



République Algérienne démocratique et populaire
Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique



Universitaire El Wancharissi -Tissemsilt-
Institut des sciences et de la technologie
Département des sciences de la nature et de la vie

Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention du Diplôme de MASTER
Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Spécialité : Biologie
Option : Biochimie appliquée

Thème

Caractérisation physico-chimique de l'huile d'olive produite dans la région de Tissemsilt.

Soutenu le.. ././2020, Devant le jury composé de :

Mme LAABES.S	M.C.B	Présidente	Présenté par :
Mr ARDJANE.T.A	M.A.A	Encadreur	M ^{elle} BOUGHENDJA FATIMA ZOHRA
Mr ZEMOUR.K	M.A.B	Co-encadreur	M ^{me} KABBAZ CHAHRAZED
Mr CHOUHIM.K.M	MA.A	Examineur	

Année universitaire : 2019-2020

REMERCIEMENT

Avant de débiter ce modeste travail, il nous est particulièrement agréable d'exprimer notre gratitude et nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Nos remerciements vont en particulier à Dieu, le tout puissant, qui nous a donnés la force et le courage pour poursuivre nos études.

Nos sincères remerciements sont également adressés à notre encadreur Monsieur ARDJANE pour son soutien et l'aide précieuse qu'il nous a apportés durant notre période de formation

Qu'il nous soit permis d'exprimer notre profonde reconnaissance et nos remerciements les plus sincères à Monsieur ZEMOUR, notre Co-encadreur, pour la confiance qu'il nous a accordée en nous proposant ce thème de recherche. Ses critiques constructives et sa rigueur scientifique nous ont été utiles pour mener à bien ce travail. Nous la remercions également pour sa disponibilité, sa patience, son extrême amabilité et ses qualités humaines.

Nous remercions l'agriculteur qui nous a remis les échantillons que nous avons étudié.

Nous adressons nos remerciements aux ingénieurs du laboratoire de Biochimie qui nous ont aidés à la réalisation de la partie pratique de notre mémoire.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé notre réflexion jusqu'à l'obtention du diplôme de master.

Enfin, nous tenons à témoigner toute notre gratitude aux membres du jury qui nous a fait l'honneur de lire et évaluer notre travail et ce malgré leurs innombrables occupations.

BOUGHENDJA Fatima Zohra.

KABBAZ Chahrazed.

DEDICACE

***Je remercie Allah, le tout puissant, de m'avoir donnée volonté,
santé et courage pour réaliser ce travail.***

Je dédie ce travail :

Â mes chers parents.

Â mes frères et sœurs.

Â mes grands- parents.

Â mes oncles, mes tantes, mes cousins et cousines.

Â mes amis(es) et particulièrement

Soumia, Naima.

***Â mon binôme «Chahrazed (très chère amie) et toute sa famille » qui a
partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.***

***Â toute la promotion, Master 2 Biochimie appliquée, 2019-2020, je
vous souhaite beaucoup de réussite dans la vie.***

A tous ceux qui me connaissent de près ou de loin.

Fatima Zohra.

DEDICACE:

Ce travail est achevé grâce à l'aide de Dieu le Tout Puissant

Je le dédie :

A ma mère.

A mon mari ABDELHADI.

A mes enfants ABD ELBASSET ET MARIA

A mes frères et sœurs.

*A mes collègues surtout Mr ARRJANE , Mr ADJEDJ, Mr FARLOU
et mon chère amie FATIMA TALEB*

A toute ma famille et belle famille.

A mon binôme « Fatima » et sa famille.

*A tous mes amis(es), surtout la promotion du Master 2 Biochimie
appliquée, 2019-2020.*

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

A vous tous Merci.

Chahrazed.

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Listes des figures

Introduction1

Partie bibliographique

Chapitre I : L'olivier et l'olive

I.1. Origine d'olivier	3
I.2. Classification botanique de l'olivier.....	4
I.3. Description d'olivier.....	5
I.4. Répartition géographique des oliviers en Algérie.....	6
I.4.1. Répartition en Algérie.....	6
I.5. Exigences pédoclimatiques de l'olivier.....	7
I.5.1. Exigences climatiques.....	7
I.5.1.1. La température.....	7
I.5.1.2. La Pluviométrie.....	7
I.5.2. Exigences pédologiques.....	8
I.6. Les principales variétés d'olivier en Algérie.....	8
I.6.1. Classification des variétés d'oliviers.....	8
I.6.1.1. Les olives à huile.....	8
I.6.1.2. Les olives de table.....	8
I.6.1.3. Les olives mixtes (Olives à double aptitude)	9
I.6.2. Les variétés d'olivier Algérien.....	9
I.7. L'olive.....	12
I.7.1. Généralité.....	12
I.7.2. Composition chimique de l'olive.....	13

Chapitre II : L'huile d'olive

II.1. Extraction de l'huile d'olive.....	14
II.2. Catégories des huiles d'olives.....	15
II.2.1. L'huile d'olive vierge extra.....	15

II.2.2. L'huile d'olive vierge.....	15
II.2.2.1. L'huile d'olive vierge courante.....	15
II.2.2.2. L'huile d'olive vierge lampante.....	16
II.2.3.L'huile d'olive raffinée.....	16
II.2.4. L'huile de grignons d'olive.....	16
II.3. Composition chimique de l'huile d'olive.....	16
II.3.1. La fraction saponifiable.....	16
II.3.1.1.Les acides gras.....	16
II.3.1.2.Les glycérides.....	17
II.3.2. Fraction insaponifiables.....	17
II.3.2.1.Les stérols.....	18
II.3.2.2.Les hydrocarbures.....	18
II.3.2.3.Les tocophérols.....	18
II.3.2.4.Les composés phénoliques.....	19
II.3.2.4.1.L'activité antioxydante des composés polyphénoliques.....	20
II.3.2.5.Les composés aromatiques	20
II.3.2.6.Les pigments colorants.....	20
II.4. Critères de qualité.....	21
II.4.1. L'acidité.....	22
II.4.2. L'indice de peroxyde.....	22
II.4.3. Coefficients d'absorption spécifique.....	22
II.4.4. Caractéristiques sensorielles.....	22
II.5. Intérêt pharmaceutique et nutritionnel de l'huile d'olive.....	24
II.5.1.Effet de l'huile d'olive sur le cancer.....	25
II.5.2.Effet de l'huile d'olive sur l'inflammation.....	25
II.5.3.Effet de l'huile d'olive sur l'hypertension.....	25

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériels et Méthodes

1. Objectifs de travail.....	27
2. Matériel végétal utilisé.....	27
3. Les paramètres mesurés.....	28
3.1. Caractères physiques.....	28
3.1.1 Indice de réfraction.....	28
3.1.1.1. Mode opératoire.....	28

3.1.2 Densité.....	28
3.1.2.1. Méthode de calcul.....	29
3.2. Caractères chimiques.....	29
3.2.1. Acidité.....	29
3.2.1.1. Mode opératoire.....	29
3.2.2. Indice de saponification.....	29
3.2.2.1. Mode opératoire.....	30
3.2.2.2. Méthode de calcul.....	30
3.2.3. L'indice d'ester.....	30
3.2.4. Taux d'impuretés.....	31

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Les paramètres mesurés.....	32
1.1. Caractères physiques.....	32
1.1.1. Indice de réfraction.....	32
1.1.2. Densité.....	33
1.2. Caractères chimiques.....	34
1.2.1. Acidité libre (%)	34
1.2.2. L'indice de saponification.....	35
1.2.3. L'indice d'ester.....	37
1.2.4. Taux d'impureté.....	38
1.2.5. La teneur total en polyphénols.....	39
1.2.6. Activité antioxydante de l'huile d'olive.....	39
Conclusion	40
Références bibliographiques.....	42

Annexes

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
I	Principales variétés d'oliviers cultivées en Algérie.	9
II	Composition en acides gras de l'huile d'olive.	17
III	Indice de réfraction de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt durant la campagne 2018-2019.	32
IV	Densité de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt durant la campagne 2018-2019.	33
V	Acidité (%) de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt durant la campagne 2018-2019.	34
VI	L'indice de saponification (mg KOH/g) de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt durant la campagne 2018-2019.	35
VII	L'indice d'ester (mg KOH/g) de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt durant la campagne 2018-2019.	37
VIII	Valeurs de taux d'impureté de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt durant la campagne 2018-2019.	38

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	L'arbre de l'olivier avec feuilles et olives	5
2	Composition du fruit d'olivier	6
3	Fruits de la variété Sigoise	11
4	Fruits de la variété Chemlal	11
5	Fruits de la variété BouchoukGuergour	12
6	Carte géographique représentent l'emplacement de quatre zones différentes au sein de la wilaya de Tissemsilt.	27
7	Les quatre échantillons d'huile d'olive testés	27
8	L'indice de réfraction des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.	32
9	Densité des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.	33
10	L'indice d'acidité des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.	35
11	Variation de l'indice de saponification (mg KOH/g) des quarts échantillons d'huile d'olive étudiés.	36
12	Variation de l'indice d'ester mg KOH/g) des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.	37
13	Variation de taux d'impureté des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.	38

LIST DES ABREVIATIONS

SAU: Surface Agricole Utilisée.

m: Mètre.

%: Pourcentage.

J .C: Jésus-Christ.

ha: Hectare.

S: Sépales.

P: Pétales.

E: étamines.

C: Carpelles.

t/an: Tonne par année.

° F: Degré Fahrenheit.

°C: Degré Celsius.

mm: Millimètre.

mm/an: Millimètre par année.

g: Gramme.

Cm: Centimètre.

mg: Milligramme.

Na: Sodium.

Fe: Fer.

Ca: Calcium.

Mg: Magnésium.

S: Soufre.

Mn: Manganèse.

P: Phosphore.

Cu: Cuivre.

Cl: Chlore.

C14:0: Acide myristique.

C16:0: Acide palmitique.

C16:1: Acide palmitoléique.

C17:0: Acide heptadécanoïque.

C17:1: Acide heptadecénoïque.

C18:0: Acide stéarique.

C18:1: Acide oléique.

OOO: Trioléine .

POO: Palmitylldioléine.

LOO: Linoléyldioléine.

POL: Palmityl-2-oléo-3- linoléine.

SOO: Stéaryldioléine.

O : Acide oléique.

L : Acide linoléique.

P : Acide palmitique.

S : Acide stéarique.

PUFA: Faible Teneur en Acides gras Polyinsaturés.

MUFA: Teneur Elevée en Acides gras Monoinsaturés.

EVOO: Extra Virgin Olive Oil « huile d'olive extra vierge ».

µm: Micromètre.

AG: Acides Gras.

VOO: Virgin Olive Oil « huile d'olive vierge ».

α: Alpha.

β: Beta.

γ : Gama.

δ: Delta.

kg: kilogramme.

ROS: Reactive Oxygen Species « espèces réactives de l'oxygène ».

Da: Dalton.

LOX: Lipoxygénase.

Mg²: Ion magnésium.

CDB: Double Bonds Conjugées « doubles liaisons conjuguées».

C3: Carbone numéro 3.

CE: Commission Européenne.

COI: Conseil Oleicol International.

K270: Coefficient d'extinction spécifique a 270 nanomètre.

K232: Coefficient de l'extinction spécifique a 232 nanomètre.

FAO: Food and Agriculture Organization.

méquiv.O2/Kg: Milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme d'huile.

Max: Maximum.

Uv: Ultra Violet.

mg/kg: Milligramme par kilogramme.

nD 20°C: Indice de réfraction a 20°C « refractive index has 20°C».

nm: Nanomètre.

ml: Millilitre.

LDL-C : Low Density Lipoprotein-Cholesterol « Lipoprotéine-cholesterol de basse densité ».

HDL: High Density Lipoprotein « Lipoprotéine de haute densité ».

HDL-C: High Density Lipoprotein-Cholesterol « Lipoprotéine-cholesterol haute densité ».

AGMA: Acide Gras Mono-Insaturés.

HT29: human colon cancer cell line.

Caco-2: une lignée cellulaire humaine d'origine intestinale

R: Angle de refraction.

t: Température de la détermination

T: Température de référence.

F: Facteur de correction.

n_D^t : L'indice de réfraction pris sur le réfractomètre.

d: Densité.

IS: Indice de saponification.

IA : Indice d'acide.

mol: Mole.

N: Normalité.

M: Masse molaire.

V: Volume.

KOH: L'iodure de potassium.

