmes.
47. Gallardo V., Munoz M., Ruizm A. Formulation of hydrogels and lipogels with vitamin E. *J. cosmet. Dermatol.* (2005). 4: 187-192.
48. Gaouar-Benyelles N. 1996. Apport de la biologie des populations de la mouche de l'olivier *Bactrocera (Dacus) oleae* Gmel (Ditera: Tephritidae) à l'optimisation de son contrôle dans la région de Tlemcen. Université de Tlemcen. Algérie. 116p.
49. Garcia-Gonzalez D.L., Aparicio-Rui R. and Aparicio R. Virgin olive oil-chemical implications on quality and health. *European Journal of Lipid Science and Technology*. (2008). 110: 1-6.
50. Gargouri K., Sarbeji M. and Barone E. Assessment of fertility variation in an olive orchard and its influence on olive tree nutrition. Second International Seminar Biotechnology and Quality of Olive Tree Products around the Mediterranean Basin, 5-10 november. Marsala-Mazara de Vallo. Italy. (2006). 8p.
51. Ghalmi R. 2012. Effet de facteurs agronomiques et technologiques sur le rendement et la qualité de l'huile d'olive. Thèse de Magister en Science Alimentaires. Ecole Nationale Supérieure Agronomique. El-Harrach. Alger. 66p.
52. Gomez-Rico A., Desemparados M. S., Fregapane G. Virgin olive Oil and olive fruit minor Constituents as affected by irrigation management based on SWP and TDF as compared to Etc in medium-density young olive orchards (*Olea europaea* L. cv. Cornicabra and Morisca). *Food Research International*. (2009). 42 (8): 1067-1076.
53. Grati Kammoun N., Khlif M., Ayadi M., Rekik H., Rekik B., et Hamdi M T. Evaluation des caractéristiques chimiques de l'huile au cours de la maturation des olives. *Revue Ezzaitouna*. (1999). N°5.
54. Guechi A. et Girre L. Recherche et analyse d'un effet mutagène des extraits de feuilles d'olivier parasitées par champignon *Cycloconium oleaginum* Cast. *Sciences et Technologie*. (2002). 18: 96-100.
55. Guinard J.L. et Dupont F. 2004. Abrégé de botanique : Systématique moléculaire, 13^{ème} édition : Masson. Paris. 209p.
56. Hadj Sadok T., Rebiha K. et Terki D. Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive vierges de quelques variétés algériennes. *Revue Agrobiologia*. (2018). 8 (1): 706-718.
57. Hannachi H., M'sallem M., Benalhadj S., El-Gazzah M. Influence du site géographique sur les potentialités agronomiques et technologiques de l'olivier (*Olea europaea*) en Tunisie. *C.R. Biologies* (2007). 330 : 135-142.
58. ISO. 1996. Organisation Internationale de Normalisation : 660 : Corps gras d'origines animale et végétale -Détermination de l'indice d'acide et de l'acidité.

