

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

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT : AGRONOMIE

N° :



DOMAINE : SNV

OPTION : PRODUCTION VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par : DRISSI SAMIRA et LADJNEF AICHA

Intitulé

Caractérisation morphologique de quelques variétés
d'olivier et évaluation de la qualité de l'huile d'olive

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. Hadj kouider Boubaker	MCB	Université de M'Sila	Président
Dr. Lallouche Bahia	MCB	Université de M'Sila	Examineur
Dr. Mahmoudi Souhila	MCB	Université de M'Sila	Encadreur

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

Nous remercions avant tout DIEU tout puissant qui nous a donné assez de force pour achever ce modeste travail et de venir au bout de cette formation.

Nos vifs remerciements vont aux membres du jury : Mr. Hadj Kouider B., maître de conférences B au département des sciences agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila et Mme. Lallouche B., maître de conférences B 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 travail.

Nous voudrions exprimer ici notre plus sincère gratitude à M^{elle} MAHMOUDI S., Maître de conférences B au département des sciences agronomiques, Université Med. Boudiaf de M'sila, pour nous avoir donné une chance en acceptant de nous encadrer. Nous la remercions particulièrement pour nous avoir fait confiance, nous orienter, nous corriger et nous encouragé tout au long de ce travail.

Nous remercions également l'équipe de laboratoire de département des sciences agronomiques, Université de Med. Boudiaf (Houcine, Radwane, Merzaka, Yacine, Amina, Hicham, Chahra...) sans lesquelles ce projet n'aurait évidemment pas vu le jour, pour nous avoir accordé leur confiance, et nous avoir permis de travailler dans une ambiance chaleureuse.

Un grand merci aux propriétaires des vergers de Boussaâda et d'Ain Elkhadra qui ont accepté de nous offrir un peu de leur précieux temps pour la réalisation des enquêtes et les échantillons d'olives pour la réalisation des analyses.

Un grand merci à nos parents, pour l'intérêt qu'ils ont accordé à notre travail et plus particulièrement pour leur précieuse aide morale surtout.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*Toute ma famille, **mon père** Ahmed et **ma mère** Akila et je les remercie pour leurs précieux conseils, leur soutien moral et leurs encouragements.*

A mes chers frères : Ishak, Fateh, Saber, Housseem

Mon Fiancé : Adel et sa famille

A mes nièces : Ritadje et Maria

Et Toute la famille

Les femmes de mes frères : Atika, Samra, et Ahlem

A mes chères amies : Zahia, Naima, khaoula, Aicha, et hadjer.

*Et a tous mes amies de la promotion de Master de:
PRODUCTION VEGETALE 2019*

SAMIRA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

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

A mes chers frères : Mohamed et Djamel

A mes chères sœurs : Houria, Mina, Salima et Fatma.

Mes beaux-frères : Mourad, Boudissa.

Ma nièce : Rahaf

Et Toute la famille.

A mes chères amies : Samira et Nadjet.

***Et a tous mes amis de la promotion de Master de:
PRODUCTION VEGETALE 2019***

AICHA

Liste des figures

Figure 1 : Système discontinu d'extraction par presse.....	15
Figure 2 : Système continu d'extraction avec centrifugation a 3 phases.....	16
Figure 3 : Carte géographique de la wilaya de M'sila et lieux d'échantillonnage...	19
Figure 4 : Poids, Longueur et Largeur des olives.....	31
Figure 5 : Poids, Longueur et Largeur des noyaux.....	33
Figure 6 : Rendements d'extraction des huiles.....	34
Figure 7 : Absorbances à 232 et 270 nm des huiles.....	38
Figure 8 : Tanneurs en chlorophylles dans les huiles étudiées.....	39
Figure 9 : Tanneurs en caroténoïdes dans les huiles étudiées.....	39
Figure 10 : Activité antioxydante des huiles de Sigoise et Chemlal d'Ain Elkhadra et Boussaâda.....	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de fruit d'olive.....	05
Tableau 2 : Evaluation de la production des olives dans le monde et dans quelques pays.....	07
Tableau 3 : Principales variétés d'olivier cultivées dans le monde.....	09
Tableau 4 : Principales variétés d'olivier en Algérie.....	10
Tableau 5 : Valeur alimentaire huile d'olivier.....	13
Tableau 6 : Production de l'huile d'olive dans le monde et dans quelques pays.....	17
Tableau 7 : Codes des différents caractères des fruits d'olivier avec leurs modalités...	22
Tableau 8 : Code des différents caractères des grignons d'olivier avec leurs modalités.....	22
Tableau 9 : Caractéristiques des vergers visités.....	28
Tableau 10 : Caractéristiques morphologique qualitative et quantitative des olives.....	30
Tableau 11 : Caractéristiques morphologiques de l'endocarpe des olives.....	32
Tableau 12 : Acidité des huiles	35
Tableau 13 : Indice de peroxyde des huiles	36
Tableau 14 : Teneurs en polyphénols totaux dans les huiles.....	41
Tableau 15 : Teneur en flavonoïde totaux dans les huiles.....	42

Table des matières

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

Partie 1 : Bibliographie

Chapitre 1 : Généralités sur l'olivier

1.1 Histoire et origine d'olivier.....	02
1.2 Classification botanique de l'olivier	03
1.3 Caractéristiques morphologique.....	03
1.3.1 Caractères généraux.....	03
1.3.2 Système racinaire.....	03
1.3.3 Les organes aériens.....	04
1.3.3.1 Le tronc.....	04
1.3.3.2 Les charpentières.....	04
1.3.3.3 Les rameaux.....	04
1.3.3.4 Les feuilles.....	04
1.3.3.5 Les fleurs.....	04
1.3.3.6 Les fruits.....	04
1.4 Caractéristiques physiologiques.....	06
1.4.1 Cycle de développement.....	06
1.4.2 Cycle végétative annuel.....	06
1.5 Les exigences pédoclimatiques de l'olivier.....	07
1.6 Culture et production.....	07
1.6.1 Dans le monde.....	07
1.6.2 En Algérie.....	08
1.6.3 Dans la wilaya de M'sila.....	08

1.7 Les variétés d'olivier.....	08
1.8 Maladies et ravageurs d'olivier.....	10

Chapitre 2 : Généralités sur d'huile d'olive

2.1 Définition.....	11
2.2 Classification de l'huile d'olive.....	11
2.2.1 Les huiles d'olive vierges.....	11
2.2.2 L'huile d'olive vierge raffinée.....	11
2.2.3 L'huile de grignon d'olive.....	12
2.3 Composition chimique de l'huile d'olive.....	12
2.3.1 La fraction principale saponifiante.....	12
2.3.1.1 Les acides gras.....	12
2.3.2 Triglycérides.....	13
2.3.2 La fraction insaponifiable.....	14
2.3.2.1 Les stérols.....	14
2.3.2.2 Les hydrocarbures.....	14
2.3.2.3 Les pigments.....	14
2.3.2.4 Les tocophérols.....	14
2.4 Les différents systèmes d'extraction de l'huile d'olive.....	15
2.4.1 Système discontinu d'extraction par presse.....	15
2.4.2 Système d'extraction continu avec centrifugation à 3 phases.....	16
2.5 Production mondiale d'huiles d'olives.....	16
2.6 Production de l'huile d'olive en Algérie.....	17
2.7 Consommation de l'huile d'olive en Algérie.....	17
2.8 Les bienfaits de l'huile d'olive.....	18

Partie 2 : Expérimentation

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

3.1 Echantillonnage.....	19
3.2 Présentation des vergers.....	20
3.3 Caractérisation morphologique des olives.....	20
3.3.1 Caractéristiques de fruit	20
3.3.2 Caractéristiques de grignon.....	21
3.4 Extraction de l'huile d'olive.....	23

3.5 Caractérisation physicochimique de l'huile d'olive.....	23
3.5.1 Acidité libre.....	23
3.5.2 Indice de peroxydes.....	24
3.5.3 Analyses spectrophotométriques dans ultra violet.....	24
3.5.4 Chlorophylle et caroténoïdes.....	25
3.6 Extraction de polyphénols.....	26
3.6.1 Dosage des composés phénoliques.....	26
3.6.2 Dosage de flavonoïdes.....	26
3.6.3 Activité antioxydante d'extraits phénoliques.....	27
3.7 Analyses statistiques.....	27

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

4.1 Description des vergers.....	28
4.2 Caractérisation morphologique des olives.....	29
4.3 Extraction de l'huile d'olive.....	33
4.3.1 Rendements d'extraction.....	33
4.3.2 Caractéristiques physico-chimiques.....	34
4.3.2.1 Acidité.....	34
4.3.2.2 Indice de peroxyde.....	36
4.3.2.3 Analyse spectrophotométrique dans l'ultra violet.....	37
4.3.3 Chlorophylle et caroténoïdes.....	38
4.3.4 Polyphénols totaux.....	40
4.3.5 Flavonoïdes Totaux.....	42
4.3.6 Activité antioxydante.....	43
Conclusion.....	44

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

COI : Conseil Oléicole International.
FAO : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
DSA : Directions des Services Agricoles.
C.A.NS : Chemlal Ain Elkhadra Non Stocké.
C.A.S : Chemlal Ain Elkhadra Stocké.
C.B.NS : Chemlal Boussaâda Non Stocké.
C.B.S : Chemlal Boussaâda Stocké.
S.A.NS : Sigoise Ain Elkhadra Non Stocké.
S.A.S : Sigoise Ain Elkhadra Stocké.
S.B.NS : Sigoise Boussaâda Non Stocké.
S.B.S : Sigoise Boussaâda Stocké.
FPSA : Poids de fruits Sigoise Ain Elkhadra.
FPCA : Poids de fruits Chemlal Ain Elkhadra.
FPSB : Poids de fruits Sigoise Boussaâda.
FPCB : Poids de fruits Chemlal Boussaâda.
FLSA : Longueur de fruits Sigoise Ain Elkhadra.
FLCA : Longueur de fruits Chemlal Ain Elkhadra.
FLSB : Longueur de fruits Sigoise Boussaâda.
FLCB : Longueur de fruits Chemlal Boussaâda.
FLASA : Largeur de fruits Sigoise Ain Elkhadra.
FLACA : Largeur de fruits Chemlal Ain Elkhadra.
FLASB : Largeur de fruits Sigoise Boussaâda.
FLACB : Largeur de fruits Chemlal Boussaâda.
NPSA : Poids de noyau Sigoise Ain EL khadra.
NPCA : Poids de noyau Chemlal Ain EL khadra.
NPSB : Poids de noyau Sigoise Boussaâda.
NPCB : Poids de noyau Chemlal Ain EL khadra.
NPSB : Poids de noyau Sigoise Boussaâda.
NLSA : Longueur de Noyau Sigoise Ain Elkhadra.
NLCA : Longueur de Noyau Chemlal Ain Elkhadra.
NLSB : Longueur de Noyau Sigoise Boussaâda.
NLCB : Longueur de Noyau Chemlal Boussaâda.
NLASA : Largeur de noyaux Sigoise Ain EL khadra.
NLACA : Largeur de noyaux Chemlal Ain EL khadra.
NLASB : Largeur de noyaux Sigoise Boussaâda.
NLACB : Largeur de noyaux Chemlal Boussaâda.

Introduction

L'oléiveraie nationale algérienne représente environ 33 % de la production arboricole. Le climat favorable et les traditions oléicoles ancestrales constituent des avantages compétitifs pour le développement de la filière oléicole et pour contribuer à l'autosuffisance en huiles végétales (**Hadj Sadok et al., 2018**).

L'oléiculture en Algérie s'étend sur une superficie de 432.961 ha produisant 684.461 tonnes soit 3,3 % de la production mondiale pour l'année 2017 (**FAO, 2019**). En 2014, l'Algérie a produit 52.400 tonnes d'huile d'olive vierge soit 1,7 % de la production mondiale. Une quantité très faible par rapport à nos voisins les Tunisiens (5,9 % de la production mondiale pour la même année) (**FAO, 2019**). Selon les chiffres avancés par l'Instance internationale de contrôle de la production d'huile d'olive, l'Algérie a produit lors de la saison 2016/2017, 66.700 tonnes d'huile d'olive contre 80.000 tonnes en 2017/2018, occupant ainsi la 9^{ème} place au niveau mondial (**Anonyme 1**). Cette production est destinée principalement à la consommation locale.

L'huile d'olive est très appréciée surtout pour son goût caractéristique et sa valeur socioculturelle, mais aussi, grâce à ses vertus thérapeutiques, diététiques et nutritionnelles (**Ouedrhiri et al., 2017**).

D'après l'expert agronome Akli Moussouni, l'huile d'olive produite en Algérie est très souvent de mauvaise qualité. Les pratiques agricoles, les procédés de pressage et l'organisation de la filière sont les principales causes de ses défauts. L'expert affirme que à leur arrivée aux huileries, les olives sont généralement « trop mûres, à cause d'une cueillette tardive » et sont souvent « moisies, rances, à cause du non-respect de l'itinéraire de production approprié ». L'un des grands défauts de l'huile d'olive locale est son taux d'acidité, qui « dépasse généralement les seuils tolérés ». Un défaut de qualité compliqué par l'attachement des Algériens « aux saveurs fortes obtenues dans les huileries traditionnelles » (**Anonyme 2**).

Beaucoup d'agriculture laisse les olives 15 à 20 jours dans des sacs après la cueillette avant la trituration ce qui provoque des moisissures et l'oxydation du fruit. Selon eux, la fermentation des olives diminue le taux d'humidité, facilite l'extraction et améliore les caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles de l'huile d'olive.

C'est dans ce contexte que vient le présent travail visant la caractérisation morphologique des olives de deux variétés (Sigoise et Chemlal) cultivées dans la Wilaya de M'sila (Ain Elkhadra et Boussaâda) et l'évaluation de l'impact de stockage des olives sur la qualité de l'huile.

La détermination de la qualité des huiles d'olive consiste à déterminer leur acidité, indice de peroxyde, constantes spectrophotométrique dans l'ultra-violet, teneurs en chlorophylle et caroténoïdes ainsi que leur contenu en polyphénols totaux et en flavonoïdes et l'activité antioxydante de ces principes actifs.

Chapitre 1

Généralités sur l'olivier

1.1 Histoire et origine de l'olivier

L'olivier et l'huile d'olive font partie intégrante de l'histoire du bassin méditerranéen et on les retrouve au fil des siècles à travers différents mythes et croyances. Les premiers vainqueurs des jeux olympiques se voyaient remettre des rameaux d'olivier et des jarres d'huile d'olive en récompense de leurs performances. De tout temps l'olivier a été associé à des vertus telles que la sagesse, la paix, la victoire, la richesse et la fidélité (**Besnard et Berville, 2005**).

Olea europaea est une variété domestiquée de l'oléastre, plante endémique de la zone méditerranéenne connue depuis 50 000 ans, arrivée d'Asie en passant par la Grèce antique et le Moyen-Orient (Syrie, Ougarit, Palestine) (**Fouin et Sarfati, 2002 ; Bedjaoui et Bensalem, 2012**). D'après **Besnard et Berville, (2005)** l'origine de l'olivier reste toujours incertaine, mais la thèse la plus fréquemment retenue désigne la Syrie et l'Iran comme lieux d'origine.

En Islam, l'olivier symbolise la présence du prophète. Grâce à cet arbre béni, l'humanité dispose de la lumière que fait naître la lampe à huile, cette lueur divine qui rapproche les hommes d'Allah. On y retrouve cette évocation dans la vingt-quatrième sourate du Coran, verset 35 : «Allah est la lumière des cieux et de la terre. Sa lumière est semblable à celle d'une lampe allumée grâce à un arbre béni, un olivier dont l'huile éclairerait même si nul feu ne le touchait. » (**Henry, 2003**).

Selon le Conseil Oléicole Internationale (**COI, 1998**), on découvrit en 1957 dans la zone montagneuse du Sahara Central (Tassili dans le Hoggar en Algérie), des peintures rupestres réalisées au II^e millénaire avant J. C avec des hommes couronnés de branches d'olivier témoignant ainsi de la connaissance de cet arbre au cours de ces époques anciennes.

1.2 Classification botanique de l'olivier

L'olivier fait partie de la famille des Oléacées. Le naturaliste suédois Carl Von Linné a regroupé au XVIII^e siècle les variétés d'olivier sous le genre d'*Olea* comportant diverses espèces parmi lesquelles seule *Olea europaea* L. porte des fruits comestibles et qui se subdivise en trois grandes sous-espèces (**Ghout et Hadjam, 2013**) : Euromediterranea, Laperrini et Cuspidata. La sous- espèce Euromediterranea se subdiviserait en deux grands groupes :

-L'oléastre : ou olivier sauvage (*Olea europaea* var. *oleaster*).

-L'olivier cultivé : ou olivier domestiqué (*Olea europaea* var. *sativa*).