C: Concentration.

MC: Mouloudia Club.

mg GAE / kg: Milligramme équivalent Acide Gallique par kilogramme.

OLEO: Oléocanthal.

OLEA: Oleaceine.

T: Tyrosol.

HT: Hydroxytyrosol.

IA : Indice d'acide.

CA: Codex Alimentarius.

TPC : Composés Phénoliques Totaux.

DPPH : Dosage de l'activité antioxydante.

SH-: Groupe sulfhydryle.

NH-: Groupe carbonyle.

OH-: Groupe hydroxyle.

min: Minute.

Na₂S₂O₃: Thiosulfate de sodium.

Introduction

Introduction

L'olivier est une espèce oléagineuse qui offre une huile alimentaire de haute qualité. Vu cette dernière caractéristique, il représente le symbole du secteur agricole et industriel dans toute la région méditerranéenne. Non seulement reconnu par ses avantages économiques offerts par l'huile d'olive mais aussi, la culture des oliviers joue un rôle considérable dans la protection de l'environnement. Actuellement plus de 900 millions d'arbres cultivés ont été recensés à travers le monde, dont 95% d'oliveraies mondiales sont localisées dans la méditerranée (**Lazzeri., 2009**).L'huile d'olive est appréciée aussi bien pour sa saveur caractéristique et sa valeur nutritive, que pour sa valeur biologique. Seule une huile d'olive de qualité peut rivaliser avec d'autres huiles végétales.

L'huile d'olive extraite a des propriétés médicinales et cosmétiques indéniables. De nombreuses études ont confirmé la place de son utilisation dans la nutrition humaine et la médecine traditionnelle. Elles ont démontré son action préventive et curative contre plusieurs maladies comme la dégénération mentale, le cancer, le diabète. Cette fraction lipidique joue également un rôle primordiale dans la fortification du système immunitaire, la diminution de la pression artérielle, la régulation du cholestérol, lissage des cheveux et encore dans l'hydratation naturelle de la peau. Toutes ces caractéristiques sont le résultat de la richesse de l'huile d'olive en acides gras mono et polyinsaturés notamment l'acide oléique et linoléique ainsi que la présence des autres biomolécules mineures, tels que les vitamines, les stérols et les antioxydants naturels (**Luaces et al., 2003**).

Du point de vue agricole et économique, la filière oléagineuse en Algérie, dominé par la production d'huile d'olive, est en plein essor. Elle représente l'activité arboricole la plus dominante où elle couvre 24 % de la surface agricole utilisée (SAU) réparties grandement sur les zones Est et centre-Est du pays notamment dans la région de Kabylie. Pour cela la culture de l'olivier s'avère aussi comme l'activité agricole qui est la plus pratiquée. La variété Chemlal, également appelée Achamlal, Achamli et Achemlal, est typique de cette région. Il représente environ 40% des oliviers cultivés en Algérie. Du point de vue physiologique, cette variété se particularise par sa bonne adaptation aux conditions environnementales contraignantes.

La qualité de l'huile est influencée par nombreux facteurs climatiques, géographiques, pédologiques et génétiques, ainsi que par le mode d'extraction, les pratiques agricoles et les conditions de stockage. Cette qualité dépend d'abord de la cueillette des olives et par la suite des différentes étapes qui s'étendent de leurs conditionnement à la conservation de l'huile **(Cavusogluet Oktar.,1994)**.

Le cultivar joue un rôle important dans la qualité de l'huile. En effet, ce sont les caractères génétiques qui influent sur la résistance ou sur la susceptibilité aux maladies, ravageurs et aléas climatiques du cultivar et qui déterminent largement la qualité de l'huile **(Civantos., 2006)**.

Ce travail a pour objet de réaliser une analyse physico-chimique de quatre échantillons d'huile d'olive collectés à travers de la wilaya de Tissemsilt. Cette caractérisation opte pour la mesure de l'indice d'acidité, la détermination de l'indice de saponification et d'ester et enfin le taux d'impureté. Le processus d'oxydation a été suivi par la détermination de l'indice de réfraction et la densité. Cette étude est considérée comme une première initiative scientifique faite dans notre zone sur l'huile d'olive. Cela va nous permettre de bien caractériser qualitativement cette huile produite dans la région de Tissemsilt et nous procurer l'image positive de la valeur des produits agricoles locaux et de l'avenir de l'agriculture régionale.

Hormis l'introduction et la conclusion, la thèse est organisée en trois grandes parties, la première partie consiste en une synthèse bibliographique tout en donnant une brève généralité sur l'olivier et l'huile d'olive. La deuxième partie porte sur la présentation des méthodes expérimentales employées. Enfin une dernière partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus ainsi que leur interprétation.

Partie bibliographique

Chapitre I

L'olivier et l'olive

I. L'olivier et l'olive :

I.1. Origine d'olivier :

L'olivier (*Olea europaea L.*) appartient à la famille des plantes *Oleaceae* et est un arbuste à feuilles persistantes qui produit le fruit de l'olivier. Il peut atteindre 15 m de haut et mûrir lentement, mais peut vivre des centaines d'années (**Habibi et al., 2015**). Il est originaire d'une vaste zone du bassin méditerranéen et de certaines parties de l'Asie mineure (**Waterman et Lockwood., 2007**). Cependant, il est maintenant cultivé dans le monde entier, en particulier dans la région méditerranéenne, en Asie-Pacifique et en Amérique du Nord et du Sud. La figure 1 montre les principaux pays de production d'olives (**Guo et al., 2017**).

Les oliviers sont cultivés le long des côtes méditerranéennes depuis plus de 5000 ans. Ils ont longtemps représenté la richesse, l'abondance, le pouvoir et la paix en Europe. Environ 90% des olives du monde sont produites dans la région méditerranéenne, et c'est la culture la plus polyvalente et la plus précieuse de la région. Les fouilles syriennes de l'ancien port d'Ougarit ont permis de trouver de grandes quantités d'amphores d'huiles destinées probablement aux échanges méditerranéens (**De Barry., 1999**). Selon la littérature scientifique la propagation de l'olivier s'est faite par les grecs, les romains et les arabes au cours de leur colonisation. Ainsi, il a été découvert 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 (**COI., 1998**).

L'huile d'olive et les feuilles sont utilisées depuis longtemps pour la nourriture, les médicaments, le carburant et la protection contre la corrosion. Tout au long de l'histoire de la civilisation dans la région méditerranéenne, les feuilles d'olivier ont été utilisées pour la médecine populaire (**Talhaoui et al., 2016**) et les fruits ont servi d'olives de table. Cependant, le produit principal de l'olivier est son huile, appréciée dans le monde entier pour sa saveur et ses nutriments distinctifs. Dans la religion islamique, le Coran parle de « cet arbre sacré », et de l'huile qui est un condiment (Sourate XXIV «Alnoor, verset 35 »)

La surface oléicole mondiale est estimée à 8. 600 000 ha pour une production d'environ 17,3 millions de tonnes d'olives, sur laquelle sont plantés plus de 800 millions d'oliviers. Les quatre premiers pays producteurs (Espagne, Italie, Grèce et Turquie) représentent 80% de la production mondiale d'olives et les dix premiers, tous situés dans la zone méditerranéenne (**Argenson., 2008**).

I.2. Classification botanique de l'olivier :

L'olivier est un arbre cultivé pour son fruit contenant d'un support lipidique ayant une grande importance alimentaire « l'huile d'olive ». Les olives de table et l'huile sont des éléments importants de la diète méditerranéenne et sont consommées en grande quantité dans le monde entier (Aouidi., 2012). La classification botanique de l'olivier est la suivante (Henry., 2003) :

- **Embranchement des phanérogames :** (fleurs, étamines et pistils qui se reproduisent par graines).
- **Le sous-embranchement des Angiospermes :** Les angiospermes se distinguent par une double fécondation, des organes reproducteurs se groupant en fleurs bisexuées et des écailles ovulifères ou carpelles entourant complètement les ovules qui, après la fécondation, se transforment en fruit.
- **La classe des *Dicotylédones*** On note:
 - embryon caractérisé par deux cotylédons latéraux, rarement réduits à un seul.
 - embryogenèse selon deux plans de symétrie.
 - feuilles comportant un pétiole et un limbe à nervation réticulée.
 - appareil végétatif: la racine principale n'avorte pas, présence d'un véritable tronc, les feuilles sont complètes.
- **La sous-classe des *Asteridae* :**

Les *Asteridae* sont gamopétales et tétra cycliques. La corolle est d'une seule pièce; les pétales de la fleur sont soudés entre eux.
- **L'ordre des *Scrophulariales* :**

L'ordre des *Scrophulariales* réunit des plantes à feuilles habituellement opposées, sans stipules et le plus fréquemment à limbe entier.
- **La famille des *Oleaceae* :**

Les traits caractéristiques des *Oleaceae* sont un androcée à 2 étamines et un ovaire à 2 loges biovulées.

L'olivier appartient à la famille largement distribuée des *Oleaceae* qui comprend 25 genres et plus de 500 espèces. C'est une famille très distincte, surtout caractérisée par ses fleurs régulières, souvent de parfum agréable, qui a une corolle gamopétale à 4 lobes. Les *Oleaceae* ont des feuilles opposées ou carpelles alternes. La formule florale est la suivante: $4S + 4P + 2E + 2C$.
- **Le genre *Olea* :**

Il regroupe 30 à 40 espèces, selon les auteurs Cronquist. (1988) et Gausson. (1982).

➤ **L'espèce *Olea europaea* Linné :**

Olea europaea L est l'unique espèce méditerranéenne représentative du genre *Olea*. Certaines classifications distinguent deux sous-espèces:

- l'olivier cultivé: *Olea europaea* Linné variété saliva

Il est constitué par un grand nombre de variétés améliorées, multipliées par bouturage.

- L'olivier sauvage, encore appelé oléastre :

Olea europaea Linné variété oléastre.

L'oléastre se différencie de l'olivier cultivé par ces caractères: c'est un arbrisseau, il possède des rameaux épineux et quadrangulaires, ses fruits sont petits et nombreux et son huile est peu abondante.



Fig. 01- L'arbre de l'olivier avec feuilles et olives (Cheikh., 2016).

I.3. Description d'olivier :

De point de vue morphologique, l'olivier est un arbre de grandeur moyenne, toutefois, il peut atteindre une hauteur de 10 mètres dans des cas extrêmes. Généralement, il présente une frondaison arrondie, rarement érigée. L'olivier est un arbre polymorphe, c'est à dire que les feuilles du stade juvénile sont différentes de celles du stade adulte. Cependant, les arbres multipliés par voie végétative ne possèdent pas une forme de feuilles juvénile (COI., 1997).

L'olive est le principal fruit de l'olivier, c'est une drupe plus ou moins sphérique à mésocarpe charnu, riche en lipides, de taille variable. Il est composé de trois parties différentes à savoir:

- Une partie extérieure appelée épicarpe ou peau, représente 1,5 à 2 % du poids total du fruit. Elle est recouverte d'une matière cireuse, la cuticule, imperméable à l'eau.
- Une partie intermédiaire appelée mésocarpe ou pulpe qui représente 65 à 83% du poids total du fruit. Elle est constituée de cellules dans laquelle vont être stockées les gouttes de graisses qui forment l'huile d'olive durant la lipogenèse.

-Une partie centrale: endocarpe ou os, c'est la partie lignifiée du fruit qui protège la graine. On désigne habituellement par noyau l'ensemble formé par endocarpe et la graine (Figure 03). L'importance de chaque fraction dépend surtout de l'espèce et de l'état de maturité du fruit (Balatsouras., 1997).