59. ISO. 2007. Organisation Internationale de Normalisation : 3960 : Corps gras d'origines animale et végétale - Détermination de l'indice de peroxyde - Détermination avec point d'arrêt iodométrique.
60. Jacotot B. 1993. L'huile d'olive de la gastronomie à la santé. Ed : Artulen. Paris. 280p.
61. Kamoun N.G., Ouazzani N., Trigui A. Characterizing isozymes of some Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Acta Horticulturae*. (2007). 586 : IV International Symposium on Olive Growing.
62. Khlif M. et Rekik H. La qualité de l'huile d'olive en Tunisie un atout, des contraintes et des ambitions. *Revue Ezzaitouna*. (1996). 2: 79-92.
63. Kiritsakis A., Markakis P. Olive Oil: A Review. *Advances in Food Research*. (1988). 453–482.
64. Leroy I. 2011. L'huile d'olive dans tous ses états. Thèse doctorat. Pharmacie. Université Henri Poincaré. France. 24-54.
65. Loussert R., Brousse G. 1978. L'olivier. Technique agricole et production méditerranéenne. Ed : Maisonneuve et Larose. Paris. France.
66. Maas E.V. and Hoffman G.J. Crop Salt tolerances. Current assolement. ASCEJ. Irrig. Drain. Div. (1977). 103 :115-134.
67. Maillard R. 1975. L'olivier. Ed : Invulfec. 147p.
68. Masmoudi-Charf C., Msallem M., Ajmi L. et Sai B. 2016 Mise en place et Conduite d'une plantation intensive d'oliviers. Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieurs Agricoles. Institut de l'Olivier -Station du Nord. 115p.
69. Martinez Nieto L. 2009. Valorisation des sous-produits de l'olivier et des effluents liquides de
70. l'industrie d'huile d'olive : biomasse et production d'énergie. Journées Méditerranéennes de
71. l'Olivier du 19 au 21 octobre 2009 à Meknès.
72. Mendil M. et Sbai A. 2006. Catalogue des variétés Algériennes de l'olivier. Ed : O.N.F.O.P.P.P : 99p.
73. Minguez-Mosquera I., Rejano J.L., Gandul B., Higinio A. Garrido J. Pigments present in the olive oil. *Journal of American Oil Chemist's Society*. (1990). 3: 192-196.
74. Missat L. 2012. Perspectives de développement de l'olivier dans les monts des Ksour. Mémoire d'Ingénieur d'Etat. Université de Tlemcen. 33 p.
75. Montedoro G., Servili M., Baldioli M. and Miniati E. Simple and hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil. Their extraction, separation, and quantitative and semiquantitative evaluation by HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (1992). 40: 1571-1576.
76. Morelló JR., Vuorel S., Romero MP., Motilva MJ. and Heinonen M. Antioxidant Activity of Olive Pulp and Olive Oil Phenolic Compounds of the Arbequina Cultivar. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* (2005). 53: 2002-2008.
77. Owen W., Mier W., Giacosa A., Huli W., Spiegelhajder B., Bartsh H. Phenolic compounds and squalène in olive oils the concentration and antioxydant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoid, lignans and squalène. *Food and Chemical Toxicology*. (2000). 38: 647-659.
78. Pagnol J. 1975. L'olivier. Ed : Lavoisier. France. 3^{ème} édition.
79. Paredes et al. 1999. Influence of bulking agent on the degradation of olive mill waste water gludge during composting" international biodeterioration & biodegradation. 205-210.