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

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Eudicotylédones
Sous classe	Astéridées
Ordre	Lamiales
Famille	Oléacées
Genre	<i>Olea</i>
Espèce	<i>Olea europaea</i>

1.3 Caractéristiques morphologiques

1.3.1 Caractères généraux

L'olivier (*Olea europaea* L) est un arbre méditerranéen par excellence, il peut atteindre en moyenne 10 à 15 m de hauteur et un tronc de 1,5 à 2 m de diamètre dans les régions relativement chaudes, à forte pluviométrie ou abondamment irriguées en été. Tandis que, dans les climats froids, les arbres sont généralement plus petits. A l'état naturel, il se maintient en boule compacte et épineuse (**Loussert et Brousse, 1978**).

1.3.2 Système racinaire

L'olivier possède un système racinaire fasciculé très puissant, généralement situé sous le tronc dans une profondeur de 50 à 70 cm. Des rejets, assureront la pérennité de l'arbre, se développent à proximité du collet où les racines offrent une surface raboteuse et bosselée appelée souchets ou ovules (**Argenson et al., 1999 ; Mansouri, 2014**). A noter que dans les sols sablonneux, les racines se développent jusqu'à 6 m de profondeur. Pendant son développement en profondeur, le système racinaire est pivotant s'il est issu de plants de semis et fasciculé s'il est obtenu par bouturage (**Civantos, 1998**).

1.3.3 Les organes aériens

1.3.3.1 Le tronc

C'est le principal support de l'arbre (un soutien à l'arbre) ; sur jeune arbre, le tronc est lisse de couleur grise verdâtre, puis devient en vieillissant noueux, fendu et élargi à la base. Il prend une teinte grise foncé et donne naissance à des cordes (**Loussert et Brousse, 1978 ; Boukhezna, 2008**).

1.3.3.2 Les charpentières

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**).

1.3.3.3 Les rameaux

Ce sont des rameaux d'une année ou de l'année précédente. Ils sont de couleur grise-verdâtre, leur croissance s'est poursuivie tout au long du printemps et de l'automne. Mesurant quelques dizaines de cm, selon la vigueur de l'arbre et de la variété, ils portent des fleurs puis des fruits (**Loussert et Brousse, 1978 ; Boukhezna, 2008**).

1.3.3.4 Les feuilles

Persistantes, opposées, coriaces, ovales oblongues, à entières et un peu enroulés, portées par un court pétiole ; elles sont vert grisâtres, à vert sombre dessous blanchâtres et à une seule nervure dessous. Très souvent, elles contiennent des matières grasses, des cires, des chlorophylles, des acides (gallique et malique), des gommes et des fibres végétales (**Amouretti, 1985**).

1.3.3.5 Les fleurs

Les fleurs sont hermaphrodites, très petite mesurent 3 à 5 mm. Le pistil est court, trapu, le stigmate est large, couvert de plumes et pourvu des papilles idéales pour retenir le pollen (**Villa, 2003**).

1.3.3.6 Les Fruits

La période de la mise à fruit s'étale d'octobre à novembre les fruits sont ovoïdes gros (1,5 à 2 cm), longtemps verts, puis noirs à complète maturité (**Rol et Jacamon, 1988**). Elle se compose de l'extérieur vers l'intérieur d'un épicarpe (peau), d'un mésocarpe (pulpe) dont les cellules se gorgent d'huile à partir du mois d'août, et d'un endocarpe (noyau) refermant une graine (**Villa, 2003**).

Selon **Fantanazza (1988)**, la composition du fruit est la suivante :

- **Epicarpe** : représente 1,5 à 2 % du poids total du fruit ;
- **Mésocarpe** : représente 65 à 83 % du poids total de fruit ;
- **Endocarpe** : représente 13 à 30 % du poids total de fruit
- **L'huile** : représente 15 à 30 % du poids total du fruit ;
- **L'eau dans la pulpe** : représente 15 à 30 % du poids total du fruit

➤ **Composition chimique de fruit d'olive**

La composition chimique moyenne, les valeurs minimales et maximales sont données dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition chimique de fruit d'olive (ANSES-CIQUAL, 2017).

Composés	Valeurs	Min	Max
Eau (g/100g)	75	/	/
Protéines brutes, N x 6.25 (g/100g)	2,09	0,5	4,6
Carbohydrates (g/100g)	0,61	0,1	2
Lipides (g/100g)	15,2	10,1	23,3
Fibres (g/100g)	4,33	2,5	8,2
Minéraux (g/100g)	3,34	2,92	5
AG saturés (g/100g)	2,63	2	3,5
AG mono (g/100g)	10,3	9,6	15,3
AG poly (g/100g)	1,59	0,8	3,6
AG 16:0 (g/100g)	2,14	/	/
AG 18:0 (g/100g)	0,39	/	/
AG 18:1 n-9 cis (g/100g)	10,3	/	10,4
AG 18:2 9c,12c (n-6) (g/100g)	1,09	/	/
AG 18:3 c9,c12,c15 (n-3) (g/100g)	0,1	0,1	/
Calcium (mg/100g)	66,8	/	/
Cuivre (mg/100g)	0,23	/	/
Fer (mg/100g)	0,3	0,16	0,31
Magnésium (mg/100g)	11,2	/	/
Phosphore (mg/100g)	14,8	/	/
Potassium (mg/100g)	32,9	/	/
Sélénium (µg/100g)	< 5	/	/
Sodium (mg/100g)	1110	1030	1930
Zinc (mg/100g)	0,11	/	/
Rétinol (µg/100g)	< 2	/	/
Vitamine D (µg/100g)	< 0,5	/	/
Vitamine E (mg/100g)	4,18	/	/
Vitamine C (mg/100g)	38,6	/	/
Vitamine B9 ou Folate (µg/100g)	13,8	/	/

1.4 Caractéristiques physiologiques

1.4.1 Cycle de développement

Le cycle de développement de l'olivier se distingue par quatre grandes périodes (Loussert et Brousse, 1978 in Boukhezna, 2008) :

- **Période de jeunesse** : c'est la période d'élevage et de croissance du jeune plant, elle commence en pépinière et se termine au verger. C'est durant cette période de jeune arbre que s'installe son système racinaire, tout en développant sa frondaison.
- **Période d'entrée en production** : c'est une phase intermédiaire chevauchant entre les phases de jeunesse et d'adulte, elle s'étale du moment où l'arbre est apte à produire, jusqu'à ce que ses productions soient importantes et régulières.
- **Période adulte** : c'est la plus intéressante pour l'oléiculture, sa durée est de 30 à 40 ans en culture intensive. L'olivier fournit l'optimum de sa production car il a atteint sa taille normale de développement et termine son accroissement souterrain et aérien.
- **Période de sénescence** : c'est le vieillissement de l'olivier, elle se caractérise par le ralentissement de renouvellement des jeunes ramifications et le rapport feuille/bois prend une allure descendante. L'alternance s'installe au détriment de la productivité ce qui conduit à une diminution progressive des récoltes.

1.4.2 Cycle végétatif annuel

Le climat de la méditerranée a un effet important sur le cycle végétatif annuel de l'olivier. Après la période de ralentissement des activités végétatives (repos hivernal) qui s'étend de novembre à février, le réveil printanier (mars-avril) manifeste par l'apparition de nouvelles pousses terminales et l'éclosion des bourgeons axillaires. Ces derniers, bien différenciés, donneront soit du bois (jeunes pousses), soit des fleurs (Sebai et al., 2012). Selon les mêmes auteurs, au fur et à mesure que la température printanière s'adoucit, que les jours s'allongent et l'inflorescence se développe ; la floraison aura lieu en mi-juin. C'est en juillet-août que l'endocarpe se sclérifie (durcissement du noyau). Les fruits grossissent pour atteindre leur taille normale fin septembre-octobre. Suivant les variétés, la maturation est plus ou moins rapide.

1.5 Les exigences pédoclimatiques de l'olivier

L'olivier est un arbre des pays à climat méditerranéen où les températures varient entre 16 et 22 °C. Il aime la lumière et la chaleur, supporte très bien les fortes températures, même en atmosphère sèche, et ne craint pas les insulations. De même il craint le froid, les températures négatives peuvent être dangereuses (**Hannachi et al., 2007**). Selon **Pagnol (1985)**, les taux élevés d'humidité provoquent la chute des fruits et diminuent le rendement en huile. En outre, Les rayonnements solaires sont indispensables, soit pour la croissance ou pour la fructification (**Baldy, 1979**).

L'olivier a toujours été cultivé en régime pluvial et souvent en association avec d'autres cultures, herbacées ou ligneuses, et presque toujours sur des sols pauvres et marginaux (**Serafini, 2016**). Il a la réputation de se contenter de sols 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. L'olivier redoute les terrains trop humides. Le sol doit avoir une teneur en azote élevée (**Hannachi et al., 2007**).

1.6 Culture et production

1.6.1 Dans le monde

Les statistiques données par le tableau 2 révèlent une évolution de 6,1 et de 1,3 de la superficie récoltée et de la production des olives entre 2015 et 2017 dans le monde.

Tableau 2 : Evolution de la production des olives dans le monde et dans quelques pays (**FAO stat, 2019**)

Zone		2015	2016	2017	Part (%) (2017)
Algérie	Superficie récoltée (ha)	406 571	424 028	432 961	4,01
Espagne		2 351 370	2 521 694	2 554 829	23,65
Grèce		821 206	965 000	871 892	8,07
Portugal		351 340	356 183	358 276	3,32
Monde		10 141 126	10 604 658	10 804 517	100
Algérie	Rendement (Q/ha)	16 079	16 424	15 809	/
Espagne		25 295	28 086	25 636	/
Grèce		35 410	29 839	31 202	/
Portugal		20 575	13 364	24 456	/
Monde		20 308	19 185	19 319	/
Algérie	Production (tonnes)	653 725	696 436	684 461	3,28
Espagne		5 947 700	7 082 550	6 549 499	31,38
Grèce		2 907 866	2 879 500	2 720 488	13,03
Portugal		722 893	476 003	87 6215	4,20
Monde		2 059 5045	20 344 597	20 872 788	100

Le premier producteur des olives dans le monde est l'Espagne avec 6.549.499 soit 31,38 % de la production mondiale de 2017. Le meilleur rendement de production est réalisé par la Grèce à savoir 31.202 Kg/ha ce qui est expliqué par les variétés exploitées, la conduite de culture et le climat favorable.

1.6.2 En Algérie

L'oléiculture est la première richesse arboricole de l'Algérie. Elle constitue une source de subsistance pour de nombreuses familles. L'olivieraie occupe 45 % du verger arboricole total et compte 32 millions d'arbres dont 80 % sont destinés à la production d'huile d'olive (**Mendil, 2009 in Fellah, 2018**).

En Algérie, l'oléiculture occupe une superficie de 432.961 ha soit 4 % de la superficie mondiale produisant 684.461 tonnes (3,3 % de la production mondiale). La production des olives en Algérie augmente par 4,5 % entre 2015 et 2017. Il est remarquable que le rendement de production en Algérie (15.809 Kg/ha) est le plus faible par rapport à certains pays comme la Grèce, l'Espagne, le Portugal et même à la moyenne mondiale (**Tableau 2**).

Comme dans la plupart des autres pays méditerranéens, l'olivier constitue l'une des principales espèces fruitières plantées en Algérie. Cette espèce est présente à travers l'ensemble des wilayas du Nord du pays en raison de ses capacités d'adaptation à tous les étages bioclimatiques. Ainsi, dans certaines zones, l'oléiculture assure une activité agricole intense permettant de générer des emplois, de garantir l'approvisionnement d'unités de trituration d'olives et de conserveries d'olives (**Achour, 1995**).

1.6.3 Dans la wilaya de M'sila

La culture de l'olivier est très ancienne dans la Wilaya de M'sila. L'olivier a prouvé tout le long des programmes qu'a connus la wilaya que c'est une culture qui s'accommode bien aux conditions climatiques et édaphiques de la région. La superficie oléicole totale de la wilaya de M'sila est de 3.150 ha, La production oléicole pour l'année 2014 a atteint 36.000 quintaux (**DSA, 2015 in Fodhili et Reguig, 2017**).

1.7 Les variétés d'olivier

L'olivier (*Olea europaea. L*), espèce caractéristique du paysage méditerranéen, compte de nombreuses variétés ayant une diversité phénotypique importante (**Tableau 3**) (**Grati, 2007**).

En raison peut-être de la faible productivité de cette espèce, les cultivateurs n'ont jamais cessé de rechercher de nouvelles variétés. Dans chaque village, chaque oasis, les agriculteurs ont sélectionné et cloné les arbres les plus adaptés, en fonction de critères comme la taille des fruits, leur rendement en huile, la résistance des oliviers à différents facteurs biotiques et abiotiques, etc. C'est cette sélection qui a donné lieu aux différentes variétés (cultivars) que nous connaissons aujourd'hui (**Serafini, 2016**).

Tableau 3 : Principales variétés d'olivier cultivées dans le monde (Grati, 2007)

Pays	Variétés	Utilisation
Argentine	Arauco Arbequina	Huile
Espagne	Picual Hojiblanca Cornicarbra Lechin	Huile + Table Huile Huile Huile + Table
Etats Unis	Manzanilla Mission	Table Table
France	Picholine Tanche Aglandau	Table Table Huile
Grèce	Koroneik Conservolia Kalamata Mastoidis	Huile Table Table Huile
Italie	Moraiolo Leccino Coratina Carolea Noccellara	Huile Huile Huile Huile Huile
Liban	Soury	Huile + Table
Maroc	Picholine marocaine	Huile + Table
Portugal	Galéga Carrasquenha Redondil	Huile + Table Huile + Table

En Algérie, il existerait plus de 150 cultivars d'oliviers plus. Seulement 36 cultivars ont été identifiés en se basant sur des caractères morphologiques et agronomiques. A cette très grande diversité, vient s'ajouter la confusion au niveau des noms donnés aux cultivars. Souvent plusieurs cultivars identiques collectés à des endroits différents, se sont vus attribuer des noms vernaculaires, par des cas d'homonymie ou et de synonymie (**Chouaki et al., 2006 ; Mendil et Sebai, 2006**).

Les principales variétés d'oliviers cultivées en Algérie sont présentées dans le tableau 4 :

Tableau 4 : Principales variétés d'olivier en Algérie (Mendil et Sebai, 2006).

Régions	Variétés	Utilisation	Rendement des huiles
Bejaïa	Limli	Huile	20 à 24 %
	Bouchouk	Huile et Table	22 à 26 %
	Soummam		
	Tefah	Huile et Table	18 à 22 %
	Azeradj	Huile et Table	24 à 28 %
Mitidja	La Rougette de Mitidja	Huile	18 à 22 %
Jijel	Hamra	Huile	18 à 22 %
Tébessa	Ferkani	Huile	28 à 32 %
Khenchela	Abani	Huile	16 à 20 %
Constantine	Grosse du Hamma	Huile et Table	16 à 20 %
Mascara	Sigoise	Huile et Table	18 à 22 %
Guelma	Blanquette de Guelma	Huile	18 à 22 %
Cherchell	Longue de Miliana	Huile et Table	16 à 20 %
Kabylie	Chemlal	Huile	18 à 22 %

1.8 Maladies et ravageurs d'olivier

Les maladies et les insectes qui infestent l'olivier sont très nombreux, les plus fréquemment rencontrées sont la mouche de l'olivier (*Dacus oleae*) qui occasionne des dégâts importants car elle pond ses œufs dans l'olive qui présente des taches noires entraînant une chute précoce et une augmentation de l'acidité de l'huile. La teigne de l'olivier (*Prays oleae*) est un papillon qui attaque les feuilles, les fleurs et les fruits. La verticilliose (*Verticillium dahliae*) est un champignon présent dans le sol et qui envahit l'arbre lors de la montée de la sève au niveau des racines et provoque le dessèchement des branches. Le psylle ou coton (*Euphyllura olivina*) est un insecte proche du puceron qui attaque la fleur de l'olivier. Ses larves vivent en colonie sur les jeunes pousses et les hampes florales où elles consomment la sève en sécrétant une matière blanche floconneuse (FAO, 2003 ; Nacer, 2014).

Chapitre 2

Généralités sur l'huile d'olive

2.1 Définition

Les huiles d'olive vierges sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.) uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration (COI, 2018).

2.2 Classification de l'huile d'olive

L'huile d'olive se décline en différentes qualités. Selon son procédé de fabrication et les conditions du stockage, l'huile d'olive est définie selon trois critères majeurs : l'acidité, l'indice de peroxyde et l'intensité organoleptique. Le classement des huiles d'olive est le suivant :

2.2.1 Les huiles d'olive vierges

Sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. Les huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état comportent l'huile d'olive extra vierge (acidité $\leq 0,8$ g/ 100 g), l'huile d'olive vierge (acidité ≤ 2 g/100 g), l'huile d'olive vierge courante (acidité $\leq 3,3$ g/ 100 g) (COI, 2015).

2.2.2 L'huile d'olive vierge raffinée

En l'état dénommée huile d'olive vierge lampante est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 grammes pour 100 grammes. Elle comporte l'huile d'olive raffinée obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modifications de la structure glycéridique initiale (acidité $\leq 0,3$ g/ 100 g) et l'huile d'olive constituée par le coupage d'huile d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état (acidité ≤ 1 g/ 100 g) (COI, 2015).