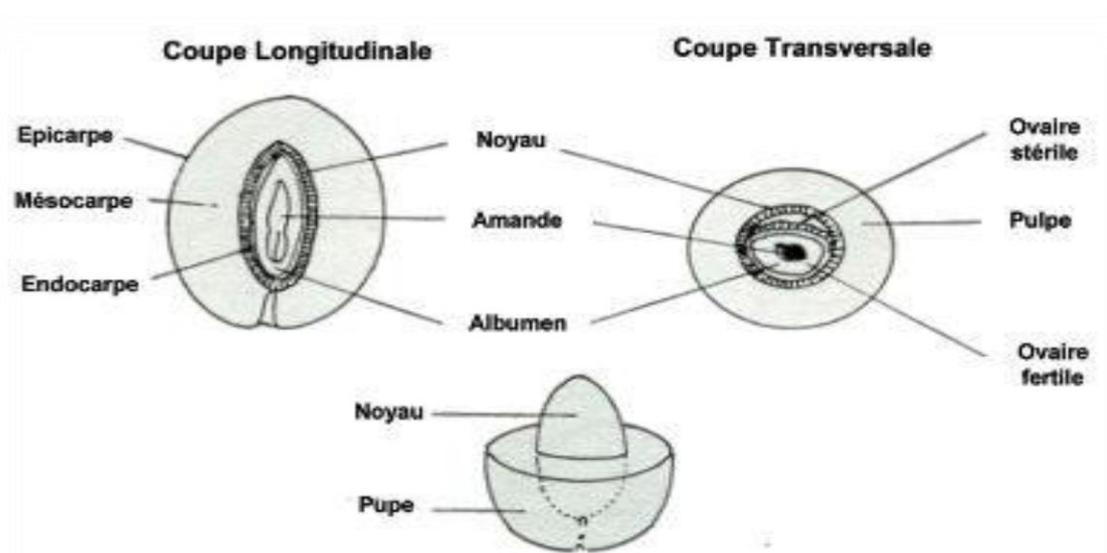


Fig. 02- Composition du fruit d'olivier (Boulkroune, 2018).

I.4.Répartition géographique des oliviers en Algérie :

I.4.1. Répartition en Algérie :

L'olivier occupe à l'échelle nationale environ 45 % de la surface arboricole avec plus de 245.500 ha répartis sur tout le territoire national en particulier au Nord de l'Algérie. Il présente l'élan du processus de relance économique de notre pays. L'olivier, de par ses fonctions multiples de lutte contre l'érosion, de valorisation des terrains agricoles et de fixation des populations dans les zones de montagne, constitue une des principales espèces fruitières cultivées en Algérie (Sekour, 2012).

L'oliveraie algérienne se répartit sur trois zones oléicoles importantes :

a) - La zone de la région ouest avec plus de 31 400 hectares (soit 16,40% du verger oléicole national) répartis essentiellement entre cinq wilayas : Tlemcen, Ain Ti mouchent, Mascara, Sidi Belabas et Relizan (Sekour, 2012).

b) - La zone de la région centrale du pays couvre une superficie de 110200 hectares (soit 57.5% du verger oléicole national) répartis entre les wilayas d'Ain Defla, Blida, Boumerdés, TiziOuzou, Bouira et Bejaia. La région de centre, Kabylie (Bouira, Bejaia et Tizi-Ouzou) détient à elle seule près de 44% la superficie oléicole nationale, il s'agit surtout des vergers extensifs

situés sur des sols à Forte déclivité, ce qui constitue une contrainte à tout recours à l'intensification.

c) - La zone de la région Est, est représentée par des oliveraies de 49900 hectares, soit 26,1% du patrimoine national, et répartis entre les wilayas de Jijel-Skikda-Mila et Guelma (**Sekour, 2012**). Du point de vue agro-économique, la production nationale d'huile d'olive est estimée à 28.595 t/an et ne couvre qu'environ 30 à 40 % des besoins nationaux en huile végétale alimentaire fluide, tandis que la production d'olives de table est estimée à 72.920 t/an (**Argenson., 2008**).

I.5. Exigences pédoclimatiques de l'olivier :

I.5.1. Exigences climatiques :

I.5.1.1.La température :

L'olivier prospère dans les régions au climat méditerranéen, où les hivers doux sont suivis par des sources ensoleillées et des étés chauds. Les zones où les oliviers sont cultivés à des fins commerciales doivent avoir une température annuelle moyenne de 60 à 68°F (15 à 20°C). La température maximale absolue peut atteindre 40°C (104°F) sans causer des dommages, mais le minimum ne doit pas descendre en dessous de 20°F (-7°C). Une alimentation hydrique satisfaisante dans une forte température serait indispensable (enracinement profond nécessaires en climat présaharien). Des températures plus basses peuvent causer de graves dommages aux arbres. Cependant, la température de 20°F n'est qu'indicative, car la résistance de l'arbre au froid dépend également d'autres facteurs, telles que la rapidité avec laquelle la température baisse, la durée du gel, la présence de forts vents froids, l'humidité, germination et santé de la variété d'arbre, conditions météorologiques avant le gel, etc. En général, on peut dire que l'olivier ne peut pas être cultivé commercialement dans des régions où la température descend souvent en dessous de 20°F (-7°C). Cependant, une certaine quantité de froid est nécessaire pour la nouaison. C'est la raison pour laquelle les oliviers ne peuvent pas être cultivés dans les climats tropicaux. (**Hannachi et al., 2007**).

I.5.1.2.La Pluviométrie :

Les précipitations hivernales permettent au sol d'emmagasiner des réserves en eau. Ce sont les pluies automnales de Septembre – Octobre qui favorisent *a fortiori* le grossissement et la maturation des fruits. Bien que l'olivier supporte fortement la sécheresse, une pluviométrie plus de 220mm/an est requise. La période de 15 Juillet au 30 Septembre est très importante pour le développement des fruits Si elle est trop sèche, les fruits tombent prématurément et le rendement diminue considérablement .C'est pourquoi, une irrigation est parfois nécessaire pour éviter cet accident. (**Hannachi et al., 2007**).

I.5.2. Exigences pédologiques :

L'olivier ne présente pas d'exigences particulière sur la qualité des sols, il a la réputation de se contenter de sols pauvres, qu'ils soient argileux ou au contraire légers ou pierreux, mais ils doivent être assez profonds pour permettre aux racines de nourrir l'arbre en explorant un volume suffisant de terre. (**Hannachi et al., 2007**).

L'olivier redoute les terrains trop humides. Le sol doit avoir une teneur en azote élevée (**Hannachi et al., 2007**).

I.6. Les principales variétés d'olivier en Algérie :**I.6.1. Classification des variétés d'oliviers :**

On distingue les différentes variétés d'olives en fonction de la destination finale du fruit, soit en 3 typologies :

I.6.1.1. Les olives à huile :

Leur production doit être constante et garantir une bonne rentabilité en termes de quantité et de qualité d'huile (**Villa, 2003**).

Nous ne ferons que rappeler les noms de variétés de base des principales régions oléicoles :

➤ Chemlal de kabylie :

C'est l'une des plus estimées pour la fabrication de l'huile, le fruit est moyen de masse : 2,5g. Nous pensons qu'elle se rapprocherait plutôt d'olivier de l'Hérault.

➤ Azeradj ou Adjeraz :

Cette olive à deux fins pèse environ 5g. Elle est très estimée pour la conservation en vert, mais moins recommandable pour l'huilerie.

➤ Aberkane :

C'est une autre olive de conserve qui s'emploie à pleine maturité dans la région de seddouk mais peut également procurer des résultats satisfaisants en huilerie.

➤ Limli :

Donne un fruit de 2g pour la fabrication de l'huile (**Cifferie, 1941**).

I.6.1.2. Les olives de table :

Elles impliquent une certaine grosseur du fruit et un contenu riche en pulpe et en noyau mais faible en huile (**Villa., 2003**).

Les olives de table sont classées selon les types suivants :

➤ Olives vertes :

Fruits récoltés au cours du cycle de maturation, avant la véraison, au moment où ils ont atteint leur taille normale.

➤ **Olives tournantes :**

Fruits récoltés avant maturité complète, à la véraison, (d'un teint légèrement rosé clair jusqu'au violet) .

➤ **Olives noires ou mûres :**

Fruits récoltés au moment où ils ont atteint leur complète maturité, ou peu avant, ayant acquis une teinte noire brillante ou mate, ou noire violacée ou brin noir, non seulement sur la peau mais aussi dans l'épaisseur de la chair.

➤ **Olives dénoyautées :**

Olives présentant dans l'ensemble leur conformation naturelle et dépourvues de noyaux.

(Hachemi et Benazza, 2015).

I.6.1.3. Les olives mixtes (Olives à double aptitude) :

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

I.6.2. Les variétés d'olivier algériennes :

L'oléiculture algérienne (Tab I) est caractérisée par une large gamme de variétés.

Dans le Centre et dans l'Est prédominent ces variétés : Hamma (pour la confiserie) ; Chemlal ; Azeradj ; Bouchouk ; Rougette ; Blanquette et Limli (pour l'extraction d'huile). Dans la région occidentale, les variétés les plus diffusées sont : Sigoise ; Verdial ; Cornicabra et Gor **(Oudina et Baziz, 2017).**

Le tableau qui suit, indique les principales variétés d'oliviers cultivés en Algérie : Orientations variétales de l'olivier en Algérie

Tableau I - Principales variétés d'oliviers cultivées en Algérie : Orientations variétales de l'olivier en Algérie (Loussert et Brousse, 1998).

Variétés	Aire de culture	Destination	Caractéristiques
Sigoise	Ouest algérien (Oranie, tlemcen)	Table + huile	Très estimée pour la conservation et l'huilerie, rendement élevé en huile, variété autofertile.
	Centre Algérien	Huile	Huile très appréciée.

Chemlal	Kabylie		Résiste en culture sèche. Inconvénients: autostérile, floraison tardive.
Azeradj	Centre Algérien	Table+huile	Très bon pollinisateur de Chemlal
Bouchouk la Fayette	Centre Algérien	Table+huile	Intéressante pour la région de Bougaâ
Limli	Est Algérien	Huile	Variété conseillée dans la région de Jijel à Sidi-Aich
Hamma de Constantine	Est Algérien	Table	Meilleure variété de la région constantinoise pour la conservation, nécessite des irrigations.
Bouricha	Est Algérien (Collo-Oued El Kebir)	Huile	Cultivée dans les régions à forte pluviométrie
Aberkane	Kabylie	Table+huile	/
Ferkani	Tébessa, Aurès	Huile	Vigueur moyenne, résistante au froid et à la sécheresse, fruit moyen de forme allongée

Commentaire :

➤ **Caractéristiques de la variété Sigoise :**

La variété Sigoise occupe une place importante dans le potentiel oléicole algérien (25 %), la production est utilisée à double fin : à l'extraction d'huile (le rendement moyen est varié entre 18 et 22 %) ou bien destinée pour la table. Cette variété est connue par sa productivité moyenne et alternante.

C'est une variété moyennement résistante au froid et à la sécheresse, tolérante aux eaux salées. La floraison est généralement précoce d'une intensité moyenne. Concernant le fruit, le taux de nouaison est faible (0,70%), le rapport pulpe-noyau est moyen. D'après le catalogue des variétés algériennes, Sigoise c'est un bon pollinisateur de Chemlal (Figure 04) (**Mourida ., 2014**).



Fig. 03 - Fruits de la variété Sigoise (Bouaoudia, 2009).

➤ **Caractéristiques de la variété Chemlal :**

Cette variété est cultivée essentiellement en grande Kabylie où elle occupe une place importante dans l'économie de la région. Elle représente environ 40 % des oliviers cultivés en Algérie. Il ne s'agit pas à proprement parler d'une variété mais d'une population, d'ailleurs il existe:

- Chemlal de TiziOuzou.
- Chemlal précoce de Tazmalt.
- Petite Chemlal pendante.
- Chemlal de l'Oued Aissa.
- Chemlal Blanche d'Ali- Chérif.

Les arbres sont très vigoureux, de grande dimension ont un port sphérique et semi-retombant. leurs rameaux fruitiers sont longs et souples. Les fruits sont petits d'un poids de 2.5 g et sont destinés à la production d'huile. Le rendement en huile est de l'ordre de 18 % à 24 %. Chemlal est réputée pour produire une huile d'excellente qualité. Cette variété est reconnue pour être auto stérile par absence de pollen. En Kabylie, elle se trouve toujours associée à d'autres variétés qui assurent sa pollinisation (Figure 05) (**Mourida., 2014**).



Fig. 04 - Fruits de la variété Chemlal (Bendi, 2017).

➤ **Caractéristiques de la variété Bouchouk :**

Cette variété est cultivée surtout dans la basse vallée de l'Oued Soummam, en petite Kabylie. Mais on la trouve également en grande Kabylie en mélange avec Chemlal et dans l'est du pays (Constantine). Il existe plusieurs types de Bouchouk suivant la localisation des aires de culture:

- Bouchouk de Guergour.
- Bouchouk de Sidi Aïch.
- Bouchouklafayette (Bougaâ).