80. Perez-Jimenez F., Ruano J., Perez-Martinez P., Lopez-Segura F. and Lopez- Miranda J. The influence of olive oil on human health: not a question of fat alone. *Molecular Nutrition Food Research*. (2007). 51: 1199-1208.
81. Perona J.S. Alonso A. Martinez Gonzalez M. Virgin olive oil and blood pressure in hypertensive elderly subjects. *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*. (2010). 85: 807-812.
82. Rabiei Z. and Tahmasebi S. 2012. Traceability of Origin and Authenticity of Olive Oil. In: Boskou D. Olive Oil: Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions. Ed: InTech. p:65.
83. Reboul E., Thap S., Perrot E., Amiot M-J., Iacono D. et Borel P. Effect of the main dietary antioxidants carotenoids, γ -tocopherol, polyphenols, and vitamin C on α -tocopherol absorption. *Eur. J. Clin. Nutr.* (2007). 61: 1167-1173.
84. Rugini E., Gutierrez-Pesce P., Spanpanato P. L., Ciarmiello A., D'Ambrosio C. New perspective for biotechnologies in olive breeding: morphogenesis, in vitro selection and genetransformation. *Acta. Hort.* (1999). 474: 107-110.
85. Ryan D., Robards K., Lavee S. Assessment of quality in olive oil. *Olivae*. (1998). 72: 23-41.
86. Saad D. 2009. Etude des endomycorhizes de la variété Sigoise d'olivier (*Olea europea* L.) essai de leur application à des boutures semi-ligneuses. Mémoire de Magister en Biotechnologie. Option Intérêt des microorganismes en Agriculture et en Agro-alimentaire. Université D'Oran. 98p.
87. Samaniego-Sanchez C., Quesada-Granados J.J., Lopez-Garcia H., De La Serrana M.C., Lopez-Martinez J. Beta-Carotene, squalène and waxes determined by chromatographic method in Picual extra virgin olive oil obtained by a new cold extraction system. *Journal of Food Composition and Analysis*. (2010). 23: 671-676.
88. Sebai A., Sebai Z., Saibi Z., Boukari N., Saidani F., Belkacemi S., Bekhouche N., Akmouche H. 2012. La culture de l'olivier. Tessala ElMerdja. Birtouta. Alger. 32p.
89. Servili M., Sordini B., Esposto S., Urbani S., Veneziani G., Di Maio I., Selvaggini R., Taticchi A. Biological Activities of Phenolic Compounds of Extra Virgin Olive Oil. *Antioxidants*. (2013). 3: 1-23.
90. Tanouti K., Serghini-caid H., Chaibe E., Benali A., Harkous M., Etelamrani A. Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc orientale. *Les technologies de laboratoire*. (2011). 6(22) : 5-9.
91. Touati L. 2013. Valorisation des grignons d'olive. Etude de cas : Essai de valorisation en Biocarburant. Mémoire de Magister en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara de Boumerdès. 66p.
92. UIPCA. 1979. Union International de la chimie pure et appliquée. Méthodes d'analyse.
93. Veillet S. 2010. Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Thèse doctorat en sciences. Université d'Avignon et des pays de Vaucluse. Spécialité chimie. 126p.
94. Villa P. 2006. La culture de l'olivier. Ed : Vecchi S.A. Paris.
95. Walid L.D., Skirdej A., Elattir H. Transfert de technologie en agriculture. *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA*. (2003).
96. Yang DP., Kong DX., Zhang HY. Multiple pharmacological effects of olive oil phenols. *Food Chem*. (2007). 104 (3): 1269-1271.
97. Zouiten N., El-hadrani I. Le psylle de l'olivier : état des connaissances et perspectives de lutte. *Cahier d'étude et de recherches francophones in Agriculture. OCL*. (2001). 10 (4) : 32p.

Annexe 1

Questionnaire auprès des arboriculteurs sur la culture de l'olivier (wilaya de M'Sila et Bouira)

1. Informations sur l'exploitation

1.1 L'arboriculteur :

- Nom et Prénom :
- Age :
- Fonction : Arboriculteur Arboriculteur et autre

1.2- Le verger :

- La superficie : totale exploitée
- Le foncier : propriétaire location
- Date de création de l'exploitation :
- Type de culture : arboriculture arboriculture + autre*
*préciser les autres cultures
- Types et nombre des arbres implantés :
- Source d'irrigation : puits fourrage autre*
*préciser
- Subvention étatique : oui* non
*préciser dans quel cadre ?

Annexe 1

Questionnaire auprès des arboriculteurs sur la culture de l'olivier (wilaya de M'Sila et Bouira)

2. Informations sur l'olivier :

2.1- La culture de l'olivier :

- Nombre d'arbres implantés :
- Type d'implantation : en ligne Aléatoire à la bordure autre
- Implantation : par bouture petit arbre
- Mode implantation : par une seul étape en plusieurs
- Age des arbres
- Durée entre implantation et fructification
- Travail du sol autour des oliviers : oui non
- Irrigation des arbres : oui non
- Fertilisation : oui non
- Traitement des mauvaises herbes : oui non
- Traitement des maladies si elles existent : oui non
- Type de récolte :

2.2 Conservation et commercialisation des olives :

- Quantité produite :
- Quantités commercialisée :
- Transformation des olives : oui non
- Prix de vent : Rentabilité : oui non

Annexe 2

Les photos des olives et des noyaux des échantillons des wilayas de M'sila et Bouira



Photo 1 : Fruit et noyau d'olive de Bouira



Photo 2 : Fruit et noyau d'olive de M'sila