2.2.3 L'huile de grignon d'olive

C'est une l'huile obtenue par traitement aux solvants ou d'autres procédés physiques, des grignons d'olive, à l'exclusion des huiles obtenues par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature. Elle commercialisée selon les dénominations :

- **L'huile de grignon d'olive brute** : obtenue par traitement au solvant de grignon d'olive. Elle est destinée au raffinage en vue de son utilisation pour la consommation humaine ou destinée à des usages techniques.
- **L'huile de grignon d'olive raffinée** : obtenue à partir de l'huile de grignon d'olive brute par des techniques de raffinage n'entraînant pas de modifications de la structure glycéridique initiale (acidité $\leq 0,3$ g 100 g).
- **L'huile de grignon d'olive** : constituée par le coupage d'huile de grignons d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état. (acidité ≤ 1 g/ 100 g) (**COI, 2015**).

2.3 Composition chimique de l'huile d'olive

Les principaux composants chimiques de l'huile d'olive vierge sont donnés dans le tableau 5.

2.3.1 La fraction principale saponifiante

2.3.1.1 Les acides gras

L'huile d'olive contient des acides gras libres dont la proportion est variable et dépend des triglycérides. Elle est caractérisée par une teneur élevée en acides gras mono insaturés, principalement l'acide oléique qui représente 77 à 78 % des acides gras totaux. Parmi les acides gras polyinsaturés, l'acide linoléique représente 4,9 à 22 % des acides gras totaux. Les principaux acides gras saturés sont l'acide stéarique et l'acide palmitique qui représentent 8,9 à 19,5 % des acides gras totaux (**Ruiz et al., 1998**).

La composition en acide gras est très variable et dépend de la variété d'olives, de la région de production et de l'année de la récolte (influence des conditions environnementales) (**Daoudi et al., 1981**).

2.3.1.2 Triglycérides

Les substances saponifiables sont constituées majoritairement 97 à 99 % de triglycérides. Les triglycérides sont les véritables constituants des huiles d'olive vierge. Ce sont des esters d'acides gras et du glycérol, les glycérides constituent le principal composant de l'huile d'olive, les triglycérides majoritaire de l'huile d'olive est la trioléine (**Rouas et al., 2016**).

Tableau 5 : Valeur alimentaire huile d'olivier (ANSES-CIQUAL, 2017).

Component	Value
Energé (kcal/100g)	900
Eau (g/100g)	0
Protéines brutes, N x 6.25 (g/100g)	0
Carbohydrates (g/100g)	0
Lipides (g/100g)	100
minéraux (g/100g)	0,0084
AG saturés (g/100g)	11,9
AG mono (g/100g)	75,2
AG poly (g/100g)	7,39
AG 14:0 (g/100g)	< 0,05
AG 16:0 (g/100g)	8,26
AG 18:0 (g/100g)	2,99
AG 18:1 n-9 cis (g/100g)	71
AG 18:2 9c,12c (n-6) (g/100g)	6,75
AG 18:3 c9,c12,c15 (n-3) (g/100g)	0,64
Calcium (mg/100g)	< 2,57
Copper (mg/100g)	0,0049
Fer (mg/100g)	0,044
Magnésium (mg/100g)	< 0,58
Phosphore (mg/100g)	0
Potassium (mg/100g)	< 0,81
Sélénium (µg/100g)	< 10
Sodium (mg/100g)	< 1,11
Zinc (mg/100g)	0,018
Rétinol (µg/100g)	0
Vitamine D (µg/100g)	0
Vitamine E (mg/100g)	21,7
Vitamine K1 (µg/100g)	60,2
Vitamine C (mg/100g)	0
Vitamine B12 (µg/100g)	0

2.3.2 La fraction insaponifiable

2.3.2.1 Les stérols

Les stérols végétaux appelés phytostérols occupent la plus grande partie de la matière insaponifiable des huiles constituants non glycéridique, ils représentent en poids environ 50 % de l'insaponifiable. L'huile d'olive est la seule huile qui contient un taux particulièrement élevé de β -sitostérol, substance qui s'oppose à l'absorption intestinale du cholestérol (**Osland, 2002**).

Les stérols sont un constituant essentiel des membranes cellulaires, ils se trouvent aussi bien chez les animaux que chez les végétaux. 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**).

2.3.2.2 Les hydrocarbures

Le principal hydrocarbure de l'huile d'olive est le squalène, un terpène insaturé (isoprénoïde) dont le taux de l'huile d'olive varie de 136 à 708 mg/100 g. L'huile d'olive vierge extra contient environ 400-450 mg/100 g ; l'huile d'olive raffinée en contient quelque 25 % de moins (**Owen et al., 2000**).

Ce sont quantitativement les principaux composants de la fraction insaponifiable présents dans les huiles végétales ; ils sont à chaînes linéaires ou cycliques, saturées ou insaturées. Ils représentent 30 à 50 % de cette fraction (**Sanchez-Fidalgo et al., 2010**).

2.3.2.3 Les pigments

La couleur de l'huile d'olive est le résultat d'une solubilisation de deux types de pigments lipophiles, les caroténoïdes et les chlorophylles présents dans l'olive. La qualité est définie par une couleur vert-jaunâtre, bien que l'intensité de cette couleur peut changer selon la variété et l'état de maturité des fruits (**Gandul-Rojas et al., 2000**).

2.3.2.4 Les Tocophérols

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

2.4 Les différents systèmes d'extraction de l'huile d'olive

Le traitement des olives en vue de l'extraction de l'huile peut se faire par des moyens mécaniques (par pression ou par centrifugation). Divers systèmes d'extraction sont employés pour extraire l'huile d'olive. **(Ben Hassine, 2013 in Oudina et Baziz, 2017).**

2.4.1 Système discontinu d'extraction par presse

Le système discontinu d'extraction par presse est représenté par la figure 1 :

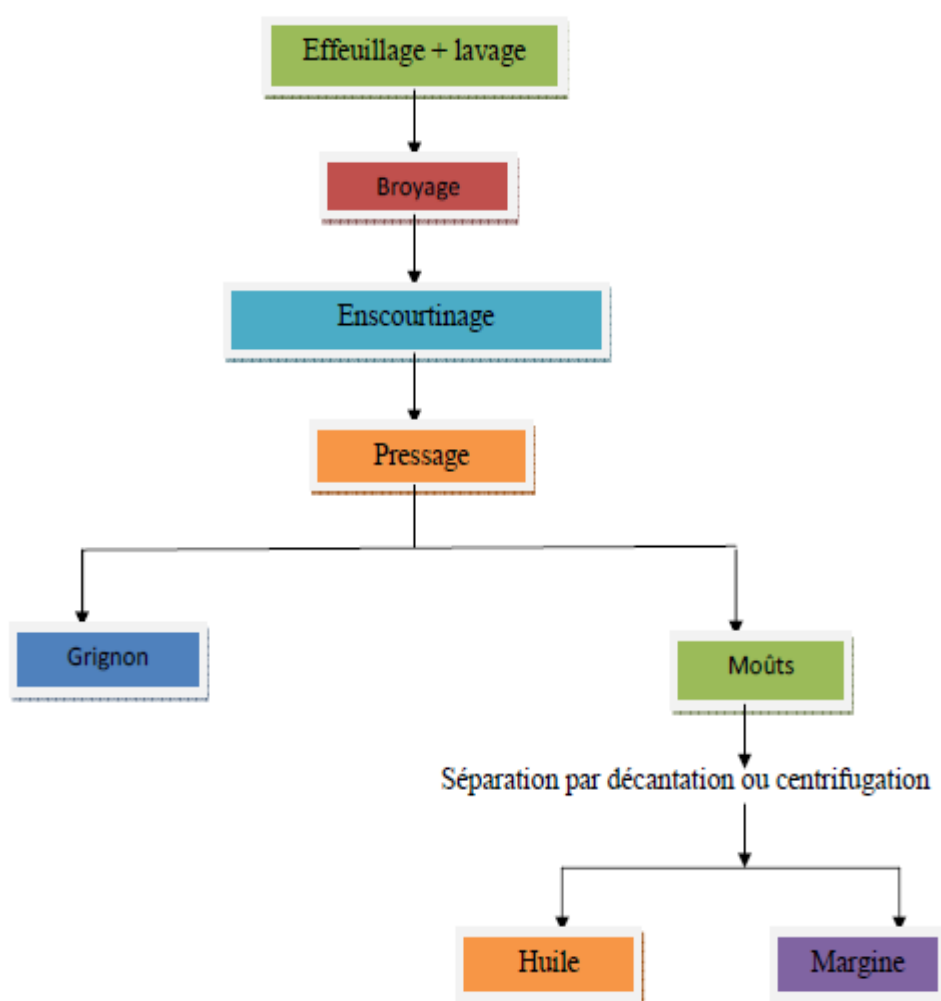


Figure 1 : Système discontinu d'extraction par presse (Ben Hassine, 2013 ; in Oudina et Baziz, 2017).

2.4.2 Système d'extraction continu avec centrifugation a trois phases

Les trois phases sont : l'huile, margines et grignon. L'introduction de ces installation (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 continu d'extraction avec centrifugation à trois phases est représenté par la figure 2 :

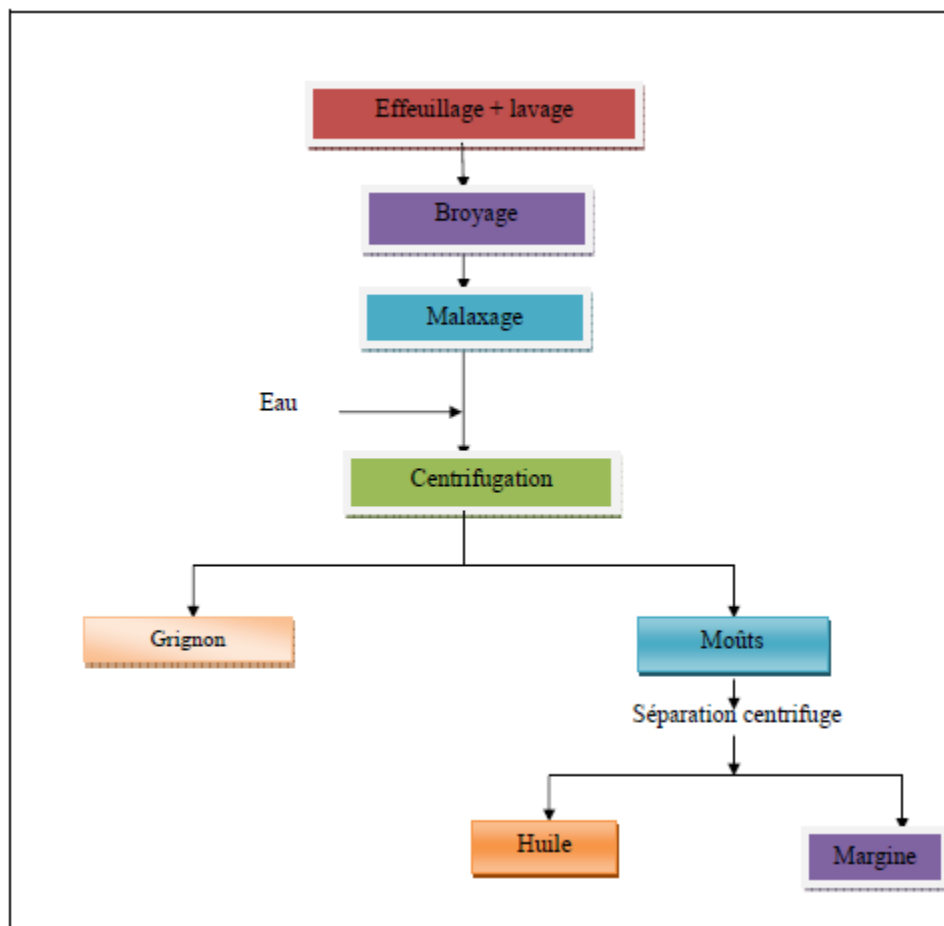


Figure 2 : Système continu d'extraction avec centrifugation a 3 phases (Ben Hassine, 2013 in Oudina et Baziz, 2017).

2.4 Production mondiale d'huile d'olives

La production mondiale d'huile d'olives se concentre principalement dans les pays du pourtour méditerranéen: l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Syrie, la Tunisie et le Maroc. La production de ces pays représente 94 % de la production mondiale. La moyenne de cette dernière au cours de la période 2000/2001-2004/2005 a été de 2.763.100 tonnes (COI, 2005).

Des fluctuations considérables marquent la production mondiale oléicole, celles-ci augmente par 29 % entre l'année 2012 et 2013 par contre elle diminue par 15% entre 2013 et 2014 (**Tableau 6**). Ces fluctuations sont liées aux aléas climatiques tels que la sécheresse, les gels et l'alternance biologique qui est l'une des caractéristiques de l'olivier qui fait que les années de forte récolte sont généralement suivies de productions plus faibles (**COI, 2005**).

Selon les statistiques de la FAO de l'année 2014, le premier producteur mondiale de l'huile d'olive est l'Espagne par une part de 57 % de la production mondiale suivie par l'Italie et la Grèce et la Tunisie (9,7 ; 6,8 et 5,9 % respectivement).

Tableau 6 : Production de l'huile d'olive dans le monde et dans quelques pays (Tonnes) (**FAOstat, 2019**).

Pays /année	2012	2013	2014	Part (%) /2014
Algérie	48 200	64 700	52 400	1,7
Espagne	652 687	1 765 248	1 738 600	57
Grèce	331 946	298 800	208 900	6,8
Maroc	120 100	117 900	137 400	4,5
Portugal	76 500	99 985	66 532	2,2
Tunisie	192 600	188 500	179 700	5,9
Italie	/	/	294 914	9,7
Monde	2 488 150	3 506 814	3 050 390	100

2.6 Production de l'huile d'olive en Algérie

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

2.7 Consommation de l'huile d'olive en Algérie

La consommation algérienne d'huile d'olive est passée d'une moyenne de 1 % à 1,86 % de la consommation mondiale au cours de cette décennie (**COI, 2011**). La consommation moyenne par habitant est d'environ 1,1 Kg/ans (**COI, 2006**). L'huile d'olive est consommée là où elle est produite ; toutefois l'installation des chaînes de conditionnement par les opérateurs privés a donné un certain essor à sa commercialisation dans les différentes régions du pays.

2.8 Les bienfaits de l'huile d'olive

L'huile d'olive est un produit ancestral largement reconnu pour ses effets bénéfiques sur la santé humaine. Sa consommation a été associée à une faible incidence de maladies cardiovasculaires, neurologiques et cancéreuses. Ces bienfaits ont été attribués aux éléments nutritifs et fonctionnels que l'on retrouve dans l'huile tels que l'acide linoléique, les vitamines et les antioxydants naturels (**Matos *et al.*, 2007**).

L'Acide oléique réduit particulièrement le taux du cholestérol total et le LDL responsable de la formation de l'athérosclérose et augmente le HDL. Il participe aussi à la régulation de la pression artérielle (**Perez-Jiménez *et al.*, 2007 ; Perona *et al.*, 2010**).

Le Chlorophylles accélèrent les processus de cicatrisation et les polyphénols 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 (**Al-Rewashdeh. 2010 ; Ryan, 1998**).

Chapitre 3

Matériel et méthodes

3.1 Echantillonnage

L'étude présentée dans ce travail a été effectuée sur deux variétés d'olivier (Sigoise et Chemlal) issues de deux vergers d'Ain Elkhadra et de Boussaâda, Wilaya de M'sila (**Figure 3**). Les fruits ont été récoltés manuellement et à hauteur d'Homme sur toute les frondaisons sur trois à quatre pieds selon la disponibilité durant la campagne oléicole 2018/2019. Huit kilogrammes d'olives sains et bien mures pour chaque variété et pour chaque région ont été récoltés. Quatre kilogrammes d'olives ont été destinés directement à la trituration après effeuillage et lavage. Les quantités restantes ont été stockées dans des sacs durant 20 jours à température ambiante avant d'être triturés.