Les fruits sont relativement gros (3 à 5g) avec une teneur en huile de 16 à 20%. C'est une variété à deux fins (huile et conserve) (Figure06) (**Mourida, 2014**).



Fig. 05 - Fruits de la variété BouchoukGuergour (Bouaoudia, 2009).

I.7. L'olive :

I.7.1.Généralité:

Les olives sont les cultures dominantes dans la région méditerranéenne car elles sont la source d'huile d'olive. C'est une drupe, caractérisée par: un endocarpe lignifié (pierre) contenant une graine; un mésocarpe charnu, qui contient l'huile; et un épicarpe mince (**Portarena et al., 2015**). Les olives se présentent sous diverses formes, tailles (2–3 cm de largeur et longueur) et rapports pulpe par pierre (3,0–6,5) (**Galanakis, 2011**). Le poids total d'une olive varie de 0,5 à 20 g mais se situe généralement entre 3 et 10 g.

Après l'émergence des fruits, les olives poussent rapidement pendant 30 à 40 jours, principalement par multiplication cellulaire, avant que la croissance ne ralentisse considérablement. Pendant la période de croissance plus lente, la graine et l'endocarpe atteignent leur taille finale et l'endocarpe se lignifie (**Portarena et al., 2015**). Le stade de maturation des olives est associé à des changements dans la structure et la composition de la paroi cellulaire qui entraînent une modification de la texture du fruit et une perte progressive de fermeté due à l'activité enzymatique qui dégrade les polysaccharides de la paroi cellulaire (**Jiménez et al., 2001**). La fermeté de l'olive affecte sa résistance aux dommages mécaniques et elle est importante pour le stockage et la transformation.

I.7.2. Composition chimique de l'olive :

Les principaux constituants de la chair de l'olive sont l'eau (60–75%) et les lipides (10–25%) (**Rejano et al., 2010**). Les olives ont une teneur en sucre inférieure (2 à 5%) et une teneur en huile plus élevée que les autres drupes, selon la variété et le moment de la récolte (**Esteves., 2010**). Le glucose, le fructose et le mannose sont les sucres prédominants des olives (**Patumi et**

al., 1989). Le fruit contient également des quantités appréciables de flavonoïdes, principalement de la lutéoline, de l'apigénine, de la quercétine-3-rutinoside (rutine) et des anthocyanes. Certains de ces composés peuvent être trouvés dans l'huile d'olive et peuvent contribuer à ses propriétés antioxydantes (Cirilli *et al.*, 2016).

Cette composition est influencée par le cultivar, les conditions agronomiques et le degré de maturité du fruit (Zarrouk *et al.*, 1996; Gomez-Rico *et al.*, 2008).

Chapitre II

L'huile d'olive

II. L'huile d'olive :

L'huile d'olive tient une place importante dans le régime alimentaire méditerranéen, sa culture est associée aux traditions sociales et religieuses. Elle est considérée comme l'une des denrées alimentaires les plus précieuses en raison de ses effets bénéfiques sur la nutrition et la santé. Des études épidémiologiques affirment ses avantages pour la santé humaine, en particulier dans la prévention des maladies cardiovasculaires.

L'huile d'olive est principalement extraite du mésocarpe du fruit (95% de l'huile); la graine (endosperme et embryon) ne contient que 5% de l'huile (**Garcia-Inza et al., 2016**). La couleur de l'huile d'olive varie de l'or clair au vert riche. Les olives vertes produisent de l'huile verte en raison de leur teneur élevée en chlorophylle, et les olives mûres donnent de l'huile jaune à cause des pigments caroténoïdes (jaune rouge) (**Giuliani et al., 2011**).

Des études récentes démontrent que l'huile d'olive avec sa faible teneur en acides gras polyinsaturés (PUFA) et une teneur élevée en acides gras monoinsaturés (MUFA), principalement l'acide oléique, réduit les principaux facteurs de risque associés aux maladies cardiovasculaires, en contrôlant le profil des lipoprotéines, tension artérielle, métabolisme du glucose et profil antithrombotique(**Galvano et al., 2007**).

Une autre particularité de l'huile d'olive est liée à ses composés minoritaires tels que les polyphénols (**Tulipani et al., 2012**). Ces éléments ont un intérêt nutritionnel et pharmaceutique caractérisés par leur forte capacité antioxydante qui pourrait prévenir ou ralentir l'apparition de certaines maladies dégénératives ainsi que les maladies cardiovasculaires(**Guasch-Ferré et al., 2020; Sébastien, 2010**).

II.1. Extraction de l'huile d'olive :

L'extraction conventionnelle de l'huile d'olive est obtenue plus principalement par trituration des péricarpes des fruits dans un moulin à huile spécifique (**Ben Sassi et al., 2006**). Ce procédé présente une série de processus d'extraction et de séparation de l'huile par méthode mécanique et/ou physique à partir d'un ensemble des produits présents dans la masse d'olive triturée (**Alba-Mendoza, 1999**).

La méthode conventionnelle d'extraction d'huile d'olive extra vierge (EVOO) consiste en trois processus principaux, à savoir le broyage, le malaxage et la centrifugation (**Aydar et al., 2017**). Après avoir lavé les olives, elles sont broyées à l'aide d'un moulin à pierre, de marteaux, de broyeurs à disques, de machines à dénoyauter ou de lames (**Veneziani et al., 2016**). Le but de cette étape est de faciliter la libération des gouttelettes d'huile des Elaioplastes. La taille minimale pour le processus de séparation continue de l'huile d'olive est de 30 µm, mais

seulement 45% des gouttelettes d'huile ont un diamètre supérieur à 30 μm après les augmentations de broyage.

Ce rapport atteint 80% avec la formation de gouttes de plus gros diamètre à partir des gouttelettes d'huile par malaxation (**Boskou, 2006**). Le malaxage et le concassage sont les principaux étapes qui affectent la qualité et le rendement en huile (**Clodoveo et al., 2014**).

Les techniques conventionnelles d'extraction d'huile d'olive n'ont pas beaucoup changé au cours des 20 dernières années (**Clodoveo, 2013**). Cependant, conformément aux résultats de la recherche et aux nouvelles techniques développés par la demande du marché, l'industrie alimentaire en cours est devenue très active dans la recherche de nouvelles méthodes d'innovation alimentaire. Mais il est encore très rare que l'industrie alimentaire se développe et adopte des techniques de transformation avancées dans le sens des exigences croissantes des consommateurs en matière de sécurité alimentaire et de qualité (**Sun, 2014**). Les chercheurs travaillant sur le développement de la technologie alimentaire font de gros efforts pour développer et mettre en œuvre des stratégies de «transformation minimale» afin d'éliminer les effets négatifs des méthodes traditionnelles de transformation des aliments. La définition la plus générale de la transformation minimale peut être: préserver la qualité nutritionnelle et les qualités sensorielles des aliments par application de chaleur, qui est l'étape de protection de base dans la transformation des aliments, pendant une période plus courte.

Ces dernières années, de nouvelles technologies telles que les ultrasons, le champ électrique pulsé ou les micro-ondes ont été adoptées dans l'extraction de l'huile d'olive (**Puértolas et Martínez, 2015**) en raison de leurs effets positifs, notamment une efficacité d'extraction améliorée, un temps d'extraction réduit, un rendement accru et faible consommation d'énergie.

II.2. Catégories des huiles d'olives :

La classification de l'huile d'olive est en fonction de son acidité libre conjuguée selon le (**COI, 2015**).

II.2.1. L'huile d'olive vierge extra :

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0.8g/100g, et dont les autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie.

II.2.2. L'huile d'olive vierge :

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

II.2.2.1. L'huile d'olive vierge courante :

Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3.3g/100g.

II.2.2.2. L'huile d'olive vierge lampante :

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3.3g/100g et dont les caractéristiques organoleptiques et les autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la présente Norme. L'huile d'olive vierge lampante n'est pas propre à la consommation telle quelle. Elle est destinée au raffinage ou à un usage technique.

II.2.3.L'huile d'olive raffinée :

Elle est obtenue des huiles d'olive vierges par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modifications de la structure glycéridique initiale. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0.3 g/100, et ses autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie.

II.2.4. L'huile de grignons d'olive :

L'huile constituée par le coupage d'huile de grignons d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 1g/100 g et ses autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la présente Norme. Ce coupage ne peut, en aucun cas, être dénommé « huile d'olive ».

II.3. Composition chimique de l'huile d'olive :

Comme toutes les huiles végétales, l'huile d'olive est composée d'une fraction saponifiable (triglycérides) et d'une fraction insaponifiable (composants mineurs) (**Stéphanie, 2003**).

II.3.1. La fraction saponifiable :

Cette fraction représente environ 98 % de l'huile d'olive (**Yorulmaz et al., 2017**). Elle est composée essentiellement de triglycérides, esters du glycérol et d'acides gras (AG) (**Ryan et al., 1998**).

II.3.1.1. Les acides gras :

La structure d'un acide gras montre une fonction acide et une chaîne hydrocarbonée (non ramifiée) qui contient 4 ou plus de carbones très réduits (riches en énergie chimique). La composition en acides gras totaux est un paramètre de qualité et d'authenticité des huiles d'olives. Cette huile se distingue par sa richesse en acides gras mono-insaturés et sa faible teneur en acides gras saturés (**Ajana et al., 1998; Salas et al., 2000**).

Le Tableau II présente le profil d'huile d'olive en acide gras.

Tableau II - Composition en acides gras de l'huile d'olive (Amanda et al., 2010).

Acides gras	Normes COI(2015)
Acide myristique (C14:0)	< 0.03
Acide palmitique (C16:0)	7.50 – 20.00
Acide palmitoléique (C16:1)	0.30 – 3.50
Acide heptadécanoïque (C17:0)	< 0.30
Acide heptadécénoïque (C17:1)	< 0.30
Acide stéarique (C18:0)	0.50 – 5.00
Acide oléique (C18:1)	55.00 – 83.00
Acide linoléique (C18:2)	2.50 – 21.00
Acide linoléique (C18:3)	< 1.00

Le principal constituant lipidique de l'huile d'olive est un acide gras mono-insaturé de la famille oméga-9 (acide oléique) avec un taux moyen de 60–80% selon les variétés (Anastasopoulos et al., 2012). Cette quantification a été aussi rapportée par nombreux travaux où elle est de l'ordre de 73.6-74.1% (Gucci et al., 2019) et 75.97% (El Riachy et al., 2019).

Les acides gras polyinsaturés sont la seconde fraction de la composition totale en acides gras de l'huile d'olive. Ils sont représentés généralement par l'acide linoléique (oméga-6) et des traces de l'acide α -linoléique (oméga-3), qui présentent des acides essentiels pour le bon fonctionnement biologique de l'organisme. Les acides gras insaturés sont généralement de configuration cis mais certains acides gras peuvent présenter une configuration spatiale trans, (Judd., 1994).

II.3.1.2. Les glycérides :

Les triglycérides sont les composants majoritaires de l'huile d'olive (95,4 %), alors que les diglycérides ne représentent qu'environ 1-2,8 % (Zarrouk et al., 1996; Boskou et al., 2006).

Les principaux triglycérides de l'huile d'olive sont : la trioléine, la dioléopalmitine, la dioléolinoléine, la palmitooléolinoléine et la dioléostéarine (Ryan et al., 1998; Boskou et al., 2006).

II.3.2. Fraction insaponifiables :

L'huile d'olive recèle aussi un grand nombre de composés qui ne sont présents qu'en très faible quantité, mais qui ont une grande importance pour la qualité de l'huile (Ollivier et al., 2007). Les principaux composants de la fraction insaponifiable sont les stérols, les alcools, la vitamine E, les hydrocarbures, les caroténoïdes, les composés volatils et les composés phénoliques. Cet ensemble ne représente que 2% du total (Antonini et al., 2015).

II.3.2.1. Les stérols :

Les stérols sont des lipides importants, associés à la qualité de l'huile (**Rodríguez et al., 2015**).

Ils correspondent à 20% de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive et sont présents sous forme libre et estérifiée aux acides gras (**Phillips et al., 2002 ; Matos et al., 2007**).

Les stérols sont des composés bioactifs présents dans toutes les huiles végétales et représentent le principal constituant de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive (**Lukic et al., 2013**). Le β -sitostérol se situe dans la gamme de 75 à 90% de la composition totale en stérols dans les huiles d'olive et le Δ -5-avénastérol et le campestérol comprennent respectivement 5 à 20% et 2 à 4% du total. De plus, les dialcools triterpéniques érythrodiol et uvaol se retrouvent dans les VOO (**Guillaume et al., 2012**).