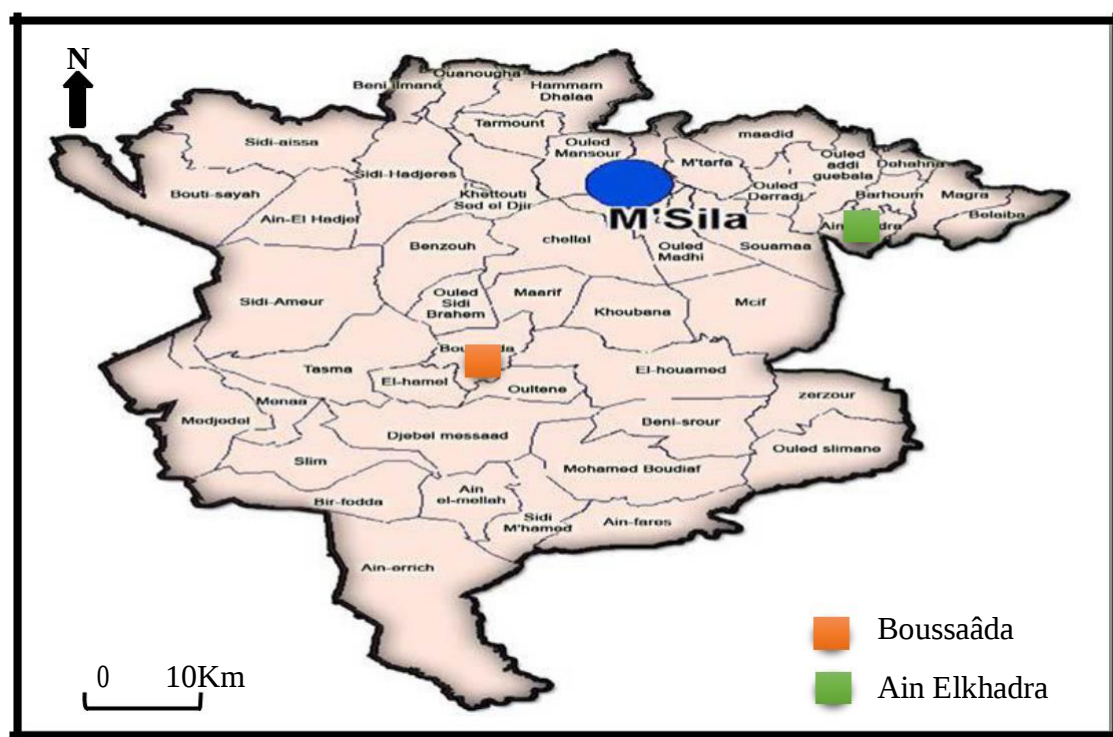


Figure 3 : Carte géographique de la wilaya de M'sila et lieux d'échantillonnage

3.2 Présentation des vergers

Pour recueillir des informations relatives à la conduite de culture d'olivier dans les deux vergers exploités pour la réalisation de ce travail, un questionnaire (**Annexe 1**) a été établi et rempli lors d'un premier passage dans ces vergers. Il englobe l'étude de plusieurs variables relatifs 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.

3.3 Caractérisation morphologique des olives

Vingt-et-un caractéristiques morphologiques qualitatives et quantitatives pour les fruits et les grignons des olives des variétés Sigoise et Chemlal ont été déterminées (**Tableaux 7 et 8**). La caractérisation morphologique a été réalisée sur 100 fruits de chaque variété.

3.3.1 Caractéristiques de fruit

Les caractéristiques morphologiques quantitatives et qualitatives des fruits concernent principalement :

- **Poids du fruit** : exprimé en gramme. On distingue quatre états qui sont, poids réduit ($P < 2g$), moyen ($2g < P < 4g$), élevé ($4g < P < 6g$), et poids très élevé ($P > 6g$) (**Alaoui, 2017**).
- **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, forme sphérique ($L/l < 1,25$), ovoïde ($1,25 < L/l < 1,45$) et forme allongée ($L/l > 1,45$) (**Alaoui, 2017**).
- **Symétrie en position A** : la position "A", correspond normalement à la position d'asymétrie maximale. On distingue trois états, symétrique, légèrement asymétrique et asymétrique (**Alaoui, 2017**).
- **Position de diamètre transversale** : il représente le diamètre maximal transversal du fruit. Pour ce caractère on distingue trois états, diamètre maximal vers la base, centrale, vers le sommet (**Alaoui, 2017**).
- **Sommet** : ce caractère porte sur l'observation de la forme de sommet. On distingue deux états, soit un sommet pointu soit arrondi (**Alaoui, 2017**).
- **Présence des lenticelles** : ce caractère est déterminé lorsque le fruit est complètement développé mais encore vert. On distingue deux états, Lenticelles peu nombreuses et nombreuses (**Alaoui, 2017**).

3.3.2 Caractéristiques de grignon (endocarpe)

Les principaux caractères morphologiques liés à l'endocarpe sont :

- **Poids de l'endocarpe** : exprimé en gramme. On distingue quatre états, poids réduit ($P < 0,3g$) moyen ($0.3g < P < 0.45g$), élevé ($0.45g < P < 0.7g$) et poids très élevé ($P > 0,7 g$) (Alaoui, 2017).
- **Forme de l'endocarpe** : 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. On distingue quatre états pour ce caractères, forme sphérique ($L/l < 1,4$), ovoïde ($1,4 < L/l < 1,8$), elliptique ($1,8 < L/l < 2,2$) et forme allongée ($L/l > 2,2$) (Alaoui, 2017).
- **Symétrie en position A** : la position "A", correspond à la position d'asymétrie maximale. On distingue trois états, position symétrique, légèrement asymétrique et asymétrique (Alaoui, 2017).
- **Position de diamètre transversale** : On distingue trois états, diamètre maximal vers la base, centrale, diamètre maximal vers le sommet (Alaoui, 2017).
- **Sommet** : ce caractère porte sur l'observation de la forme de sommet. On distingue deux états, un sommet pointu et un sommet arrondi (Alaoui, 2017).
- **Surface** : il est observé surtout en position A de l'endocarpe. Ce caractère est en fonction de la profondeur et l'abondance des sillons fibrovasculaires. On distingue trois états, une surface lisse, rugueuse et surface raboteuse (Alaoui, 2017).
- **Nombre des sillons** : observé à partir du point d'insertion du pédoncule de l'endocarpe. Il consiste à compter le nombre de cannelures visibles à partir de ce point. On distingue trois états, un nombre réduit, moyen et un nombre élevé (Alaoui, 2017).
- **Distribution des sillons fibrovasculaires** : 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. La profondeur de ces sillons est déterminée en touchant la surface de l'endocarpe pour ce caractère, on distingue trois états, une profondeur faible, moyenne et élevée (Alaoui, 2017).

Tableau 7 : Codes des différents caractères de fruit d'olivier avec leurs modalités (**Ghout et Hadjam, 2013**).

Caractère	Codes de caractère	Modalités avec leurs codes
Poids	POF	Réduit (0), moyen (1), élevé (2), très élevé (3)
Longueur	LFR	Réduite (0), moyenne (1), élevée (2)
Largeur	LAFR	Réduite (0), moyenne (1), élevée (2)
Symétrie du fruit	SYF	Symétrique (0), légèrement asymétrique (1), asymétrique (2)
Forme du fruit	FFR	Sphérique (0), ovoïde (1), allongée (2)
Sommet du fruit	SOF	Pointu (0), arrondi (1)
Présence des lenticelles	PRL	Peu nombreuses (0), nombreuses (1)
Dimension des lenticelles	DIL	Petites (0), grandes (1)
Aspect du fruit	ASF	Lisse (0), rugueux (1)
Couleur du fruit à maturité	CFR	Noire (0), violet (1), vert (2)
Position du diamètre transversal du fruit	DIF	Vers la base (0), central (1), vers le sommet (2)

Tableau 8 : Codes des différents caractères de grignon d'olive avec leurs modalités (**Ghout et Hadjam, 2013**).

Caractère	Codes de caractère	Modalités avec leurs codes
Poids	PON	Réduit (0), moyen (1), élevé (2)
Longueur	LON	Réduite (0), moyenne (1), élevée (2)
Largeur	LAN	Réduite (0), moyenne (1), élevée (2)
Nombre de sillons fibrovasculaires	NBS	Réduit (0), moyen (1), élevé (2)
Distribution des sillons fibrovasculaires	DES	Uniforme (0), groupée (1)
Forme des noyaux	FON	Sphérique (0), ovoïde (1), elliptique (2), allongée (3)
Symétrie du noyau	SAN /SBN	Symétrique (0), légèrement asymétrique (1), asymétrique (2)
Surface du noyau	SUN	Lisse (0), rugueuse (1), raboteuse (2)
Sommet du noyau	SON	Pointu (0), arrondi (1)
Position du diamètre transversal du noyau	DIN	Vers la base (0), central (1), vers le sommet (2)

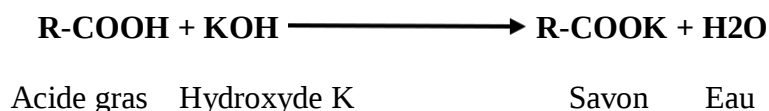
3.4 Extraction de l'huile d'olive

L'extraction de l'huile d'olive a été réalisée artisanalement. Les olives ont été lavées, écrasées et la pâte a été mélangée à température ambiante pendant 20 min. La pâte était pressée manuellement et l'huile a été séparée des margines par décantation et conservée dans des flacons en verre à 4 °C et à l'obscurité.

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

3.5.1 Acidité libre

L'acidité d'un corps gras mesure le pourcentage d'acides gras libres contenu dans celui-ci. Le principe repose sur la neutralisation des acides gras libres par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium sans hydrolyser les liaisons esters des glycérides, selon la réaction suivante (Bedjaoui et Bensalem, 2012) :



L'acidité libre, exprimée en pourcentage d'acide oléique, a été déterminée sur une prise d'essai de 1 g 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 phénolphthaléine (ISO 660, 1996).

L'acidité libre est donnée par la formule suivante :

$$\frac{M \cdot V \cdot N}{m}$$

Où :

M : Masse molaire, exprimée en g/mole, de KOH.

N : Normalité de la solution KOH (0.1N).

V : Volume ml de KOH

m : Masse (g) de la prise d'essai.

3.5.2 Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est une mesure permettant d'estimer la quantité de peroxyde présent dans une matière grasse. Les peroxydes constitutifs caractéristiques de l'oxydation des acides gras insaturés sont déterminés en se basant sur leur propriété de libérer l'iode de l'iodure de potassium dans les milieux acides. L'iode libéré est mesuré par la réaction avec le thiosulfate, sachant que 1 ml de thiosulfate 0.01 N correspond à une quantité de 80 mg d'oxygène fixé sur les acides gras (**Addou, 2017**).

1g d'huile d'olive est dissoute dans 12,2 ml du mélange d'acide acétique / chloroforme 3:2 (v / v). 15 ml d'une solution d'iodure de potassium saturée sont additionnés au mélange. Ce dernier est placé à l'obscurité pendant 5 min. Ensuite 60 ml d'eau distillée et 1 ml d'une solution d'empois d'amidon sont ajoutées (une couleur violette apparaît). Le mélange obtenu a été titré par une solution de thiosulfate de sodium à 0,01N (**ISO 3960, 2007, in Boulfane et al., 2015**).

L'indice de peroxyde est donné par la formule :

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

Où :

I : indice de peroxyde en milliéquivalent par kilogramme

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

V : Volume (ml) de Na₂S₂O₃ (0.01N) nécessaire pour titrer l'échantillon. m : Prise d'essai (g) de l'échantillon.

3.5.3 Analyse spectrophotométrique dans l'ultra-violet

Tous les corps gras naturels contiennent de l'acide linoléique en quantité plus ou moins importante. L'oxydation d'un corps gras conduit à la formation d'hydroperoxydes linoléiques qui absorbent la lumière ultraviolette au voisinage de 266 nm. Si l'oxydation se poursuit, il se forme des produits secondaires d'oxydation, en particulier des cétones insaturées qui absorbent la lumière vers 270 nm (**Benrachou, 2013**).

L'extinction à 270 nm d'un corps gras brut peut être considérée comme une image de son état d'oxydation, plus l'huile est peroxydée et plus l'extinction à 270 nm est forte, plus elle est riche en produits secondaires d'oxydation en particulier des dicétones et des cétones insaturées qui absorbent la lumière vers 270 nm (**Benrachou, 2013**).

0,1 g de l'échantillon est dissout dans 10 ml du cyclohexane. Après homogénéisation, on mesure les extinctions aux longueurs d'onde 232 nm et 270 nm. Pour la variation de l'extinction spécifique (ΔK), on mesure l'absorbance de l'échantillon d'huile d'olive aux longueurs d'onde 266 nm et 274 nm (**COI, 2011 ; in Boulfane et al., 2015**). Les valeurs 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).

Cette analyse prévoit aussi la détermination de la variation de l'extinction spécifique ΔK selon l'équation suivante : $K = K_m - (K_{m-4} + K_{m+4}) / 2$

Où :

K_m : est l'extinction spécifique à la longueur d'onde d'absorbance maximale m , aux environs de 270 nm.

3.5.4 Chlorophylle et caroténoïdes

Les quantités de pigments dans l'huile d'olive ont été calculées en utilisant les valeurs d'extinction spécifiques (**Bakhouch et al., 2015**). Diluer 7,5 g de l'huile d'olive dans 25 ml de cyclohexane et lire l'absorbance à 670 nm pour la chlorophylle et à 470 pour les caroténoïdes en utilisant un spectrophotomètre UV visible (Schimadzu-UV-2401PC, UV-Vis Japon). Les coefficients d'extinction utilisés sont $E_0=613$ pour pheophytin 'a' et $E_0=2000$ pour lutein. Les contenus en pigments ont été calculés comme suit :

$$[\text{Chlorophylle}] \text{ (mg/kg)} = (A_{670} \times 10^6) / (613 \times 100 \times d)$$

$$[\text{Caroténoïdes}] \text{ (mg/kg)} = (A_{470} \times 10^6) / (2000 \times 100 \times d)$$

Où :

A : est l'absorbance

d : est l'épaisseur de la cuve de spectrophotomètre (1 cm).

3.6 Extraction des polyphénols

L'analyse des composés phénoliques dans l'huile d'olive présente un grand intérêt étant donné, d'une part, leur rôle d'antioxydant naturels et, d'autre part, leur contribution à la flaveur de l'huile (**Benrachou, 2013**).

Pour l'extraction liquide-liquide des composés phénoliques de l'huile d'olive nous avons opté pour le protocole rapporté par **Bakhouch 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.

3.6.1 Dosage des composés phénoliques

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu (**Fu et al., 2011 ; in Mahmoudi, 2018**).

Une prise d'essai de 200 µl de chaque extrait à analyser a été mélangée successivement avec 1000 µl du réactif Folin-Ciocalteu (10 % v/v) et 800 µl d'une solution de bicarbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7,5 % (p/v) (pour favoriser un milieu alcalin et déclencher la réaction d'oxydoréduction). Le mélange a été agité puis incubé à l'obscurité au bain Marie à 40 °C pendant dix minutes. Les absorbances ont été lues à 760 nm avec un spectrophotomètre UV-Visible (Schimadzu-UV-2401PC, UV-Vis Japon) contre un blanc préparé par la même manière précédente en remplaçant l'extrait par 200 µl d'eau distillée. Une gamme d'étalonnage de six concentrations d'acide gallique allant de 10 à 100 µg/ml (p/v) a été préparée pour calculer la concentration des polyphénols dans chaque extrait (**Annexe**). La concentration en composés phénoliques totaux est exprimée en milligramme équivalent acide gallique par gramme d'huile.

3.6.2 Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes totaux a été effectué par la méthode colorimétrique du chlorure d'aluminium selon le protocole décrit par **Koolen et al. (2013)**.

Un volume de 1 ml de chaque extrait a été mélangé avec 1 ml d'une solution méthanolique de chlorure d'aluminium à 2 % (p/v). Le mélange a été agité, incubé 10 min à l'obscurité et l'absorbance a été lue à 430 nm avec spectrophotomètre UV-Visible (Schimadzu-UV-2401PC, UV-Vis) contre un blanc préparé de la même manière précédente en remplaçant l'extrait par 1 ml du méthanol absolu.

La concentration en flavonoïdes est exprimée en microgramme équivalent quercétine par gramme d'huile en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercétine (neuf concentration de 0,5 à 8 µg / ml p/v) (**Annexe**).

3.6.3 Activité antioxydante des extraits phénoliques

L'activité antioxydante des extraits d'huile d'olive a été évaluée *in vitro* par la méthode de DPPH. (2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl) rapportée par **Koh et al. (2013)** en apportant quelques modifications.

Une prise d'essai de 2,7 ml d'une solution fraîche de DPPH. (6×10^{-5} mol/l dans le méthanol) a été ajoutée à 0,3 ml de chaque extrait à différentes concentrations (1 à 80 mg/ml). Le mélange a été agité fortement, incubé 30 min à l'obscurité et l'absorbance a été lue à 517 nm avec spectrophotomètre UV-Visible (Schimadzu-UV-2401PC, UV-Vis) contre un blanc composé du méthanol et un contrôle constitué de 2,7 ml du DPPH. et 0,3 ml du méthanol. L'activité antioxydante a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$A_{\text{antiox}} (\%) = 100 \times (A_0 - A_s) / A_0$$

Où :

A antiox : activité antioxydante (%).

A₀ : densité optique du contrôle (nm).

A_s : densité optique de l'échantillon (nm).

Le BHT (Butylhydroxytoluene) à différentes concentrations a été testé comme standard. Les IC₅₀ des extraits et de standard ont été estimés à partir de l'équation de la courbe de tendance de chacun (IC₅₀ de l'échantillon correspond à la concentration permettant 50 % d'inhibition du DPPH.).

3.7 Analyses statistiques

Les résultats ont été calculés en utilisant l'Excel et représentent la moyenne de plusieurs répétitions ± SEM. L'analyse de la variance (ANOVA one-way) a été réalisée en utilisant le logiciel d'analyses statistiques GraphPad prisme 6. La comparaison multiple a été faite par le test de Tukey et la différence significative a été ajustée à $p < 0,05$.

Chapitre 4

Résultats et discussion

4.1 Description des vergers

Un ensemble d'informations concernant les arboriculteurs et les vergers inspectés à Ain Elkhadra et Boussaâda ont été collectées en utilisant un questionnaire lors de deuxième passage aux vergers en Avril 2019 (**Tableau 9**).

Tableau 9 : Caractéristiques des vergers visités

Les informations	Ain Elkhadra	Boussaâda
Age de l'agriculture	53	62
Fonction	Arboriculteur	Agriculteur
Main d'œuvre	Oui	Oui
La superficie ○ totale ○ exploitée	3 hectares 3 hectares	30 hectares 29 hectares
Le foncier	Propriétaire	Propriétaire
Date de création de l'exploitation	2008	2006
Type de culture	Arboriculture	Agriculture
Types des arbres implantés et cultures	Olivier	Olivier, palmier dattier, Blé, et autres ...
Source d'irrigation	Puits	Puits et Autre
Subvention étatique	Oui	Non
Nombre d'arbres implantés	500 oliviers	1147 oliviers
Type d'implantation	En ligne	En ligne
Implantation	Petit arbre	Petit arbre
Mode d'implantation	Par une seul étape	Par une seul étape
Age des arbres	11 ans	13 ans
Durée entre implantation et fructification	03 ans	03 ans
Variétés exploitées	Chemlal Sigoise	Chemlal Sigoise
Variétés plus productives :	Chemlal	Chemlal
Variétés plus résistante (maladies et climat)	Chemlal	Chemlal
Travail du sol autour des oliviers	Oui	Oui
Irrigation des arbres	Oui	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 Q	100	368
Transformation des olives	Oui	Oui
Prix de vent	60 DA par kg	60 DA par kg
Rentabilité	Oui	Oui

A partir des informations collectées, il apparaît que le propriétaire du verger d'Ain Elkhadra est un arboriculteur exploitant une superficie de trois hectares et spécialisé dans l'olivier. L'Etat a subventionné cet arboriculteur pour implanter cinq-cents oliviers de différentes variétés incluant les variétés Sigoise et Chemlal. En revanche, le propriétaire du verger de Boussaâda est un agriculteur qui exploite une superficie de vingt-neuf hectares dans l'arboriculture et l'agriculture. Cet agriculteur n'a pas reçu une subvention étatique et il a implanté 1147 oliviers. L'agriculteur de Boussaâda possède deux systèmes d'irrigations goutte à goutte et aspersion alors que l'arboriculteur de Ain Elkhadra possède un système d'irrigation traditionnel.

Concernant la conduite de culture, les deux propriétaires font les mêmes pratiques culturelles. Ils travaillent le sol autour des oliviers, irriguent les arbres en utilisant l'eau des puits, ne pratiquent aucun traitement de mauvaises herbes ou de maladies et n'utilisent ni engrais organiques ni chimiques pour améliorer les propriétés du sol et augmenter la production.

Les propriétaires des vergers confirment que la variété Chemlal est la plus productive et la plus résistante aux maladies et aux aléas climatiques. La production dans les deux vergers est destinée à la transformation (production de l'huile d'olive). Le propriétaire du verger de Boussaâda dispose d'une unité de trituration où il fait la transformation de sa récolte et des récoltes des vergers voisins.

4.2 Caractérisation morphologique des olives

Chemlal est une variété autostérile très répondeuse dans la Wilaya de Msila à cause de sa résistance à la sécheresse et son taux d'enracinement très faible. Cette variété a un poids et un rapport Pulpe/Noyau bas, destinée à la production d'huile et a un rendement en huile de 18 à 24 % ainsi qu'une qualité d'huile très bonne (ITAFV, 2006).

La variété Sigoise est autofertile à double fins (huile, olives de table). Le poids de fruit de cette variété est élevé alors que le rapport Pulpe/Noyau est moyen. Elle donne une huile de qualité moyenne et un rendement de 18 %. Cette variété a une faible résistance à la sécheresse et un taux d'enracinement moyen (ITAFV, 2006).

Le poids, la longueur et la largeur des olives varient significativement ($p < 0,05$) en fonction de la variété et de la région de récolte (**Tableau 10 et Figure 4**). Quel que soit la région de récolte, la variété Sigoise est plus lourde, longue et large que la variété Chemlal. Les caractéristiques morphologiques quantitatives de la variété Sigoise d'Ain Elkhadra sont

supérieures à celles de Sigoise de Boussaâda. Par contre pour la variété Chemlal, celle issue de Boussaâda présente un poids, une longueur et une largeur supérieure.

Concernant les caractéristiques morphologiques qualitatives, globalement il n'y a pas grande différence entre les fruits d'une même variété issue de deux régions différentes.

Les valeurs de poids, longueur et largeur des fruits des variétés Chemlal et Sigoise issues de la région de Batna (Chemlal : 0,58g, 13,1 et 8,3 mm ; Sigoise : 3,05g, 21,4 et 15,6 mm respectivement) (**Mansouri, 2014**) et celles issues de la Wilaya de Bejaïa (**Abdessemed et al., 2018**) sont inférieures à celles enregistrées dans notre étude. **Mansouri (2014)** a observé une forme ovoïde pour la variété Sigoise et allongée pour la variété Chemlal ce qui est en concordance avec nos résultats pour la première variété et en contradiction avec les nôtres pour la deuxième variété. Cette différence peut être expliquée par l'effet de la région (climat et type du sol) et les pratiques culturelles (irrigation).

Tableau 10 : Caractéristiques morphologiques qualitatives et quantitatives des olives

Variétés	Sigoise Boussaâda	Sigoise Elkhadra	Chemlal Boussaâda	Chemlal Elkhadra
Poids (g)	4,19±0,52 ^a (élevé)	4,79±0,42 ^b (élevé)	2,14±0,20 ^c (moyen)	1,52±0,16 ^d (réduit)
Longueur (mm)	23,50±1,35 ^a	24,07±1,03 ^b	18,21±0,85 ^c	16,53±0,89 ^d
Largeur (mm)	16,97±0,89 ^a	18,14±0,72 ^b	13,46±0,48 ^c	11,97±0,55 ^d
Symétrie	Symétrique	Symétrique	Légèrement asymétrique	Légèrement asymétrique
Forme	Ovoïde (1,41)	Ovoïde (1,33)	Ovoïde (1,35)	Ovoïde (1,38)
Sommet	Pointu	Arrondi	Pointu	Pointu
Présence des lenticelles	Peu nombreuses	Peu nombreuses	Peu nombreuses	Peu nombreuses
Dimension des lenticelles	Petites	Petites	Petites	Petites
Aspect du fruit	Lisse	Lisse	Lisse	Lisse
Couleur du fruit à maturité	Noire	Noire	Noire	Noire
Position du diamètre transversal du fruit	Vers le sommet	Vers le sommet	Vers le bas	Centrale

Les valeurs dans le tableau représentent la moyenne de 100 mesures ± SEM.

Les différentes lettres dans la même ligne indiquent une différence significative entre les valeurs à $p < 0.05$ en utilisant le test de Tukey (GraphPad prisme 6).

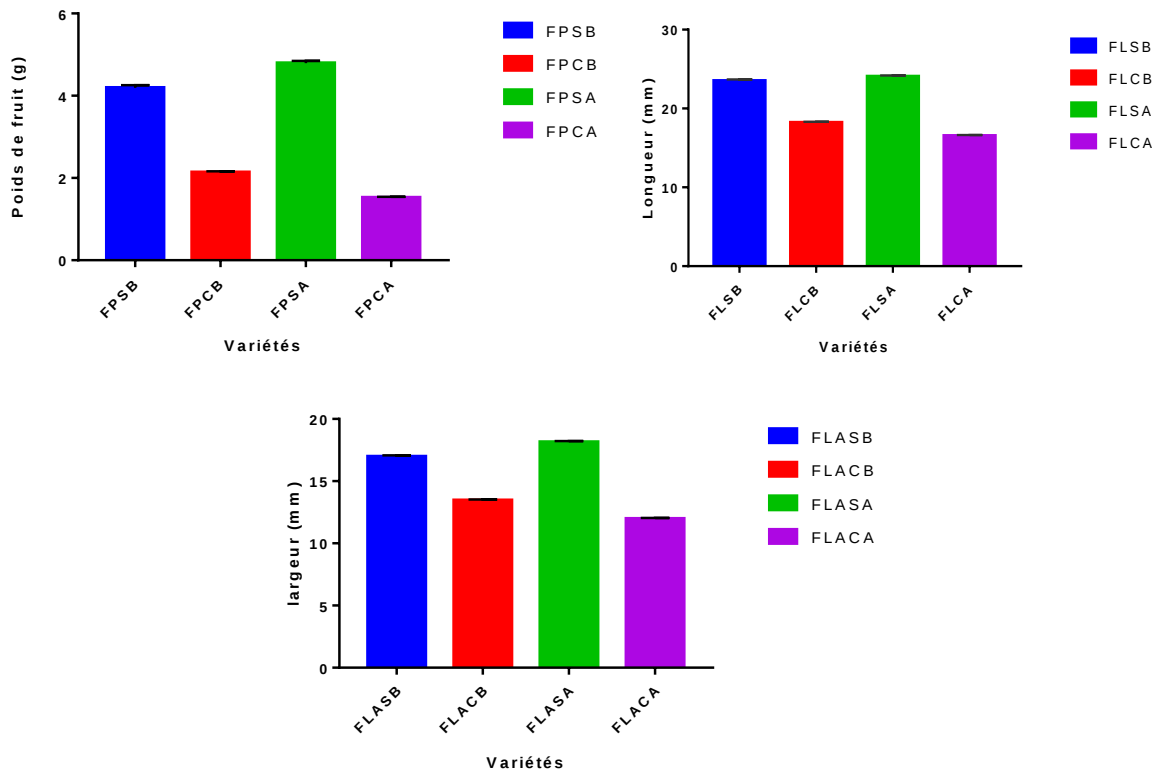


Figure 4 : Poids, longueur et largeur des olives (moyenne $\pm$ SEM). FPSB : poids de fruit Sigoise Boussaâda, FBSA : poids de fruits Sigoise Ain Elkhadra, FPCB : Poids de fruit Chamlel Boussaâda, FPCA : Poids de fruit Chamlel Ain Elkhadra. FLSB : longueur de fruit Sigoise Boussaâda, FLSA : longueur de fruit Sigoise Ain Elkhadra, FLCB : longueur de fruit chamlel Boussaâda, FLCA : longueur de fruit chamlel Ain Elkhadra, FLASB : largeur de fruit Sigoise Boussaâda, FLASA : largeur de fruit Sigoise Ain Elkhadra, FLACB : largeur de fruit Chamlel Boussaâda, FLACA : largeur de fruit Chamlel Ain Elkhadra.

De l'observation des résultats de poids, longueur et largeur de l'endocarpe des olives, il apparait que quel que soit la région l'endocarpe de la variété Sigoise est plus lourd, long et large que celui de la variété Chemlal (**Tableau 11 et Figure 5**). Les valeurs des caractéristiques morphologiques quantitatives des endocarpes des olives issus de la région de Boussaâda sont supérieures à celles des endocarpes de la région d'Ain Elkhadra.

Les caractéristiques morphologiques qualitatives de l'endocarpe varient en fonction de la variété. L'endocarpe de la variété Sigoise a un nombre de sillons fibrovasculaires moyen alors que celui de l'endocarpe de Chemlal est élevé. La forme de l'endocarpe de Sigoise est ovoïde, symétrique et le sommet est arrondi. En revanche, la forme de l'endocarpe de Chemlal est sphérique, légèrement asymétrique et le sommet est pointu.

Tableau 11 : Caractéristiques morphologiques de l'endocarpe des olives

Variétés	Sigoise Boussaâda	Sigoise Ain Elkhadra	Chemlal Boussaâda	Chemlal Ain Elkhadra
Poids	0,76±0,07 ^a (très élevé)	0,63±0,06 ^b (élevé)	0,43±0,04 ^c (moyen)	0,30±0,04 ^d (moyen)
Longueur	17,68±1,05 ^a	15,85±1,26 ^b	13,38±0,76 ^c	12,53±0,74 ^d
Largeur	8,31±0,34 ^a	8,05±0,37 ^b	7,05±0,28 ^c	6,10±0,26 ^d
Nombre de sillons Fibrovasculaires	Moyen	Moyen	Elevé	Elevé
Distribution des sillons Fibrovasculaires	Uniforme	Groupés à proximité de la suture	Uniforme	Groupés à proximité de la suture
Forme	Ovoïde	Ovoïde	Sphérique	Sphérique
Surface du noyau	Rugueuse	Rugueuse	Rugueuse	Rugueuse
Symétrie du noyau	Symétrique	Symétrique	Légèrement asymétrique	Légèrement asymétrique
Sommet du noyau	Arrondi	Arrondi	Pointu	Pointu
Position du diamètre transversale maximal	Vers le sommet	Vers le sommet	Vers le bas	Centrale

Les valeurs dans le tableau représentent la moyenne de 100 mesures $\pm$ SEM.

Les différentes lettres dans la même ligne indiquent une différence significative entre les valeurs à $p < 0.05$ en utilisant le test de Tukey (GraphPad prisme 6).

Les valeurs du poids, longueur et largeur des deux variétés enregistrées dans notre étude sont supérieures à celles enregistrées par **Mansouri (2014)** pour les mêmes variétés issues de la Wilaya de Batna. Le même auteur a observé des caractéristiques morphologiques qualitatives de l'endocarpe différentes aux nôtre comme la forme (Elliptique) et le nombre de sillons fibrovasculaires.

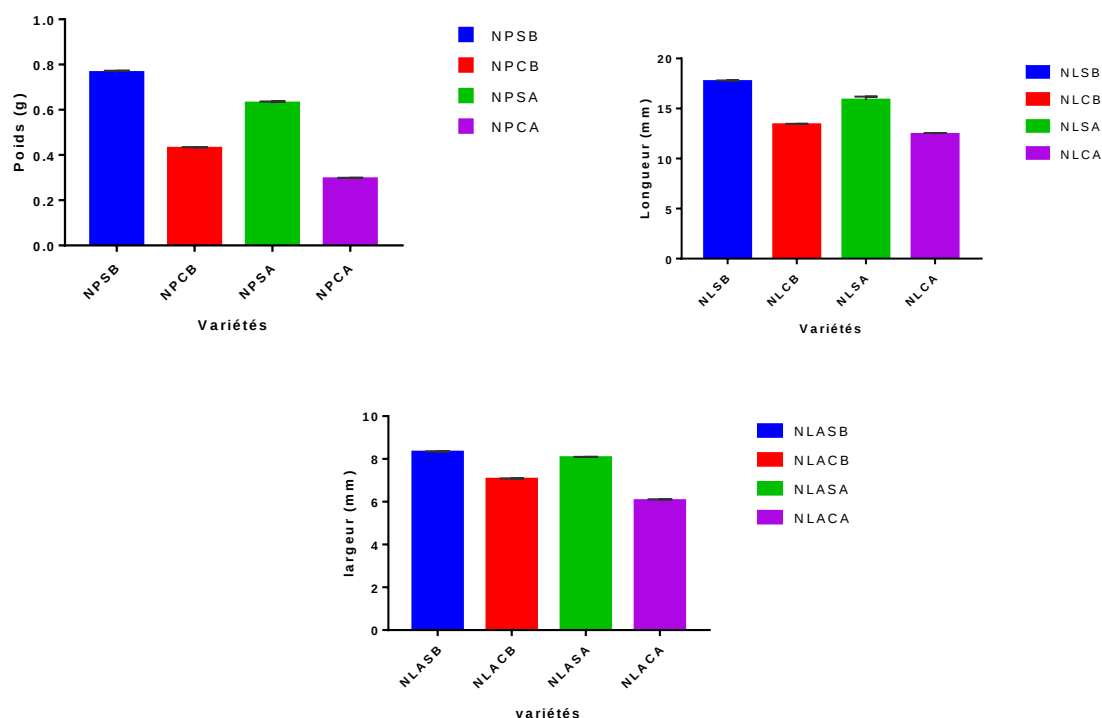


Figure 5 : Poids longueur et largeur des noyaux des olives (moyenne $\pm$ SEM). NPSB : poids de noyau Sigoise Boussaâda, NPSA : poids de noyau Sigoise Ain Elkhadra, NPCB : Poids de noyau Chamlel Boussaâda, NPCA : Poids de noyau Chamlel Ain Elkhadra. NLSB : longueur de noyau Sigoise Boussaâda, NLSA : longueur de noyau Sigoise Ain Elkhadra, NLCB : longueur de noyau chamlel Boussaâda, NLCA : longueur de noyau chamlel Ain Elkhadra, NLASB : largeur de noyau Sigoise Boussaâda, NLASA : largeur de noyau Sigoise Ain Elkhadra, NLACB : largeur de noyau Chamlel Boussaâda, NLACA : largeur de noyau Chamlel Ain Elkhadra.