La composition en stérols est considérée comme un paramètre important pour déterminer l'adultération ou l'authenticité, car chaque variété a un profil de stérols spécifique «empreinte digitale» (**Piravi-Vanak et al., 2012**). En effet, les stérols confèrent une certaine stabilité à l'huile (**Velasco et Dobarganes, 2002**). Néanmoins, plusieurs facteurs affectent la teneur en stérols et le profil des VOO tels que le cultivar d'olive, le stade de maturité des olives, la méthode d'extraction, les conditions de stockage et la catégorie d'huile d'olive (**Fernandez-Cuesta et al., 2013**).

II.3.2.2. Les hydrocarbures :

Ce sont quantitativement les principaux composants de la fraction insaponifiable. Le composant majeur est le squalène qui constitue 30 à 50 % de cette fraction ; un triterpène qui apparaît dans la voie de la biosynthèse du cholestérol. C'est un hydrocarbure polyénique dont la teneur est plus élevée que dans n'importe quelle autre huile végétale ou animale. Le squalène est un précurseur métabolique du cholestérol et autres stérols. L'huile d'olive extra vierge contient du squalène à raison d'environ 400-450 mg/100 g ; l'huile d'olive raffinée en contient quelque 25 % de moins (**Owen et al., 2000**).

Il y a également des hydrocarbures aromatiques, parmi lesquels plus de 77 composés, conférant à l'huile d'olive arôme et saveur (**Stephanie, 2003**). Parmi eux, l'huile d'olive contient aussi d'autres hydrocarbures, comme le β -carotène (une provitamine A), mais en très faibles quantités (β -carotène: 0.03 - 0.36 mg/100 g) (**Kiritsakis et al., 1998**).

II.3.2.3. Les tocophérols :

Les tocophérols sont les antioxydants naturels synthétisés à différents niveaux et dans différentes combinaisons par tous les tissus végétaux. Ce sont des molécules amphipathiques avec le cycle chromanol polaire et la chaîne latérale saturée hydrophobe. Les tocophérols se présentent, sous quatre formes (α , β , γ et δ) (**Beltrán et al., 2005**) qui se différencient entre elles par,

le nombre et la position des groupements méthyles fixés sur le noyau aromatique (Le Grusse, 2003) (Tableau IV). Le rôle principal des tocophérols est la protection des lipides contre la peroxydation. Par conséquent, ils se trouvent en abondance dans les aliments d'origine végétale, mais les huiles végétales sont considérées comme la meilleure source de tocophérol en nutrition (Wanasundara et Shahidi, 2005). Leur contenu et leur composition dépendent principalement du type d'huile (Kamal-Eldin et Appelqvist, 1996 ; Codex stan., 1999). La teneur en tocophérol des huiles d'olive vierges (VOO) varie de 97 à 785 mg / kg. Le γ -tocophérol est présent dans les huiles d'olive vierges en faible quantité (<10%) et le β -tocophérol n'est présent qu'en traces (JukićŠpika et al., 2015).

II.3.2.4. Les composés phénoliques :

L'une des caractéristiques les plus importantes de l'huile d'olive est sa richesse en polyphénols, sa teneur varie de 50 à 1000 mg/kg d'huile. En fait, cela dépend de facteurs agronomiques, la maturité des olives, ainsi que la technologie d'extraction et le stockage ou processus d'emballage. Les composés phénoliques de l'huile d'olive sont principalement des glucides (par exemple, l'oleuropéine), des alcools et des phénols (tyrosol, hydroxytyrosol), ainsi que des flavonoïdes (Monika et al., 2018).

Les effets bénéfiques du régime méditerranéen peuvent être attribués non seulement à la relation élevée entre les acides gras insaturés et saturés de l'huile d'olive, mais également à la propriété antioxydante de ses composés phénoliques. Cependant, la pulpe des olives se révèle comme une autre source de ces composés, qui sont majoritairement hydrophiles. La classe des phénols comprend de nombreuses substances, tels que les composés phénoliques simples (les acides vanillique, gallique, coumarique et caféique, le tyrosol et l'hydroxytyrosol) et des composés plus complexes (les sécoiridoïdes ;oleuropéine et ligstroside) et les lignanes (1-acétoxy-pinorésinol et pinorésinol) (Tripoli et al., 2005). De nombreux travaux ont montré que la variété, le degré de maturation du fruit, les conditions climatiques, le type des sols et la gestion de l'eau sont les principaux facteurs agronomiques déterminant le contenu et le profil des composés phénoliques de l'huile des oléagineux (El Riachy et al., 2011 ; Zemour et al., 2019).

Les principaux antioxydants de l'huile d'olive vierge sont les caroténoïdes et les composés phénoliques, qui sont à la fois lipophiles et hydrophiles. Les lipophiles comprennent les tocophérols, tandis que les hydrophiles comprennent les flavonoïdes, les alcools et les acides phénoliques, les sécoiridoïdes et leurs métabolites. Les flavonoïdes comprennent les glycosides du flavonol (lutéoline-7-glucoside et rutine), les anthocéens, la cyanidine et les glucosides de la delphinidine (Tripoli et al., 2005).

II.3.2.4.1.L'activité antioxydante des composés polyphénoliques

Les espèces réactives de l'oxygène (ROS), qui se forment en continu à la suite de processus métaboliques normaux, peuvent oxyder et endommager les macromolécules cellulaires, pouvant conduire au développement de maladies dégénératives (par exemple, athérosclérose, cancer, diabète, polyarthrite rhumatoïde et maladies inflammatoires). Les antioxydants exogènes sont importants car ils ont une double fonction, empêchant l'oxydation des aliments et en particulier l'oxydation des lipides et augmentant en même temps la quantité d'agents antioxydants présents dans l'organisme, protégeant contre les maladies dégénératives. Les antioxydants alimentaires les plus importants sont certaines vitamines (acide ascorbique, tocophérols, carotènes) et les composés phénoliques, qui sont présents dans divers aliments d'origine végétale caractéristiques du régime méditerranéen, tels que l'huile d'olive (**Berra, 1998**).

II.3.2.5.Les composés aromatiques :

Plus de cent composés contribuent à l'arôme délicat et unique de l'huile d'olive. Ces composés proviennent des fruits et ils sont incorporés à l'huile durant le broyage et le malaxage des olives (**Angerosa et al., 2001**). Les composés volatils, responsables de l'arôme d'huile d'olive vierge, ont généralement: un faible poids moléculaire (<300 Da); une volatilité élevée, une hydrosolubilité suffisante, une liposolubilité passable et des caractéristiques chimiques pour se lier à des protéines spécifiques (**Angerosa et al., 2000**).

La grande variété de composés volatils est présente dans l'huile d'olive vierge de haute qualité et produite par les voies biogéniques de l'olivier, à savoir les voies de la lipoxygénase (LOX) (**Hatanaka, 1993**) et le métabolisme des acides gras ou des acides aminés (**Angerosa et al., 2004 ; Angerosa et al., 2000**). Outre la contribution de plusieurs composés volatils, liée aux voies mentionnées, le rôle d'autres composés, en particulier les aldéhydes dérivés des processus d'auto-oxydation, doit également être pris en compte dans l'arôme final des huiles d'olive (**Angerosa, 2002**). D'autres produits métabolisés, provenant d'éventuelles fermentations, de la conversion de certains acides aminés, des activités enzymatiques des moisissures ou des processus oxydatifs, sont étroitement liés à la mauvaise saveur de l'huile d'olive vierge. Plusieurs composés, à savoir les composés carbonylés, les alcools, les esters et les hydrocarbures contribuent au profil aromatique de l'huile d'olive (**Angerosa et al., 2004; Luna et al., 2006**).

II.3.2.6.Les pigments colorants :

La couleur de l'huile d'olive est due à 2 types de pigments naturels, les chlorophylles et les caroténoïdes (**Minguez-Mosquera, 1997**). Les pigments de chlorophylle expliquent la verdure des huiles, tandis que ces derniers expliquent leur jaunissement (**Moyano et al., 2010**).

➤ **Les pigments caroténoïdes :**

Les pigments caroténoïdes surtout présents dans l'huile d'olive est le β -carotène (provitamine A). Le taux varie de 0.3 à 3.7 mg / kg d'huile. 2 mg de β -carotène se transforment en 1mg de vitamine A. La provitamine A se transforme en vitamine A au cours de l'absorption intestinale (1mg de carotène = 0.5 mg de vitamine A) (**Kataja et al., 2008**).

La lutéine représente le principal caroténoïde présent dans les olives et le seul représentant de la série de β caroténoïdes. Les autres caroténoïdes présents dans les olives appartiennent aux séries de β , et comprennent le β -carotène, la violaxanthine, la néoxanthine, l'anthéroxanthine et la β -cryptoxanthine. La lutéine, le β -carotène, la violaxanthine et la néoxanthine constituent plus de 95% des caroténoïdes présents dans les olives et sont les caroténoïdes caractéristiques du fruit vert. Lorsque l'intensité lumineuse est élevée, la violaxanthine est transformée via l'anthéroxanthine en zéaxanthine. Cependant, la zéaxanthine n'a été identifiée à aucun stade de la croissance ou de la maturation des olives (**Gandul-Rojas et al., 2016**).

➤ **La chlorophylle:**

Sa présence est visible car elle est responsable de la couleur verte de l'huile. Sa quantité peut varier en fonction de nombreux facteurs (**Stephanie, 2003**). La structure des pigments chlorophylliens se compose d'un macrocycle tétrapyrrole (dont l'un est réduit), qui contient un cycle isocyclique supplémentaire. Le macrocycle est coordonné à un Mg^{2+} pour former un complexe planaire très stable. Cette structure contient un chromophore de plusieurs doubles liaisons conjuguées (CDB) qui est responsable de l'absorption dans la région visible du spectre de ces pigments. Dans les huiles d'olive, on trouve à la fois la chlorophylle *a* (bleu-vert) et la chlorophylle *b* (vert jaunâtre). Dans certaines huiles d'olive, le rapport entre les deux pigments oscillerait entre environ 6 et 8 (**Criado et al. 2007**). La différence fondamentale entre eux est que dans le premier, il y a un groupe méthyle en C3, tandis que dans la chlorophylle *b* il y a un groupe formyle. Le caractère hydrophobe de ces pigments est dû à la présence d'une molécule de phytol qui est estérifiée. D'autres pigments chlorophylliens sont présentés dans l'huile d'olive comme pheophytins, chlorophyllides, pheophorbides, pyropheophytins, chlorines, rhodins et purpurins (**Minguez-Mosquera., 1997**).

II.4. Critères de qualité :

Selon le règlement de la Commission Européenne (**CE 2568/91, 1991**) et le Conseil Oleicol International (**COI, 1990**), la qualité d'huile d'olive est basée sur les paramètres qui incluent le pourcentage d'acide gras libre, la teneur en indice de peroxyde, le coefficient de l'extinction spécifique K232 et K270, ainsi que les caractéristiques sensoriels.

Par ailleurs, certains auteurs ont proposé d'inclure les phénols comme un bon indicateur de qualité d'huile (Monika et al., 2018 ; Zemour et al., 2019). Les normes du Codex Alimentarius (1993) ont établi des critères complémentaires de qualité des différentes catégories d'huile d'olive. Elles incluent des limites suggérées pour les substances volatiles, les impuretés insolubles, les insaponifiables, les oligo-métaux, la densité et l'indice de réfraction.

II.4.1. L'acidité :

Est un critère important aux fins de la destination de l'huile d'olive à la consommation alimentaire et constitue une caractéristique fondamentale de la qualité. On exprime l'acidité en grammes d'acide oléique « libre » pour 100 grammes d'huile (Veillet, 2010).

II.4.2. L'indice de peroxyde :

Il convient bien pour suivre les premiers stades de l'oxydation des lipides en quantifiant à un moment donné, la quantité des peroxydes présents dans l'huile. En effet, les corps gras peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains pro-oxydants (température élevée, lumière, enzyme, ions métalliques...) (Tanouti et al., 2011).