4.3 Extraction de l'huile d'olive

Les huiles des olives des variétés Sigoise et Chemlal issues des régions de Boussaâda et Ain Elkhadra ont été extraites d'une manière artisanale en commençant par le broyage et le malaxage des fruits et la séparation de l'huile par décantation.

4.3.1 Rendement d'extraction

Les résultats de rendement d'extraction des huiles des variétés Sigoise et Chemlal sont illustrés dans la figure 6. Les résultats sont fluctuants ; pour les olives Chemlal et Sigoise d'Ain Elkhadra le stockage a augmenté fortement le rendement en huile alors que pour les deux variétés de Boussaâda le stockage a diminué le rendement. Il est bien évident que la variété Sigoise donne un rendement en huile plus élevé que la variété Chemlal.

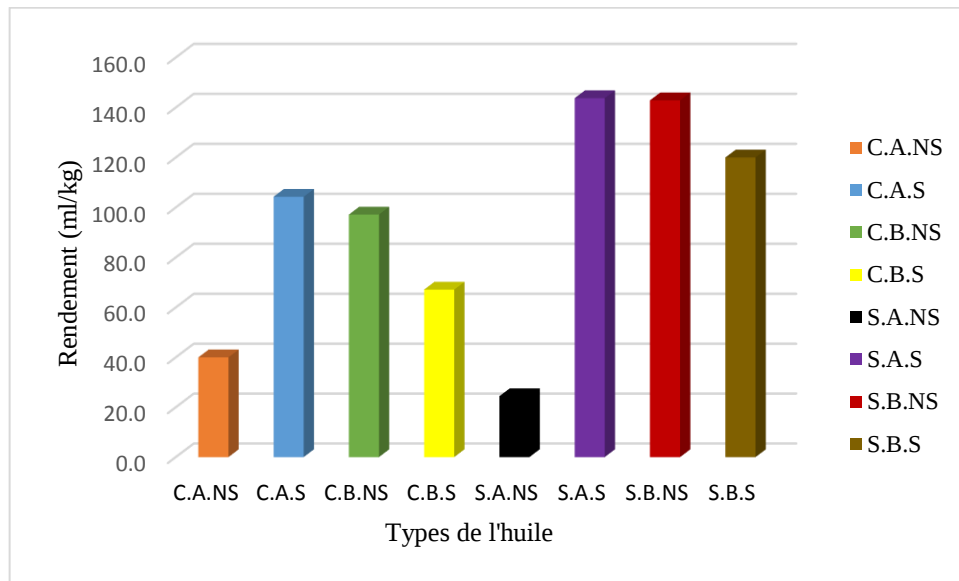


Figure 6 : Rendements d'extraction des huiles (ml/kg)

4.3.2 Caractéristiques physico-chimiques

Dans cette partie, la qualité physico-chimique des huiles a été déterminée en mesurant certains paramètres comme l'acidité, l'indice de peroxyde, les constantes spectrophotométriques et les pigments.

La qualité des huiles et leur authenticité est notamment liée à la diversité des caractéristiques organoleptiques et à l'influence des conditions pédoclimatiques et variétales sur la composition des olives (**Hadj Sadok et al., 2018**).

4.3.2.1 Acidité

L'acidité libre permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique, des chaînes d'acides gras des triglycérides. Ceci est à l'origine d'acides gras libres et de glycérides partiels (mono et diglycérides) (**Bedjaoui et Bensalem, 2012**).

Les résultats de l'acidité des huiles des variétés Sigoise et Chemlal de Boussaâda et d'Ain Elkhadra sont représentés dans le tableau 12. Globalement l'acidité diffère significativement ($p < 0,05$) en fonction de la variété, la région de récolte et la durée de stockage des olives avant extraction.

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

Variétés	Acidité (% d'acide oléique)
C.A.NS	0,22±0,00 ^a
C.A.S	2,02±0,00 ^b
C.B.NS	0,22±0,00 ^{af}
C.B.S	3,25±0,11 ^c
S.A.NS	0,34±0,00 ^{ag}
S.A.S	4,15±0,11 ^d
S.B.NS	0,28±0,06 ^{ag}
S.B.S	4,49±0,00 ^e

Abréviations : CBNS : Chemlal Boussaâda non stocké. CBS : Chemlal Boussaâda stocké. CANS : Chemlal Ain Elkhadra non stocké. CAS : Chemlal Ain Elkhadra stocké. SBNS : Sigoise Boussaâda non stocké. SBS : Sigoise Boussaâda stocké. SANS : Sigoise Ain Elkhadra non stocké. SAS : Sigoise Ain Elkhadra stocké. Les valeurs dans le tableau représentent la moyenne de 3 mesures $\pm$ SEM. 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).

Quel que soit la région de récolte, pour les deux variétés le stockage des olives augmente l'acidité de l'huile. L'acidité des huiles de Sigoise sont supérieurs à ceux de Chemlal. Les valeurs de l'acidité des huiles issues de la même variété et des régions de récolte différentes avant stockage des olives ne diffèrent pas significativement entre eux ($p > 0,05$) alors qu'après stockage une différence hautement significative est enregistrée ($p < 0,0001$).

Selon les normes du Conseil Oléicole International (COI, 2018), les huiles issues des olives des deux variétés avant stockage sont classées 'huile d'olive vierge extra' car les valeurs de l'acidité enregistrées sont inférieures à 0,8 % d'acide oléique. En revanche, après stockage des olives, les huiles sont classées 'huile d'olive vierge courante' ($2 < \text{Acidité} \leq 3,3\%$) et 'huile d'olive vierge lampante' ($> 3,3\%$) en enregistrant des valeurs d'acidité supérieures à deux.

Selon Hadj Sadok et al. (2018) la qualité de l'huile d'olive est affectée par la durée et les conditions de stockage. L'oxydation de l'huile d'olive au cours du stockage dépendrait de plusieurs facteurs, tels que, la présence d'acides gras libres, traces d'ions métalliques, l'exposition à la chaleur et à la lumière du jour, la teneur en pigments chlorophylliens (pro-oxydants) et antioxydants naturels (carotène, tocophérols, phénols).

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

L'acidité est un critère très important d'évaluation de la qualité des huiles. Selon les normes du COI son augmentation décline l'huile. Par contre pour les agriculteurs qui laissent les olives 15 à 20 jours dans des sacs après la cueillette avant la trituration pensent que ça va améliorer les caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles de l'huile d'olive.

4.3.2.2 Indice de peroxyde

Les huiles étudiées enregistrent un intervalle d'indice de peroxyde de 9,33 à 15,67 milliéquivalent/kg dont l'huile des olives non stockées de Sigoise de Boussaâda donne l'indice de peroxyde le plus élevé (**Tableau 13**). Le stockage des olives n'a pas affecté l'indice de peroxyde de l'huile de Chemlal d'Ain Elkhadra mais il l'augmente pour l'huile de Chemlal de Boussaâda et le diminue pour les huiles de Sigoise.

Tableau 13 : Indices de peroxyde des huiles (milliéquivalent/kg)

Variétés	Indice de peroxyde (milliéquivalent/kg)
C.A.NS	9,33±0,44 ^a
C.A.S	9,33±0,44 ^a
C.B.NS	10,67±0,89 ^a
C.B.S	14,00±0,67 ^b
S.A.NS	13,33±0,44 ^{bc}
S.A.S	9,33±0,44 ^a
S.B.NS	15,67±0,44 ^{bd}
S.B.S	10,33±0,44 ^a

Abréviations : CBNS : Chemlal Boussaâda non stocké. CBS : Chemlal Boussaâda stocké. CANS : Chemlal Ain Elkhadra non stocké. CAS : Chemlal Ain Elkhadra stocké. SBNS : Sigoise Boussaâda non stocké. SBS : Sigoise Boussaâda stocké. SANS : Sigoise Ain Elkhadra non stocké. SAS : Sigoise Ain Elkhadra stocké. Les valeurs dans le tableau représentent la moyenne de 3 mesures ± SEM. 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 valeurs d'indice de peroxyde obtenues dans notre étude sont inférieures à la limite fixée par la norme du **COI (2018)** pour la catégorie d'huile d'olive extra vierge (20 milliéquivalent/kg). Elles sont aussi inférieures aux valeurs enregistrées par **Douzane et Bellal (2004)** pour l'huile de la variété Chemlal de Bejaïa.

Les basses valeurs de l'indice de peroxyde montrent que les huiles ont été extraites rapidement après la récolte des olives et qu'elles ont été stockées dans des bonnes conditions. Elles permettent de penser que l'huile ne s'oxyde pas prématurément et se conservera au cours du temps (**Bedjaoui et Bensalem, 2012**).

Selon **Hadj Sadok et al. (2018)** la qualité de l'huile d'olive est affectée par la durée et les conditions de stockage. L'oxydation de l'huile d'olive au cours du stockage dépendrait de plusieurs facteurs, tels que, la présence d'acides gras libres, traces d'ions métalliques, l'exposition à la chaleur et à la lumière du jour, la teneur en pigments chlorophylliens (pro-oxydants) et antioxydants naturels (carotène, tocophérols, phénols).

4.3.2.3 Analyse spectrophotométrique dans l'ultra-violet

Les valeurs de l'indice de peroxyde ne signifient pas stabilité durant le stockage. Le recours à la détermination des coefficients d'absorption en UV (K_{232} , K_{270}) des liaisons conjugués, renseigne sur la présence ou l'absence de précurseurs ou du début d'oxydation et donc sur la prévision de la stabilité (**Hadj Sadok et al., 2018**).

A l'exception de la variété Chemlal d'Ain Elkhadra, le stockage des olives a augmenté les valeurs de l'absorbance à 270 nm. En outre, le stockage des fruits d'olivier a diminué les valeurs de l'absorbance à 232 nm pour la variété Chemlal et les a augmentées pour la variété Sigoise (**Figure 7**).

Il est à noter que les valeurs de K_{232} des huiles de toutes les variétés ne dépassent pas la limite établie par le **COI (2018)** pour une huile d'olive extra vierge qui est $<2,5$. Les valeurs de l'absorbance à 270 nm de CBNS, SANS, SAS sont $\leq 0,22$ seuil établi pour l'huile d'olive vierge extra. En revanche, pour les autres huiles, les valeurs de K_{270} sont $\leq 0,3$ qui est la limite établie par le COI pour l'huile d'olive vierge courante.

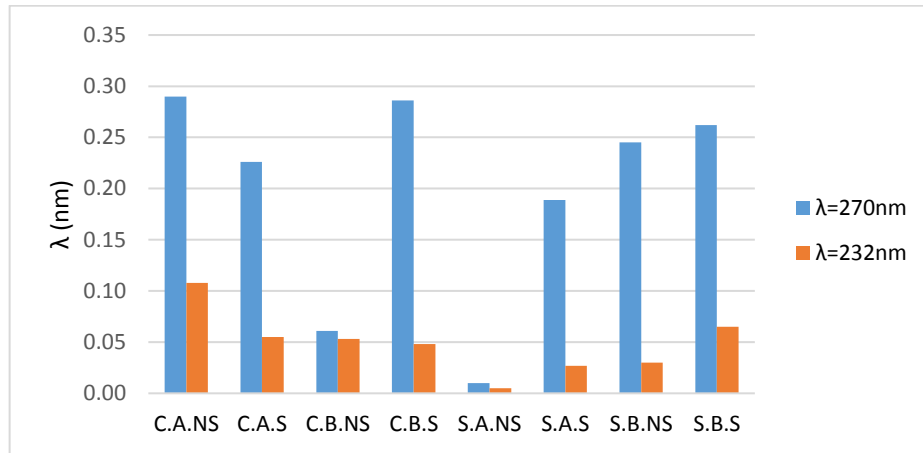


Figure 7 : Absorbances à 232 et 270 nm des huiles

Dans les mêmes conditions de stockage, la variété Chemlal montre des coefficients K_{270} plus élevés et semble être la plus vulnérable à l'oxydation que la variété Sigoise. Cette variation de stabilité peut être alors justifiée par la dissimilitude des caractéristiques intrinsèques en termes de composition chimique de chaque variété. La stabilité des huiles est bien corrélée avec la composition et la teneur des prooxydants et des antioxydants naturels présents dans l'huile (Bedjaoui et Bensalem, 2012).

Selon Douzane et Bellal (2004) les fortes valeurs de K_{270} résulteraient d'une auto oxydation de l'huile lors de l'extraction ou de la conservation. Par ailleurs, l'impact d'une attaque parasitaire des fruits n'est pas à exclure.

L'extinction spécifique à 232 nm et à 270 nm d'une huile reflète son état d'oxydation. Plus son extinction à 232 nm est forte, plus elle est peroxydée. De même, plus l'extinction à 270 nm est forte, plus l'huile est riche en produits d'oxydation secondaires et traduit sa faible aptitude à la conservation (Boulfane et al., 2015).

4.3.3 Chlorophylle et caroténoïdes

Les chlorophylles et les caroténoïdes sont les pigments qui donnent à l'huile d'olive sa diversité de couleurs, allant du vert-jaunâtre à l'or. La couleur est souvent associée à la qualité par les consommateurs. La fraction des chlorophylles représente selon les huiles 0,1 à 1 mg/100 g. et les caroténoïdes : 0,5 à 1 mg/100 g ; ces pigments, de couleur jaune-orangé, regroupent la lutéine, le bêta-carotène (ou pro-vitamine A), et diverses xanthophylles. Les caroténoïdes se décomposent également au cours du stockage (Ryan et al., 1998 ; Hadj Sadok et al., 2018).

Les teneurs en chlorophylle diffèrent d'une variété à une autre et en fonction de la région de collecte et de stockage des fruits (**Figure 8**). La teneur la plus élevée est enregistrée par l'huile de Chemlal de Ain Elkhadra non stockée.

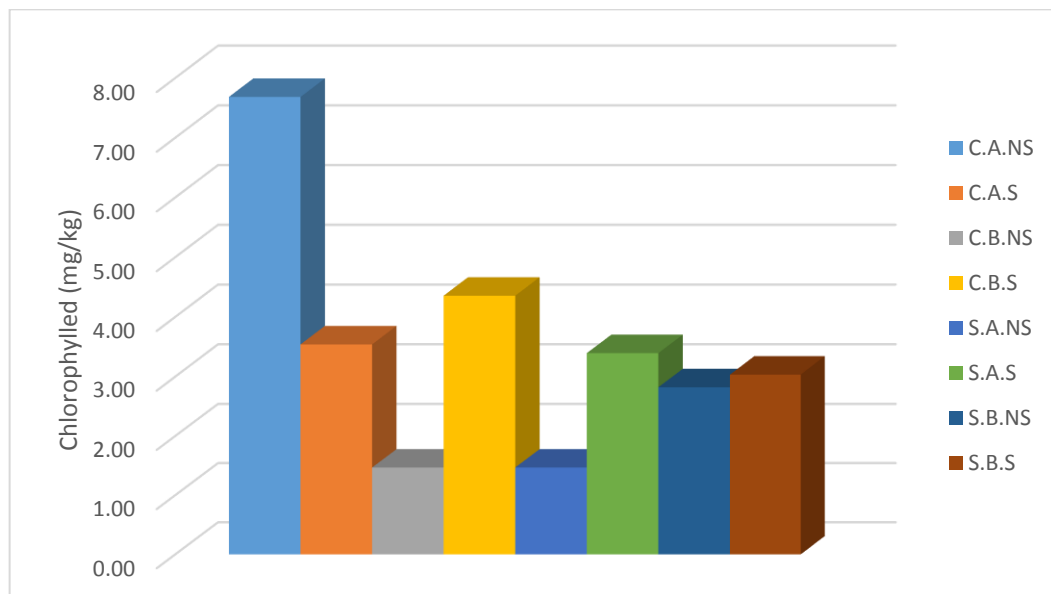


Figure 8 : Teneurs en chlorophylles dans les huiles étudiées (mg/kg)

Comparativement à la chlorophylle, l'huile de Chemlal de Ain Elkhadra non stockée montre une teneur en caroténoïdes plus élevée que les autres huiles. Les teneurs en caroténoïdes diffèrent en fonction de la variété, la région de récolte et le stockage des olives (**Figure 9**).