II.4.3. Coefficients d'absorption spécifique :

L'absorbance dans l'UV peut fournir des indications sur la qualité d'une matière grasse, sur son état de conservation, et sur les modifications dues aux processus technologiques. L'oxydation d'une huile aboutit à une dégradation en chaîne des acides gras insaturés par l'oxygène atmosphérique sous l'effet de différents facteurs exogènes et endogènes initiateurs, accélérateurs ou retardateurs, conduisant à des produits oxydés volatils ou non, citons les hydroperoxydes linoléiques qui absorbent la lumière au voisinage de 232 nm. Si l'oxydation se poursuit, il se forme des produits secondaires d'oxydation, en particulier des dicétones et des cétones insaturées qui absorbent la lumière vers 270 nm (Tanouti et al., 2010).

II.4.4. Caractéristiques sensorielles :

Les attributs sensoriels d'une huile ont été classés en deux catégories : les attributs positifs et les défauts ou attributs négatifs (Prata et al., 2018 ; Demnati, 2008). De plus, il existe 3 grands attributs positifs (COI, 2007) :

- a) **Amer** : il est défini comme le goût élémentaire caractéristique de l'huile obtenue d'olives vertes ou au stade de la véraison, perçu par les papilles caliciformes formant le V lingual.
- b) **Fruité** : L'ensemble des sensations olfactives caractéristiques de l'huile, dépendant de la variété des olives, provenant de fruits sains et frais, perçues par voie directe ou rétronasale. Le fruité vert correspond aux caractéristiques rappelant les fruits verts à l'inverse du fruité mûr qui témoigne d'une récolte des olives plus tardive.

- c) **Piquant** : Sensation tactile de picotement, caractéristique des huiles produites au début de la campagne, principalement à partir d'olives encore vertes, pouvant être perçue dans toute la cavité buccale, en particulier dans la gorge.

Toute caractéristique autre que ces trois attributs sera perçue comme un défaut de l'huile. Il est à noter que pour être classée comme « huile d'olive vierge extra », l'huile ne doit présenter aucun de ces défauts (COI., 2007).

Les principaux défauts sont :

- a) **Chômé / lies**: Flaveur caractéristique de l'huile tirée d'olives entassées ou stockées dans des conditions telles qu'elles se trouvent dans un état avancé de fermentation anaérobie, ou de l'huile restée en contact avec les « boues » de décantation, ayant elles aussi subi un processus de fermentation anaérobie, dans les piles et les cuves.
- b) **Moisi/humide**: Flaveur caractéristique d'une huile obtenue d'olives attaquées par des moisissures et des levures par suite d'un stockage des fruits pendant plusieurs jours dans l'humidité.
- c) **Vineux/vinaigré ou acide/aigre**: Flaveur caractéristique de certaines huiles rappelant le vin ou le vinaigre. Cette flaveur est due fondamentalement à un processus de fermentation aérobie des olives ou des restes de pâte d'olive dans des scourtins qui n'auraient pas été lavés correctement, qui donne lieu à la formation d'acide acétique, acétate d'éthyle et éthanol.
- d) **Métallique**: Flaveur qui rappelle les métaux. Elle est caractéristique de l'huile qui est demeurée longtemps en contact avec des surfaces métalliques, au cours du procédé de broyage, de malaxage, de pression ou de stockage.
- e) **Rance** : Flaveur caractéristique des huiles ayant subi un processus d'oxydation interne. D'autres attributs négatifs moins courants ont également été décrits par le Comité Oléicole International. Parmi ceux-ci le cuit ou brûlé (dû à un réchauffement excessif et prolongé de la pâte lors du malaxage), le « vers » (olives ayant subi une attaque de la mouche de l'olivier, *Bactrocera Oleae*) ou encore le bois humide (olive ayant subi une congélation sur l'arbre avant récolte) (COI, 2007).

II.5. Intérêt pharmaceutique et nutritionnel de l'huile d'olive :

L'huile d'olive est un aliment fonctionnel qui, outre sa teneur élevée en acides gras mono-insaturés, contient également d'autres composants mineurs biologiquement actifs, tels que des vitamines, des minéraux et des polyphénols (Covas et al., 2006).

Les effets sur la santé de l'huile d'olive, principalement en tant que constituant du régime méditerranéen, ont fait l'objet de nombreuses études (Griffiths et al., 2016 ; Ahmad Farooqi

et *al.*, 2017 ; Schwingshack et *al.*, 2017) et ont été principalement attribués à sa teneur en polyphénols.

Des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires et une amélioration de la dysfonction endothéliale et du profil lipidique ont été signalées pour les polyphénols alimentaires (George et *al.*, 2018 ; Zern et Fernandez, 2005).

Grâce aux composés phénoliques qui en font des agents anticancéreux naturels et efficaces que l'on retrouve dans une alimentation bien équilibrée, L'huile d'olive est riche en acide gras mono insaturé qui peut être considéré comme une bonne alternative pour le traitement du patient diabète sucré, donc peut améliorer le profil lipidique des diabétiques, l'huile d'olive semble exercer une action favorable également sur le contrôle de la glycémie (Monika et *al.*, 2018).

Les composés phénoliques dans l'huile d'olive sont associés à des niveaux accrus de HDL-cholestérol et à des améliorations de la fonction endothéliale (Servili et *al.*, 2013). Les polyphénols pourraient affecter le métabolisme du glucose via une inhibition de la digestion et de l'absorption des glucides, une réduction de la libération de glucose par le foie ou une stimulation de l'absorption du glucose dans les tissus périphériques (Hanhineva et *al.*, 2010). Grâce à leurs propriétés antioxydantes, ils pourraient diminuer la production de produits finaux glycosylés avancés .

Une dose quotidienne de 25 ml de tous les types d'huile d'olive peut réduire les risques cardiovasculaires lipidiques (Namayandeh et *al.*, 2013). La consommation d'huile d'olive à haute teneur en phénols a fourni les plus grands avantages en augmentant les niveaux de cholestérol HDL et en réduisant les dommages oxydatifs sur les lipides. Très récemment, les régimes alimentaires riches en MUFA diminuaient le cholestérol plasmatique total et le LDL-C sans diminuer le HDL-C chez l'homme (Covas et *al.*, 2006).

Les vitamines contenues dans l'huile d'olive ont un effet de renouvellement sur les cellules, elles sont utilisées aussi dans le traitement des plus âgées. Elle contient des vitamines A, D, E, et K importantes au développement des os chez l'adulte et l'enfant, à travers la fixation des calciférols. Elles jouent un rôle important dans la réduction du risque cardiovasculaire grâce à leur composition en tocophérols qui sont des antitoxines. Plusieurs études ont montré les effets bénéfiques sur la pression artérielle d'une supplémentation en huile d'olive naturellement riche en AGMI : un enrichissement du régime alimentaire en huile d'olive chez des sujets hypertendus pouvait diminuer la pression systolique de 7% et la pression diastolique de 10% (Carriere ., 2013).

II.5.1. Effet de l'huile d'olive sur le cancer:

L'activité anticancéreuse de l'huile d'olive a été rapportée dans de nombreuses études. **Bartoli et al., (2000)** ont indiqué que l'huile d'olive dans l'alimentation empêche le développement de foyers de cryptes aberrants et de carcinomes du côlon chez le rat. Le même résultat a été obtenu pour la carcinogenèse mammaire induite par le diméthylbenz (a) anthracène chez le rat, selon laquelle le régime alimentaire de l'huile d'olive réduit la taille de la tumeur, son incidence et sa multiplicité (**Solanas et al., 2002**). L'huile d'olive s'est avérée induire des niveaux significatifs d'apoptose (HT29 et Caco-2) et de différenciation cellulaire (Caco-2) (**Llor et al., 2003**). Une autre étude a montré qu'un extrait de la peau d'oliviers composé d'acide maslinique et d'acide oléanolique, a une activité chimiopréventive sur le cancer du côlon (**Juan et al., 2006**).

Le β -sitostérol de l'huile d'olive joue également un rôle anti-cancer très important. **Von Holtz et al., (1998)** ont rapporté que chez des cellules de cancer humain de la prostate, traitées par le β -sitostérol, une diminution de 24 % de la croissance et une multiplication par 4 du taux d'apoptose par rapport aux mêmes cellules traitées par le cholestérol. D'autres recherches ont également cité l'effet de du β -sitostérol *in vitro* sur des cellules de cancer du côlon ou du sein (**Awad et al., 2000**). Ainsi que le squalène alimentaire exerce d'incontestables effets anticarcinogènes (**Smith et al., 1999**).

II.5.2. Effet de l'huile d'olive sur l'inflammation :

La recherche scientifique a montré que les polyphénols de l'huile d'olive sont des médiateurs de l'inflammation. **Miles et al. (2005)** ont rapporté que les différents polyphénols de l'huile d'olive tels que les acides vanillique, *p*-coumarique, syringique, homovanillique et caféique, le kaempférol, le glycoside d'oleuropéine et le tyrosol ont la capacité d'inhiber les effets pro-inflammatoires du lipopolysaccharide en utilisant des hémocultures diluées. Ils ont rapporté que les polyphénols ont différents degrés d'inhibition des cytokines à différents niveaux. En outre, l'oleuropéine et l'acide caféique ont diminué la concentration d'interleukine-1 β .

II.5.3. Effet de l'huile d'olive sur l'hypertension :

L'huile d'olive peut abaisser la tension artérielle. Une étude a montré que le régime alimentaire enrichi en huile d'olive diminuait la pression artérielle moyenne (**Lahoz et al., 1999**). Une étude croisée chez les femmes souffrant d'hypertension a révélé que l'huile d'olive, contrairement à l'huile de tournesol riche en oléocacides, diminuait considérablement la pression artérielle systolique et diastolique **Ruiz-Gutierrez et al., (1996)**. **Alonso et Martinez-Gonzalez. (2004)** ont signalé une baisse de la pression artérielle chez les hommes qui consommaient plus d'huile d'olive dans leur alimentation, mais pas chez les femmes. **Fito et al., (2005)** ont rapporté que, VOO supplémentaire, abaissait la pression artérielle systolique chez les patients hypertendus plus que l'huile d'olive raffinée.

Partie expérimentale

Chapitre III

Matériel et Méthodes

1. Objectifs de travail :

Cette étude a pour but de déterminer la qualité des huiles d'olives non raffinées issues des exploitations agricoles locales dans la wilaya de Tissemsilt par une caractérisation physicochimique de leurs compositions. Cette enquête va nous permettre de classer notre support lipidique en fonction des normes internationales appliquées sur le marché national local.

2. Matériel végétal utilisé :

la présente étude a été effectuée sur quatre échantillons d'huile d'olive récoltés au cours de la campagne agricole 2018-2019 de quatre zones différentes au sein de la wilaya de Tissemsilt (Tissemsilt, kwassem, Khemsiti et Beni Lahsen). Les échantillons sont ensuite stockés dans des flacons propres à l'abri de la lumière jusqu'aux jours d'analyse.

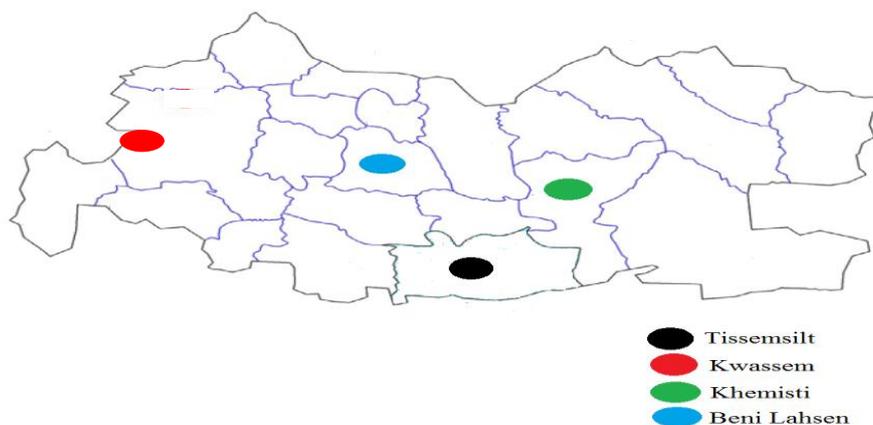


Fig.6- Carte géographique représentant l'emplacement de quatre zones différentes au sein de la wilaya de Tissemsilt.

2.1. Identification des variétés :

Notre étude comporte deux variétés d'olives distinctes :

- Variété Chemlal : Tissemsilt, Khemsiti et Beni Lahsen.
- Variété locale (selon les agriculteurs de la région): kwassem.