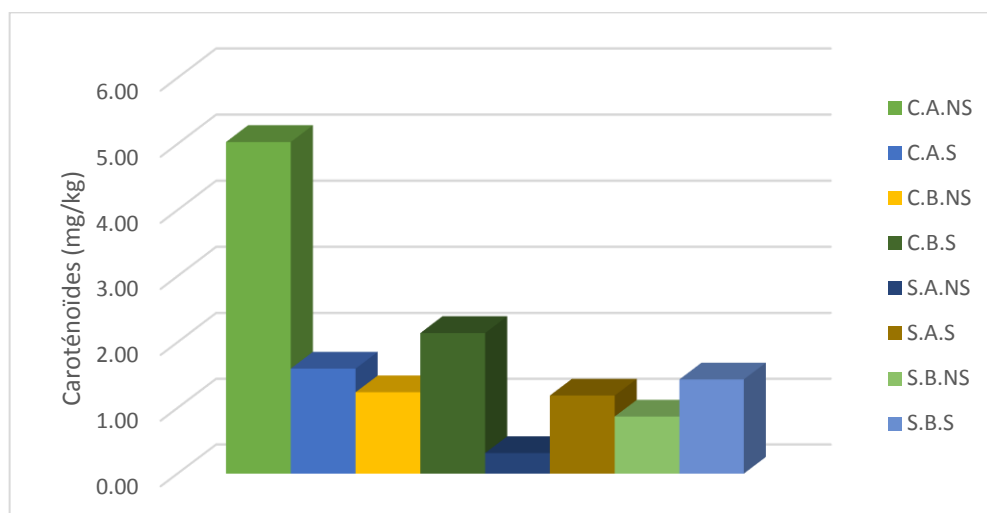


Figure 9 : Teneurs en caroténoïdes dans les huiles étudiées (mg/kg)

A l'exception de Chemlal d'Ain Elkhadra, le stockage des olives a augmenté les teneurs en chlorophylle et en caroténoïdes pour les autres types d'olives. Les teneurs en chlorophylle et caroténoïdes des huiles de la variété Sigoise enregistrées dans notre étude sont inférieures à celles enregistrées par **Hadj Sadok et al. (2018)** pour la même variété issue de la Wilaya de Bejaia.

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 ; d'où l'intérêt de produire des huiles d'olive à partir d'olives mûres et de procéder au défeuillage lors de l'extraction de l'huile. En effet, au début de la maturité des olives, la concentration en chlorophylles est élevée. Cette valeur diminue continuellement au fur et à mesure de la maturité des olives. Cette diminution est due à la dégradation de la chlorophylle en phéophytines qui confèrent à l'huile sa couleur jaune (**Boulfane et al., 2015**).

4.3.4 Polyphénols totaux

Les teneurs en polyphénols totaux diffèrent significativement ($p < 0,05$) en fonction de la variété, la région et le stockage des olives (**Tableau 14**). La teneur la plus élevée est enregistrée par l'huile de Chemlal de Boussaâda non stockée ($159,89 \pm 0,32 \mu\text{g/ml}$) alors que la teneur la plus faible est enregistrée par l'huile de Sigoise d'Ain Elkhadra non stockée ($7,37 \pm 1,26 \mu\text{g/ml}$).

Dans leur étude sur les huiles de Sigoise et Chemlal de Bejaïa, **Abdessemed et al. (2018)** ont trouvé une teneur plus élevée de polyphénols totaux dans l'huile de Chemlal que dans l'huile de Sigoise ; ce qui est en concordance avec nos résultats.

En fait, les variations des teneurs des polyphénols peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs à savoir la maturité des olives, le stockage avant la trituration des olives, la méthode de fabrication, mais elles dépendent également de la variété cultivée et de la zone géographique (**Garcia et al., 2003**).

Tableau 14 : Teneurs en polyphénols totaux dans les huiles (µg/ml)

Variétés	Polyphénols totaux (µg/ml)
C.A.NS	81,26±0,84 ^a
C.A.S	35,37±0,84 ^b
C.B.NS	159,89±0,32 ^c
C.B.S	38,53±2,32 ^b
S.A.NS	7,37±1,26 ^d
S.A.S	72,95±0,95 ^a
S.B.NS	71,05±6,63 ^a
S.B.S	146,21±4,74 ^c

Abréviations : CBNS : Chemlal Boussaâda non stocké. CBS : Chemlal Boussaâda stocké. CANS : Chemlal Ain Elkhadra non stocké. CAS : Chemlal Ain Elkhadra stocké. SBNS : Sigoise Boussaâda non stocké. SBS : Sigoise Boussaâda stocké. SANS : Sigoise Ain Elkhadra non stocké. SAS : Sigoise Ain Elkhadra stocké. Les valeurs dans le tableau représentent la moyenne de 3 mesures ± SEM. 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).

Dans leur étude sur les huiles de Sigoise et Chemlal de Bejaïa, **Abdessemed et al. (2018)** ont trouvé une teneur plus élevée de polyphénols totaux dans l'huile de Chemlal que dans l'huile de Sigoise ; ce qui est en concordance avec nos résultats.

En fait, les variations des teneurs des polyphénols peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs à savoir la maturité des olives, le stockage avant la trituration des olives, la méthode de fabrication, mais elles dépendent également de la variété cultivée et de la zone géographique (**Garcia et al., 2003**).

L'huile d'olive contient une quantité appréciable de composés phénoliques. Les polyphénols passent dans l'huile lors de son extraction. Les ortho diphénols (hydroxytyrosol, l'oleuropéine, oléocanthal...), présents dans l'huile d'olive, lui confèrent plus de stabilité lors du stockage, une saveur amère et la sensation de piquant (**Hadj Sadok et al., 2018**).

4.3.4 Flavonoïdes totaux

A partir des résultats des teneurs en flavonoïdes représentées dans le tableau 15, on observe que pour les deux variétés issues de deux régions, le stockage des olives a augmenté le teneur en flavonoïdes. La teneur en flavonoïde la plus élevée est enregistrée par l'huile de Sigoise de Boussaâda stocké soit $32,69 \pm 0,238$ $\mu\text{g/ml}$.

Tableau 15 : Teneurs en flavonoïdes totaux dans les huiles ($\mu\text{g/ml}$)

Variétés	Flavonoïdes totaux ($\mu\text{g/ml}$)
C.A.NS	$10,49 \pm 0,168^a$
C.A.S	$11,58 \pm 0,079^a$
C.B.NS	$16,78 \pm 0,683^b$
C.B.S	$18,03 \pm 0,109^b$
S.A.NS	$3,33 \pm 0,040^c$
S.A.S	$7,59 \pm 0,089^d$
S.B.NS	$17,05 \pm 0,040^b$
S.B.S	$32,69 \pm 0,238^e$

Abréviations : CBNS : Chemlal Boussaâda non stocké. CBS : Chemlal Boussaâda stocké. CANS : Chemlal Ain Elkhadra non stocké. CAS : Chemlal Ain Elkhadra stocké. SBNS : Sigoise Boussaâda non stocké. SBS : Sigoise Boussaâda stocké. SANS : Sigoise Ain Elkhadra non stocké. SAS : Sigoise Ain Elkhadra stocké. Les valeurs dans le tableau représentent la moyenne de 3 mesures $\pm$ SEM. 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).

Dans l'ensemble, les teneurs en flavonoïdes totaux diffèrent significativement ($p < 0,05$) en fonction de la variété, la région et le stockage des olives.

4.3.5 Activité antioxydante

Les résultats illustrés dans la figure 10 révèlent des activités antioxydantes très élevées dépassant les 60 % pour la plus part des huiles étudiées. Les valeurs de l'activité antioxydante les plus élevées sont observées pour l'huile de CANS et SAS soit 94,21 et 95,39 % respectivement.

Le stockage des olives avant extraction a diminué l'activité antioxydante des huiles de la variété Chemlal mais il l'a augmenté pour les huiles de Sigoise.

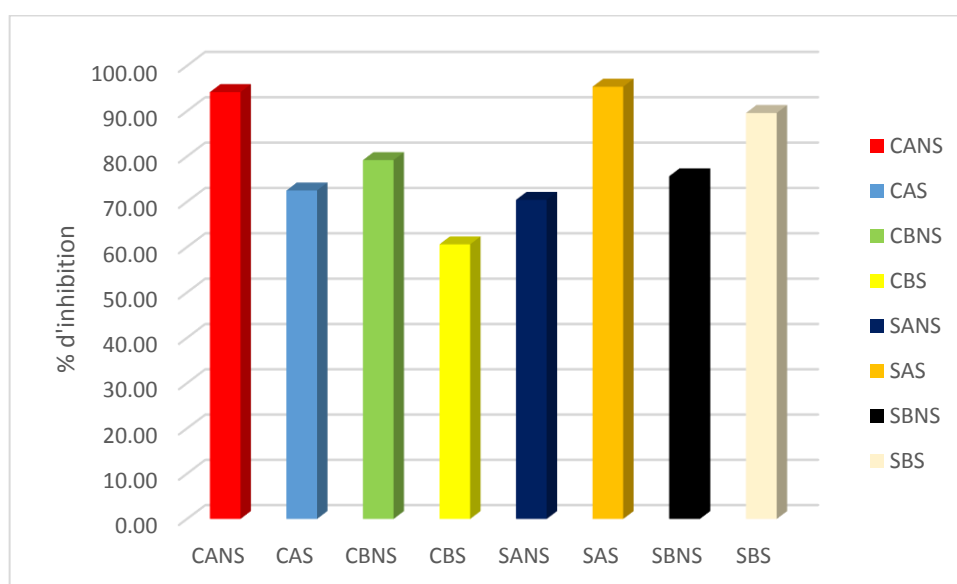


Figure 10 : Activité antioxydante des huiles de Sigoise et Chemlal d'Ain Elkhadra et Boussaâda (%)

L'activité antioxydante de l'huile d'olive est due principalement à la fraction phénolique incluant les flavonoïdes. Parmi les composés phénoliques de l'huile d'olive oleuropein aglycone, luteolin, ligstroside aglycone et apigenin (**Bakhouché, 2015**).

Conclusion

Ce travail dans son premier volet est une contribution à l'étude de la diversité phénotypique de deux variétés d'olivier (Sigoise et Chemlal) issues de deux régions (Boussaâda et Ain Elkhadra) à climat et au type du sol différent dans la Wilaya de M'sila. Le deuxième volet est consacré à l'évaluation de l'impact de la variété, la région et la durée de stockage des olives sur la qualité de l'huile d'olive, ses principes actifs et son activité antioxydante.

Les échantillons ont été collectés manuellement à partir de deux vergers à Ain Elkhadra et à Boussaâda (Wilaya de M'sila). Les deux propriétaires ont les mêmes variétés d'olivier (Chemlal et Sigoise) à des âges très proches (11 et 13 ans) et font les mêmes pratiques culturelles (travail du sol autour des oliviers, pas de fertilisation du sol, pas de traitement des mauvaises herbes ou de maladies) mais l'agriculteur de Boussaâda pratiqué deux systèmes d'irrigations goutte à goutte et aspersion alors que l'arboriculteur de Ain Elkhadra pratiqué un système d'irrigation traditionnel.

Les caractéristiques morphologiques qualitatives de fruit et de l'endocarpe des variétés étudiées ont montré des différences fortement significatives ($p < 0,001$) en fonction de la région de récolte et de la variété étudiée. Ces variabilités phénotypiques pourraient être attribuées en grande partie aux facteurs génétiques et pédoclimatique.

L'étude des paramètres physico-chimiques de qualité des huiles d'olives issues d'Ain Elkhadra et Boussaâda et la comparaison des résultats avec les normes du COI nous a permis de classer les huiles en trois catégories : 'huile d'olive vierge extra', 'huile d'olive vierge courante' et 'huile d'olive vierge lampante'. Dans l'ensemble, les paramètres physico-chimiques étudiés ont été influencés par la différence de la variété, la région de collecte et le stockage des fruits. Le stockage des olives a augmenté l'acidité et le coefficient K_{270} des huiles ce qui les a déclassé.

Le stockage des olives a augmenté les teneurs en chlorophylle et en caroténoïdes dans les huiles étudiées. En revanche, le stockage des fruits d'olivier a diminué les teneurs en polyphénols totaux et l'activité antioxydante pour les huiles de Chemlal et les a augmenté pour les huiles de Sigoise. Il a augmenté aussi les teneurs en flavonoïdes pour toutes les huiles étudiées.

Au terme de ce travail, il apparaît que les variétés d'olivier Chemlal et Sigoise sont les plus répondues et les plus adaptées dans la Wilaya de M'sila. Elles donnent des huiles de très bonne qualité si les fruits sont triturés directement après cueillette. La pratique de stockage des olives avant trituration, répondue chez certains agriculteurs, conduit à l'augmentation de l'acidité des huiles et à leur déclassement.

En perspective, il est souhaitable d'élargir le nombre de variétés et d'étudier leur adaptation avec les conditions pédoclimatiques de la Wilaya de M'sila. Il est d'importance aussi d'évaluer la qualité des huiles issues de ces variétés.

Annexe 1

Questionnaire auprès des arboriculteurs sur la culture de l'olivier

(wilaya de M'Sila)

Date :.....

Lieu :.....

1. Informations sur l'exploitation

1.1 L'arboriculteur :

- Nom et Prénom :
- Age :
- Formation : non formé formé en agriculture Autre*
*préciser
- Fonction : Arboriculteur Arboriculteur et autre*
*préciser la deuxième fonction
- Main d'œuvre : oui* non
*préciser le nombre, qualification, familial ou non, permanente ou saisonnier

1.2- Le verger :

- La superficie : totale exploitée
- Le foncier : propriétaire location Attribution*
*dans quel cadre ?
- Date de création de l'exploitation :
- Types du sol :
- Type de culture : arboriculture arboriculture + autre*

*préciser les autres cultures

- Types des arbres implantés : + nombre
- Source d'irrigation : puits ☐ fourrage ☐ autre* ☐

*préciser

- Subvention étatique : oui* ☐ non ☐

*préciser dans quel cadre ?

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** ☐

*préciser : distance inter-arbre

**préciser

- Implantation : par bouture ☐ petit arbre ☐
- Mode implantation : par une seul étape ☐ en plusieurs ☐
- Age des arbres
- Pourcentage de réussite des arbres
- Durée entre implantation et fructification
- Variétés exploitées :

*comment se fait le choix des variétés (critères de choix)

- Variétés plus productives :
- Variétés plus résistante (maladies et climat)
- Travail du sol autour des oliviers : oui* ☐ non ☐

*préciser le temps et la fréquence

- Irrigation des arbres : oui* ☐ non ☐

*préciser le temps et la fréquence

- Fertilisation : oui* ☐ non ☐

*préciser : chimique ou naturelle + fréquence

- Traitement des mauvaises herbes : oui* ☐ non ☐

*préciser : mécanique ou chimique

- Traitement des maladies si elles existent : oui* ☐ non ☐

*préciser type de maladies et de traitement

- Type de récolte :

2.2 Conservation et commercialisation des olives :

- Quantité produite :

- Quantités commercialisée :

- Transformation des olives : oui* ☐ non ☐

*préciser : trituration, olives de table....

- Prix de vent :

- Rentabilité : oui ☐ non ☐

Annexe 2

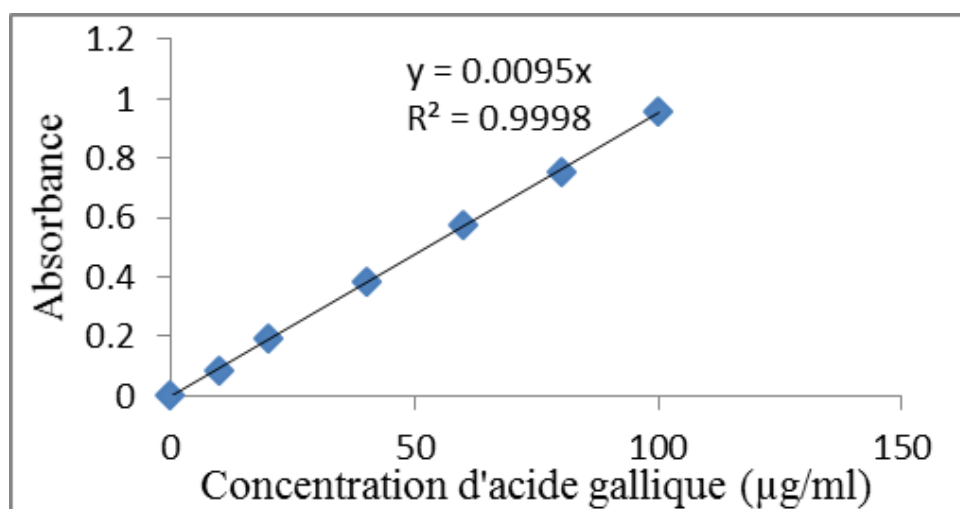


Figure a1 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique (µg/ml)

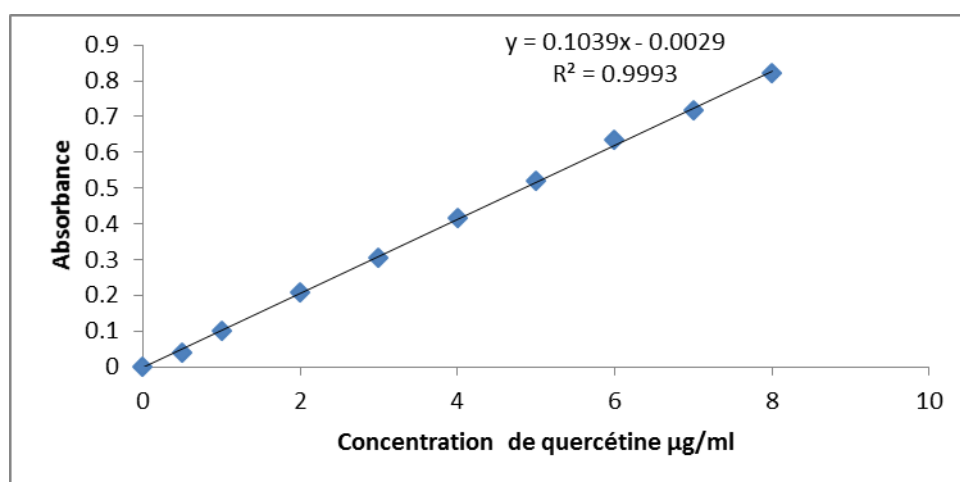


Figure a2 : Courbe d'étalonnage de la quercétine (µg/ml)

Références Bibliographiques

Abdessemed S., Abdessemed A., Boudchicha RH., Benbouza H. Caractérisation et identification de quelques écotypes d'olivier *Olea europaea* L en Algérie. Agriculture. (2018). 8(2) : 26-43

Achour A., 1995. L'huile d'olive, 1er Edit, Maison de livre Ain M'Lila. 110p.