Fig. 97- Les quatre échantillons d'huile d'olive testés (Photo prise par Kabbaz, 2020)

3. Les paramètres mesurés :

3.1. Caractères physiques :

3.1.1 Indice de réfraction :

L'indice de réfraction est le rapport entre le sinus de l'angle d'incidence et le sinus de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée passant de l'air dans l'huile maintenue à température constante (**Lion, 1955**).

Il est soit pour mesurer directement l'angle de réfraction, soit pour observer la limite de réflexion totale, l'huile étant maintenue dans les conditions d'iso-tropisme et de transparence. Cet indice varie en fonction de l'insaturation des huiles. En effet, il est positivement corrélé avec le degré d'insaturation des acides gras contenus. Il permet, par conséquent, de différencier l'appartenance du corps gras aux deux groupes suivants :

- Graisses lauriques végétales (R =1,448 à 1,458) ou animales (R=1,471 à 1,458).
- Huiles végétales (R =1,468 à 1,490) ou animales (R=1,471 à 1,485).

3.1.1.1. Mode opératoire :

Après avoir étalonné le réfractomètre de type Abbe par l'eau distillée et nettoyé sa lame par le papier de Joseph, quelques gouttes de l'huile d'olive ont y été mises. Ensuite le cercle de chambre sombre et claire a été réglé dans la moitié et enfin la lecture a été effectuée en trois fois. (Annexe 1-1).

Afin d'ajuster la valeur de l'indice de réfraction mesuré à une température t (température du laboratoire), à la valeur de référence ($T=20^{\circ}\text{C}$), on peut utiliser une relation affine valable pour de faibles écarts de température : l'indice de réfraction N_D^T à la température de référence T est donné par la formule suivante:

a) Si $t > T \Rightarrow N_D^T = N_D^t + (t-T) \times F$

b) Si $t < T \Rightarrow N_D^T = N_D^t + (T-t) \times F$

t : température de la détermination

T : température de référence qui est 20°C pour les huiles.

F : facteur de correction, en de la température, égal à 0.00035 pour $T= 20^{\circ}\text{C}$, pour les huiles.

N_D^t : l'indice de réfraction pris sur le réfractomètre.

3.1.2 Densité :

C'est le rapport de la masse d'un certain volume d'huile à 20°C , et la masse d'un volume égal d'eau distillée à la même température (**LION., 1955**). La densité relative est mesurée par un pycnomètre bien nettoyé et séché du pycnomètre. Ce pycnomètre a été pesé et rempli d'eau distillée puis posé dans une étuve à 20°C . Après certain temps, le pycnomètre a été essuyé extérieurement et pesé. La même procédure est manipulée pour l'huile à mesurer (Annexe2 .1).

3.1.2.1. Méthode de calcul :

La densité est donnée par la formule suivante :

$$d = \frac{M2 - M0}{M1 - M0}$$

où

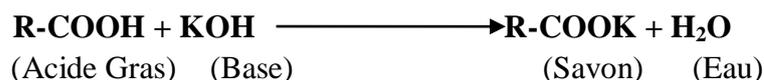
M0 : Masse de pycnomètre vide.

M1: Masse du pycnomètre rempli d'eau.

M2: Masse de pycnomètre rempli d'huile d'olive.

3.2. Caractères chimiques :**3.2.1. Acidité :**

L'acidité oléique d'une huile représente le pourcentage des acides gras libres exprimé conventionnellement en acide oléique pour les huiles végétales. En conséquence, l'indice d'acide est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour la neutralisation des acides libres contenus dans un gramme de corps gras (**Lion, 1955**).

**3.2.1.1. Mode opératoire :**

Après avoir pesé 2g d'huile d'olive dans une Erlenmeyer, 75 mL d'éthanol à 95% ont été ajoutés et l'ensemble a été neutralisé en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine à 1%. On procède ensuite à une agitation et titration avec la solution d'hydroxyde de potassium (0.1N) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante (**Ras El Maa et Taibi, 2018**). L'opération a été effectuée en trois reprises. Un essai à blanc est préparé en suivant le même mode opératoire. (Annexe 2.2).

L'acidité est donnée par la formule suivante :

$$\text{Acidité libre (\%)} = \frac{M * V - V' * N}{10 * m}$$

M : Masse molaire est 282 g mol⁻¹ pour l'acide oléique.

N : normalité de la solution titrer KOH (0.1N).

V : volume ml de KOH titré pour l'échantillon.

V' : volume ml de KOH titré pour l'essai à blanc.

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

3.2.2. Indice de saponification:

L'indice de saponification ou *indice de Koettstoerfer* correspond au nombre de milligrammes de KOH (potasse) nécessaire pour transformer en savon les acides gras contenus dans un gramme de corps gras (Lion, 1955). En effet, cet indice est corrélé négativement avec les molécules d'acides ayant plus d'atomes de carbone. Il rend compte de la longueur des chaînes hydrocarbonées des acides gras.

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

3.2.2. 1. Mode opératoire :

25 ml de potasse alcoolique de concentration 0,5 N ont été ajoutés à 2g d'huile d'olive dans un ballon conique. Le mélange est maintenu dans un bain marie bouillant pendant 45 à 60 minutes. Après refroidissement par l'eau robinet, 2 à 3 gouttes de phénolphaléine à 2% ont y été ajoutées. L'ensemble a été titré par l'acide chlorhydrique à 0.5 N en agitant constamment jusqu'à disparition complète de la couleur rose. Un essai à blanc est préparé en suivant le même mode opératoire. (Wolf, 1968) (Annexe 1 : 3,4,5).

3.2.2.2. Méthode de calcul :

L'indice de saponification est donné par la formule:

$$IS = \frac{(VT - VE) * C * M}{m}$$

VT : Volume en ml de HCL utilisé pour l'essai à blanc.

VE : Volume en ml de HCL utilisé pour l'échantillon à analyser.

C : concentration de la solution d'acide chlorhydrique (0.5N).

M: masse molaire du KOH en g/mol (56.1g/mol).

m : prise d'essai en g.

3.2.3. L'indice d'ester :

Rappelons que l'indice d'ester d'un corps gras c'est la quantité de potasse exprimé en milligramme, nécessaire pour saponifier les acides gras combinés présents dans 1 g de corps gras (Ras El Maa et Taibi, 2018).

$$\text{Indice d'ester} = IS - IA$$

IS : Indice de saponification.

IA : Indice d'acide.

3.2.4. Taux d'impuretés :

L'altération des corps gras peut être estimée par le calcul du pourcentage d'impuretés (**Ras El Maa et Taibi, 2019**).

$$\text{Taux d'impuretés}(\%) = \frac{\text{IA}}{\text{IS}} * 100$$

IS : Indice de saponification.

IA : Indice d'acide.

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Les paramètres mesurés:

1.1. Caractères physiques :

1.1.1. Indice de réfraction:

Tableau III- Indice de réfraction de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt, la campagne 2018-2019.

Echantillons	Indice de réfraction
Tissemsilt	1.460
Kwassem	1.470
Khemisti	1.469
Beni Lahsen	1.469

Selon le tableau (Tab VII), le traitement des résultats a montré des valeurs équivalentes avec une moyenne de 1.467 pour l'ensemble des huiles d'olive expérimentés. Ces valeurs sont très proches de celles énoncées par la norme **d'IOC., (2015)** où l'indice de réfraction est compris dans la fourchette de 1.4677-1.4705.

De même, des valeurs similaires de l'indice de réfraction (1,467-1,469) ont été signalées selon l'étude de **Tanilgan et al., (2007)**. Généralement, l'indice de réfraction est un critère spécifique pour la détection et l'identification des huiles (**El Sohaimy et al., 2016**). Son augmentation est liée directement à la longueur de chaîne des acides gras et leur insaturation (**Shirzad et al., 2017**). La nature de génotype, les conditions environnementales et les méthodes de stockage sont d'autres facteurs contribuant à la variation de cet indice d'une huile (**Akpan et al., 2006**). L'indice de réfraction est influencé aussi par l'acidité, le degré de dilution, l'oxydation et la polymérisation (**Loiseleur J, 1963**). Ces résultats ont révélé que la simple mesure en laboratoire de l'indice de réfraction peut être utilisée comme technique de contrôle de la qualité des huiles.

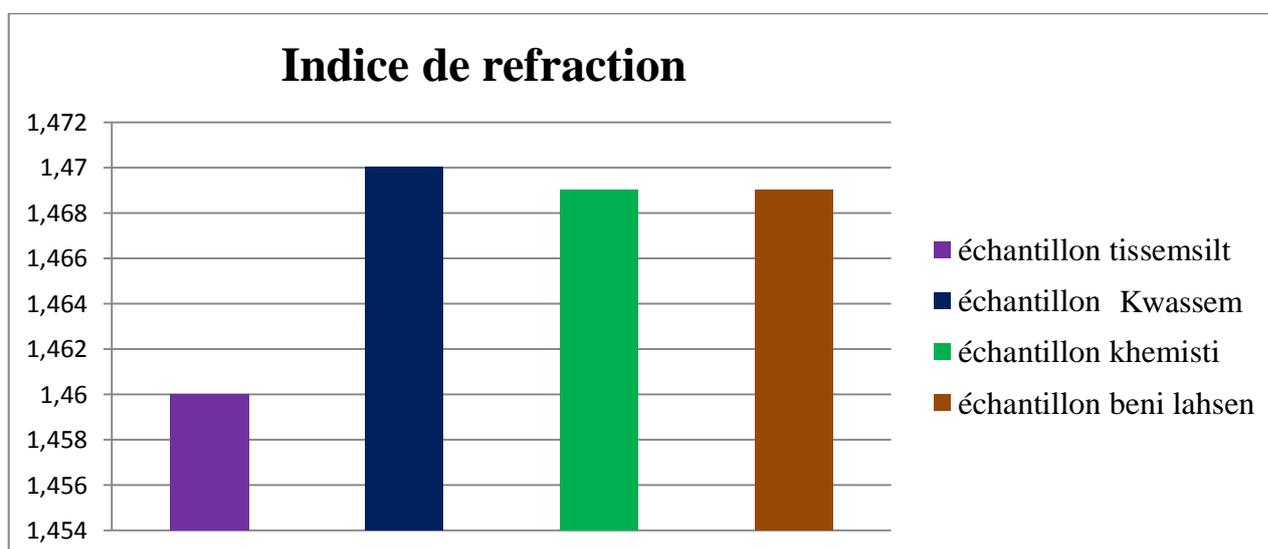


Fig. 8- L'indice de réfraction des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.

1.1.2. Densité :

Tableau IV- Densité de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt, la campagne 2018-2019.

Echantillons	Densité
Tissemsilt	0.924
kwassem	0.929
Khemisti	0.929
Beni Lahsen	0.896

Les résultats ont montré des valeurs de densité oscillant entre 0.896 et 0.929 enregistrées par les échantillons de Beni Lahsen et Khemisti et kwassem respectivement. L'intervalle de cette densité est de 908.7 et 915.7 révélée chez l'huile d'olive et l'huile de soja respectivement (Shreya et al., 2017). Les résultats obtenus par notre étude se concordent avec le travail de Idoui, (2013), qui révèle des valeurs de densité variant entre 0.87 et 1.93 pour cinq échantillons dans la région de Jijel.

La majorité des huiles alimentaires ont une densité comprise entre 0.913 et 0.932 selon la norme établie par le **Codex Alimentarius (1983)**. En conclusion, Les résultats ont démontré que nos huiles font partie de cette classification. Nonobstant, l'huile de l'échantillon de Beni Lahsen se démarque de cette constatation avec une valeur de 0.896. Ceci peut être expliqué par l'effet de la température élevée au cours de stockage ou de la récolte (Coupland et McClements, 1997). D'ailleurs, Timms, (1985) a démontré que la densité de l'huile de palme diminue avec le degré d'insaturation.

D'autres classifications, selon la norme algérienne, fixent la densité de l'huile d'olive vierge et raffinée selon un intervalle de 0.910 - 0.916 (MC., 2012).