Addou S. 2017. Etude des paramètres physico-chimiques et organoleptiques de l'huile d'olives de la variété Sigoise dans la région de Tlemcen. Master en Agronomie. Université de Tlemcen.

Alaoui H. 2017. Etude de la diversité morphologique de quelques variétés d'olivier. License Sciences et Techniques en Biotechnologie & Valorisation des Phyto Ressources. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Faculté des Sciences et Techniques de Fès. 31p

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.

Amouritti M et Comet G., 1985. Le livre de l'olivier. Ed. Edisud.76p.

Angerosa F., Servili M., Selvaggini R., Taticchi A., Esposto 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.

Anonyme 1: <http://www.aps.dz/economie/73385-huile-d-olive-l-algerie-recele-un-grand-potentiel-en-vue-d-investir-le-marche-international>.

Anonyme 2: <https://www.tsa-algerie.com/pourquoi-lalgerie-ne-produit-pas-une-huile-dolive-de-qualite/>

ANSES-CIQUAL. 2017. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail. [https://ciqual.anses.fr/#/aliments/13147/olive-green-stuffed-\(anchovy-sweet-peppers-etc%E2%80%A6\)](https://ciqual.anses.fr/#/aliments/13147/olive-green-stuffed-(anchovy-sweet-peppers-etc%E2%80%A6))

Argenson C., Régis S., Jourdain J. M., Vaysse P. 1999. L'olivier. Ed. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. 204p.

Bakhouch A. 2015. New challenges in analytical determination of olive oil polyphénols. Potential use as markers linked to pédoclimatique, agronomic and technological conditions. Doctoral thesis. University of Granada. Spain. 351p.

Bakhouch A., Lozano-Sánchez J., Bengana M., Fernández-Gutiérrez A., Segura-Carretero A. Time course of Algerian Azeradj extra-virgin olive oil quality during olive ripening. *Eur. J.Lipid Sci. Technol.* (2015), 117, 1-9.

Baldy C. 1979. Quelques directions de travail concernant la bioclimatologie de l'olivier. Document ronéotypé. Juin, 1979.

Bedjaoui K., Bensalem S. 2012. Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive de deux variétés étrangères : Picholine marocaine et Maurino. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Contrôle de Qualité et Analyses. Université Abderrahmane MIRA de Béjaia. 95p.

Ben Hassine, 2013 in Oudina M.A. Et Baziz A. Etude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois échantillons d'huiles d'olives Algérien. Mémoire de Master. Université des Frères MENTOURI Constantine 1. 76p.

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.

Besnard G., Berville A. 2005. Les Origines de l'Olivier (*Olea europaea* L.) et des oléastres. Ed. AITAE, AEP.

Boukhezna B. 2008. Contribution à l'étude de l'oléiculture dans les zones arides : Cas de l'exploitation de Dhaouia (Wilaya d'El-Oued). Université Kasdi Merbah-Ouargla. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie Saharienne. 77p.

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. (2015). 87: 8022– 8029

Burton G.W., 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, 19, pages 194-201, 1986.

Chouaki S., Bessedik F., Chebouti A., Maamri F., Oumata S., Kheldoun S., Hamana M.F., Douzene M., Bellah F. et Kheldoun A. 2006. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques. INRA Algérie/ juin 2006. Pp : 74-75.

Civantos L. 1998. L'olivier, l'huile d'olive et l'olive, Ed, Conseil oléicole international, 130 p.

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

C.O.I. 1998. L'Olivier, l'huile, l'olive - Madrid / Espagne.

C.O.I. 2006. Guide gestion de la qualité de l'industrie d'extraction de l'huile de grignons d'olive, 2006 ; T.33-1 /Doc. n°4.

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.

Douzane M., Bellal M.M. Etude des caractéristiques physico-chimiques des huiles de quelques variétés de populations d'olive de la région de Bejaïa. *Sciences & Technologie c* – n°22, (2004), 86-93.

DSA, 2015 in Fodhili O. E., Reguig M. 2017. Entomofaune de l'olivier dans la région d'El Bouhayra (Ouanougha, M'sila). Mémoire de Master Académique. Université Mohamed Boudiaf - M'sila. 62p.

Fantanazza G., 1988. Comment cultiver en vue de la qualité de l'huile. In revue *Oliva* N ° 24. PP : 31-34.

FAO, 2003 in Nacer M. 2014. Dépendance Mycorhizienne De L'olivier (*Olea Europaea* l) Dans l'est algérien et mycorhization contrôlée de la variété Ferkeni. Thèse De L'obtention Du Diplôme De Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 181p.

FAO. 2019. Food and Agricultural Organization. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data>

Fellah S. 2018. Caractérisation des variétés d'olives dans la zone de Hassi Ben Abdellah « cas de l'exploitation de BENSACI. Master Académique/Professionnel, Gestion des agro-systèmes. Université Kasdi Merbah Ouargla. 79p.

Fouin J., Sarfati C. 2002. Le guide des huiles d'olive. Ed. Du Rouergue. 335p.

Fu, L., Xu, B.T., Xu, X.R., Gan, R.Y., Zhang, Y., Xia, E.Q. and Li, H.B., Antioxidant capacities and total Phenolic contents of 62 fruits”, *Food Chemistry*, (2011). 129: 345-350.

Gandul-Rojas B., Minguez-Mosquera M. I. Use of Chlorophyll and carotenoid Pigment Composition to Determine Authenticity of virgin Olive Oil. *Journal of American Oil Chemist's Society*.(2000). 77: 853-858.

Garcia, A. Brenes, M. Garcia, P. Romero, C. et Garrido, A. Phenolic content of commercial olive oils. *European Food Research and Technology*. (2003). 216 (6) : 520-525.

Garcia-Gonzalez D.L., Aparicio-Rui R. et Aparicio R. Virgin olive oil-chemical implications on quality and health. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2008.110:1-6.

Ghout L., Hadjam K. 2013. Contribution à l'étude morphologique de quelques variétés d'olivier (*Olea europaea* L.) algériennes. Mémoire de Master en Environnement et Sécurité Alimentaire. Université Abderrahmane MIRA de Bejaia. 78p.

Grati Kamoun N. 2007. Etude de la diversité génétique de l'olivier en Tunisie Approche pomologique, chimique et moléculaire. Thèse de doctorat en sciences biologique. Institut de l'olivier .Faculté des sciences de Sfax / Université de Sfax. 68-70.

Guignard J., Dupont F. 2004. Systématique moléculaire. Botanique : la famille des plantes. Editions Masson, Paris, France. 336.

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.

Hannachi H., Msallem M., Ben Elhadj S., El Gazzah M. Influence du site géographique sur les potentialités agronomiques et technologiques de l'olivier (*Olea europaea* L.) en Tunisie. *Comptes Rendus Biologies*, (2007). 330 (2) : 135-142.

Henry S. 2003. L'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université Henri Poincare - Nancy 1. 127p. *Invest.* (2000).18: 214-22.

ISO. 1996. Organisation Internationale de Normalisation : 660 : Corps gras d'origines animale et végétale -Détermination de l'indice d'acide et de l'acidité.

ISO.2007. Organisation Internationale de Normalisation : 3960 : Corps gras d'origines animale et végétale - Détermination de l'indice de peroxyde - Détermination avec point d'arrêtiométrique.

ITAFV. 2006. Institut Technique De L'arboriculture Fruitière Et De La Vigne. La culture de l'olivier. 37p.

Koh, P. H., Mokhtar, R. A., and Iqbal, M. Antioxidant potential of Cymbopogon citrates extract: alleviation of carbon tetrachloride-induced hepatic oxidative stress and toxicity. *Hum. Exp. Toxicol.* (2012). 31: 81-91.

Koolen, H. F., Da Silva, M. A., Gozzo. C., De Souza. Q. L., and De Souza, A. D. L. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of Phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC–ESI-MS/MS. *Food Research International*. (2013). 51: 467-473.

Loussert R. et Brousse C. 1978 in Boukhezna B. 2008. Contribution à l'étude de l'oléiculture dans les zones arides : Cas de l'exploitation de Dhaouia (Wilaya d'El-Oued). Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie Saharienne. Université Kasdi Merbah-Ouargla. 77p

Loussert R., Brousse G. 1978. L'olivier : techniques agricoles et productions méditerranéennes, Ed. Maisonneuve et Larousse, Paris, France. 480p.

Mahmoudi S., Khali M., Benkhaled A., Boucetta I., Dahmani Y., Attallah Z., Belbraouet S. Fresh figs (*Ficus carica* L.): pomological characteristics, nutritional value, and phytochemical properties. *Eur. J. Hortic. Sci.* (2018, 83), 104-113.

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

Mendil M. et Sebai A. 2006. Catalogue national des variétés de l'olivier.100p.

Mendil M., 2009. L'oléiculture: Expériences algériennes. *Revue Fillaha Innove* N°4 Avril-Mai 2009. 23p.

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

Ouedrhiri M., Benismail C., El Mohtadi F., Achkari-Begdouri A. Évaluation de la qualité de l'huile de pulpe d'olive vierge de la variété Picholine marocaine. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* (2017). 5 (2) : 142-148

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.

Pagnol J. 1985. L'olivier. Ed. Au Banel. 287p.

Perez-Jimenez F., Ruano J., Perez-Martinez P., Lopez-Segura F. ET 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.

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.

Rol R. Jacanon M., 1988-Flore des arbustes et arbrisseaux.Ed.la Maison rustique, Paris. 51p.

Rouas S., Rahmani M., El Antari A., Idrissi D. J., Souizi A., Maata N. Effect of geographical conditions (altitude and pedology) and age of olive plantations on the typicality of olive oil in Moulay Driss Zarhoun. *Mediterranean Journal of Biosciences*, (2016). 1(3): 128-137.

Ruiz-Gutiérrez V., Morgado N., Parada J et al.(1998). Composition of human VLDL triacylglycerol after ingestion of olive oil and high oleic sunflower oil. *The Journal of Nutrition*. 128: 570-576.

Ryan D., Robards K. and Lavee S. Assessment of quality in olive oil. *Olivae*. (1998). 72: 23-41.

Sánchez-Fidalgo S., Villegas I., Cárdeno A., Talero E., Sanchez-Hidalgo M., Motilva V., de la Lastra C. A. Extra-virgin olive oil-enriched diet modulates DSS colitis- associated colon carcinogenesis in mice. *Clin Nutr*.(2010). 29(5) : 663-673.

Sebai A., Saibi Z., Boukari N., Saidani F., Belkacemi S., Nait Taheen R., Boulouha B., Benchabane. Etude des caractéristiques de la biologie florale chez les clones sélectionnés de la variété population « picholine marocaine» Olivae. (1995). N° 58 : 48-53.

Serafini F. L'oléiculture face aux changements climatiques en Méditerranée. Watch Lettre. N°37- Septembre 2016.

Villa P., 2003. La culture de l'olivier, Editions De Vecchi S.A. Paris, 143p.

ملخص

تمثل بساتين الزيتون الجزائرية حوالي 33٪ من إنتاج الأشجار. يشكل تنوع النوع والمناخ الملائم وكذلك ممارسات زراعة الأجداد مزايا تنافسية لتطوير قطاع الزيتون والإسهام في تحقيق الاكتفاء الذاتي في الزيوت النباتية. يهدف هذا العمل إلى تقييم تكيف نوعين من الزيتون (سيغواز و شمالال) في ولاية المسيلة من خلال التوصيف المورفولوجي للزيتون. كما يهدف إلى تحديد تأثير الصنف ومنطقة الحصاد وتخزين الزيتون على الجودة الفيزيائية والكيميائية للزيوت من هذه الأصناف. تم إنشاء استبيان لوصف البساتين التي تمت زيارتها ومجموعة من الوصفات المورفولوجية الكمية والنوعية للزيتون. لتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للزيوت ، تم تحديد الحموضة ومؤشر بيروكسيد والثوابت K232 و K270 وكذلك محتويات الكلوروفيل والكاروتينويد. تم قياس إجمالي محتويات البوليفينول والفلافونويد وتم تحديد نشاط مضادات الأكسدة بواسطة طريقة DPPH ، وأظهرت الخصائص المورفولوجية النوعية للفاكهة و النواة للأصناف التي تمت دراستها فروق ذات دلالة معنوية ($P < 0.001$). اعتمادا على منطقة الحصاد والنوع. تظهر نتائج الجودة الفيزيائية والكيميائية لزيوت الزيتون من عين الخضراء وبوسعادة ثلاث فئات: "زيت الزيتون البكر الممتاز" و "زيت الزيتون البكر الحالي" و "زيت الزيتون البكر لامبانت". بشكل عام ، تأثرت النوعية الفيزيائية والكيميائية ، ومحتويات البوليفينول والفلافونويد الكلي ونشاط مضادات الأكسدة بالفرق في التنوع ومنطقة التجميع وتخزين الفاكهة. زاد تخزين الزيتون من الحموضة ومعامل K270 للزيوت ، مما قلل من درجة هذه الزيوت.

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

Résumé

L'oliveraie nationale algérienne représente environ 33 % de la production arboricole. La diversité variétale et le climat favorable ainsi que les pratiques oléicoles ancestrales constituent des avantages compétitifs pour le développement de la filière oléicole et pour contribuer à l'autosuffisance en huiles végétales. Ce travail a pour objectif l'évaluation de l'adaptation de deux variétés d'olivier (Sigoise et Chemlal) dans la wilaya de M'sila à travers la caractérisation morphologiques des olives. Il vise aussi la détermination de l'impact de la variété, la région de récolte et le stockage des olives sur la qualité physico-chimique des huiles issues de ces variétés. Un questionnaire a été établi pour décrire les vergers visités et un ensemble de descripteurs morphologiques quantitatifs et qualitatifs des olives ont été mesurés. Pour l'évaluation de 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 déterminés. Les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes ont été mesurées et leur activité antioxydante a été déterminée par la méthode de DPPH. Les caractéristiques morphologiques qualitatives de fruit et de l'endocarpe des variétés étudiées ont montré des différences fortement significatives ($p < 0,001$) en fonction de la région de récolte et de la variété étudiée. Les résultats de la qualité physico-chimique des huiles d'olives issues d'Ain Elkhadra et Boussaâda montrent trois catégories : 'huile d'olive vierge extra', 'huile d'olive vierge courante' et 'huile d'olive vierge lampante'. Dans l'ensemble, les paramètres physico-chimiques étudiés, les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes ainsi que l'activité antioxydante ont été influencés par la différence de la variété, la région de collecte et le stockage des fruits. Le stockage des olives a augmenté l'acidité et le coefficient K_{270} des huiles ce qui les a déclassé.

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

Abstract

The Algerian olive grove represents about 33% of the arboreal production. Variety diversity and favorable climate as well as ancestral olive growing practices constitute competitive advantages for the development of the olive sector and contribute to self-sufficiency in vegetable oils. This work aims to evaluate the adaptation of two varieties of olive (Sigoise and Chemlal) in the Department of Msila through the morphological characterization of olives. It also aims to determine the impact of the variety, the harvesting region and the storage of olives on the physicochemical quality of the oils from these varieties. A survey was established to describe the orchards visited and a set of quantitative and qualitative morphological descriptors of the olives were measured. For the evaluation of the physicochemical quality of the oils, the acidity, the peroxide index, the constants K232 and K270 as well as the chlorophyll and carotenoid contents were determined. The total polyphenol and flavonoid contents were measured and their antioxidant activity was determined by the DPPH method. The qualitative morphological characteristics of fruit and endocarp of the studied varieties showed highly significant differences ($p < 0.001$) depending on the region of harvest and the variety studied. The results of the physicochemical quality of olive oils from Ain Elkhadra and Boussaâda show three categories: 'extra virgin olive oil', 'current virgin olive oil' and 'lampante virgin olive oil'. Overall, the physicochemical parameters studied, the total polyphenol and flavonoid contents and the antioxidant activity were influenced by the difference in the variety, the collection region and the fruit storage. The storage of olives increased the acidity and the K270 coefficient of the oils, which downgraded them.

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