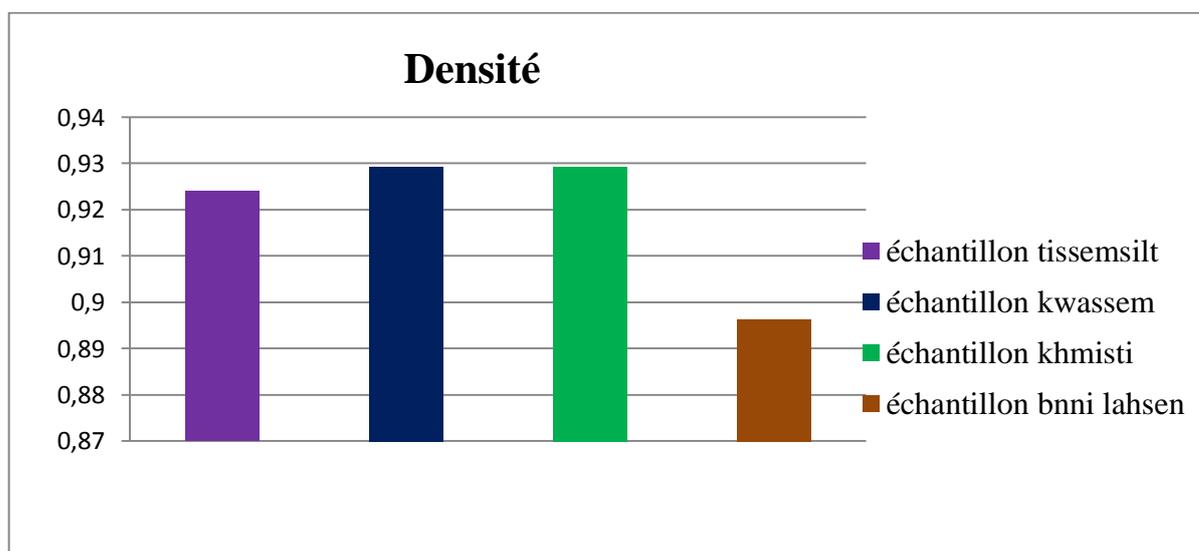


Fig.9 - Densité des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.

1.2. Caractères chimiques :

1.2.1. Acidité libre (%) :

Tableau V- Acidité (%) de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt, la campagne 2018-2019.

Echantillons	Acidité (%)
Tissemsilt	1.36
kwassem	2.91
Khemisti	3.10
Beni Lahsen	0.72

A partir des résultats illustrés dans le tableau (Tab IX), les échantillons de l'huile d'olive expérimentés ont montré des valeurs extrêmes d'acidité libre de 3.10% (Khemisti) et 0.72%, valeur inscrite par le génotype de Beni Lahsen. Des résultats presque semblables à ceux obtenus par **Benabid et al., (2008)**, qui ont indiqué des valeurs oscillant entre 0,77 et 9,26% dans des huiles d'olives de différentes régions oléicoles en Algérie. D'autres recherches ont montré que ce paramètre présente un intervalle de 0.2 à 0.3% (**Bengana et al., 2013**) et 0.15 à 0.42% (**Zegane et al., 2015**) chez le génotype Chemlal. Cette variation des résultats obtenus pourrait être influencée par les conditions d'extraction (**Akbarnia et Rashvand, 2019 ; El Riachy et al., 2018**) et de la région de culture (**Temime et al., 2006**).

En consultant les résultats du tableau et selon la norme commerciale du **Conseil Oléicole International., (2011)**, l'huile d'olive de Tissemsilt pourrait être classée dans la catégorie « des huiles vierges » (acidité libre $\leq 2.0\%$). Néanmoins, l'huile d'olives de la zone de Beni Lahsen peut être distinguée des autres échantillons par une valeur inférieure à 0.8%. Pour cela, elle fait partie des huiles extra vierges. Alors que l'huile de la région de Khemsiti est considérée comme huile vierge courante (inférieure ou égale à 3.3%) (**Boulfane et al., 2015**).

Cet indice nous informe sur l'état de l'altération de l'huile d'olive par hydrolyse de certains composés (**Bentekaya et Hassouna, 2005**). D'ailleurs, le processus de maturation rend le fruit plus sensible aux dommages pathogènes et mécaniques et augmente l'activité enzymatique principalement des enzymes lipolytiques, qui augmentent l'acidité libre (**Hamidoghli et al., 2008, Baccouri et al., 2008**). En conséquence, l'acidité élevée enregistrée dans l'échantillon récolté de Khemisti peut être expliquée par l'état de maturité très avancé des fruits, qui est dû principalement au manque ou insuffisance de précautions prises lors de la récolte des olives ce qui entraîne par la suite la détérioration des fruits et par conséquent l'augmentation de la teneur en acides gras libres sous l'action des lipases (**El Antari et al., 2000**). Généralement, les conditions de stockage de

l'huile d'olive pourraient constituer des facteurs affectant ses propriétés physicochimiques (Kiritsakis *et al.*, 1998).

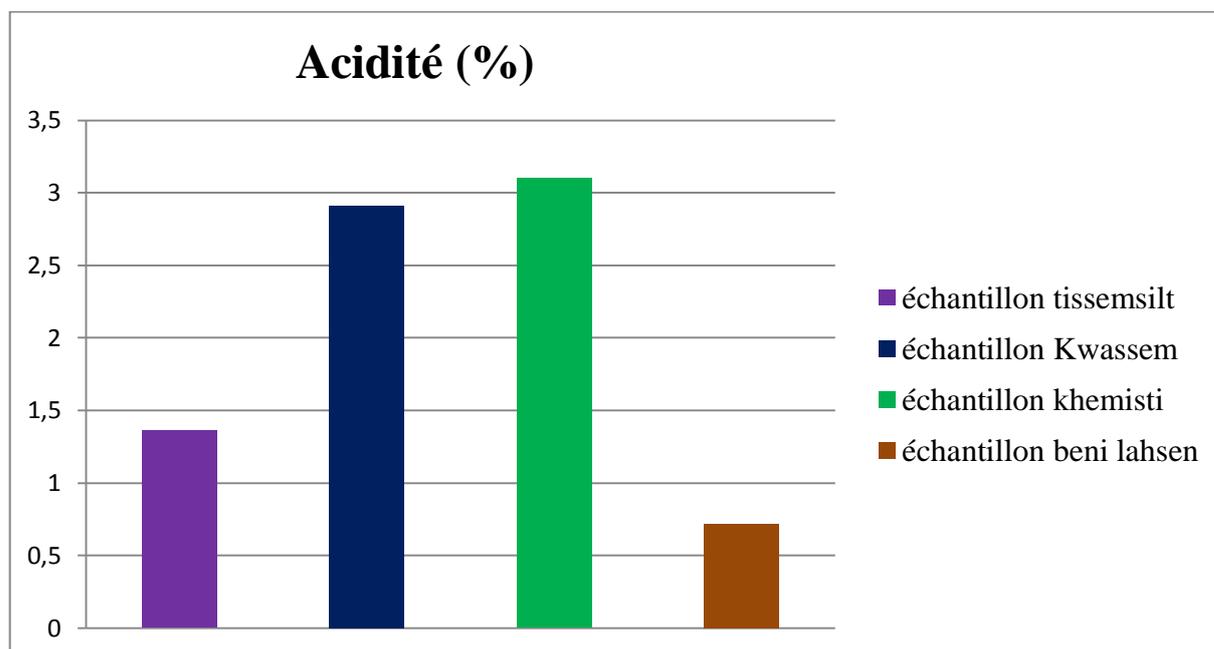


Fig. 10 - L'indice d'acidité des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.

1.2.2. L'indice de saponification :

Tableau VI - L'indice de saponification (mg KOH/g) de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt durant la campagne 2018-2019.

Echantillons	L'indice de saponification (mg KOH/g)
Tissemsilt	147,7
kwassem	178,6
Khemisti	186,1
Beni Lahsen	186,5

L'indice de saponification des échantillons testés ont extériorisé un taux élevé de 186.5 (mg KOH/g) donné par le géotype de Beni Lahsen. Tandis que la plus faible valeur a été enregistrée par le géotype de Tissemsilt (147.7 mg KOH/g). **Idoui (2013)** a signalé un indice de saponification de l'ordre de 159.8 et 185 (mg KOH/g) à Jijel. Ainsi que, **Salah eldeen et al., (2002)** ont indiqué des valeurs de 179 à 233.1 (mg KOH/g) pour différents échantillons d'huile d'olive d'origine géographique contraste.

D'une manière générale, cet indice reflète la longueur des chaînes hydrocarbonées des acides gras. Plus la masse molaire des acides gras est élevée, plus l'indice de saponification est faible. En

effet, plus la masse molaire est élevée plus les chaînes carbonées des acides gras sont longues et moins labiles (hydrolysables). D'après les résultats, les échantillons de kwassem et Tissemsilt ont inscrit des indices inférieurs à ceux établis par le **I.O.O.C., (2007)** (184-196) mg KOH /g). Par contre les deux autres échantillons se classent conformément selon cette norme. **El Sohaimy et al., (2016)** ont démontré que la valeur de l'indice de saponification a été significativement diminuée avec le développement des stades de maturation. Par conséquent, la date de récolte des olives en l'occurrence constituerait un facteur primordial qui détermine la cinétique de ce paramètre.

La variation de valeur de l'indice de saponification peut indiquer le manque de pureté de l'olive ou la différence de longueur de la chaîne d'acides gras contenant (Najafil et al., 2015). Des études antérieures ont conclu que l'alimentation en eau et la température sont les principaux facteurs qui affectent le taux et le métabolisme des acides gras dans les olives (Romero et al., 2002). Il a été également signalé que la composition en acides gras variait en fonction de la maturation du fruit (Anastasopoulos et al., 2011; El Sohaimy et al., 2016).

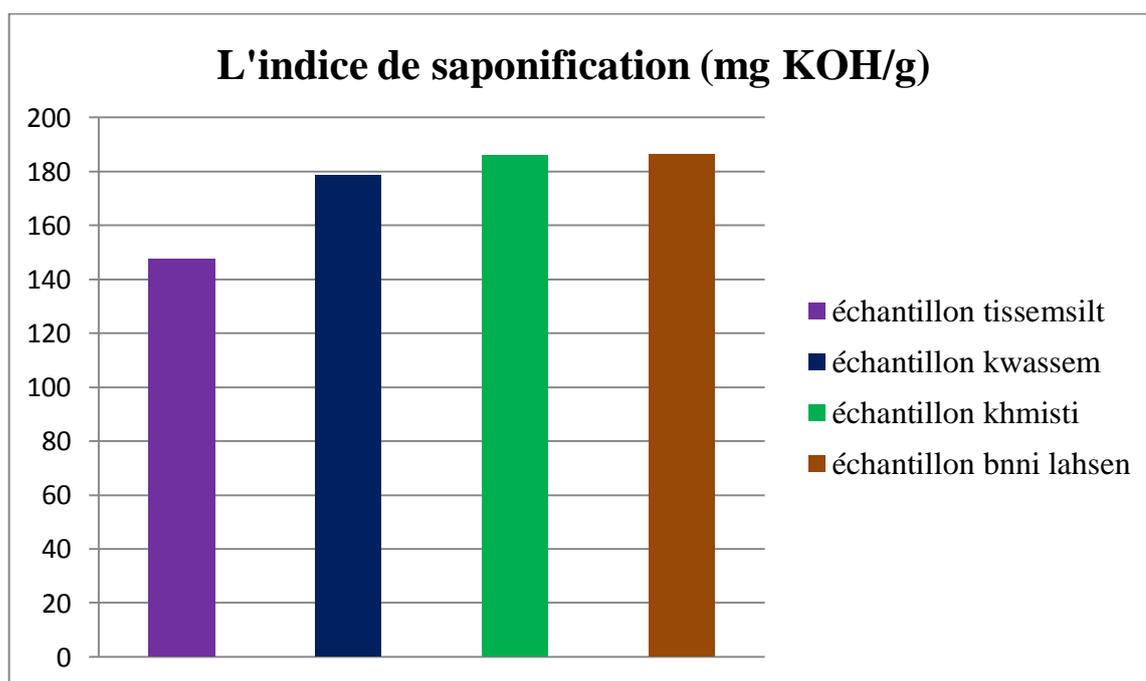


Fig. 11 - Variation de l'indice de saponification (mg KOH/g) des quarts échantillons d'huile d'olive étudiés.

1.2.3. L'indice d'ester :

Tableau VII- L'indice d'ester (mg KOH/g) de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt durant la campagne 2018-2019.

Echantillons	Indice d'ester (mg KOH/g)
Tissemsilt	141,933
kwassem	172,788
Khemisti	179,894
Beni Lahsen	182,325

Les valeurs obtenues de l'indice d'ester de l'huile d'olive sont de l'ordre de 141 à 182 mg KOH/g d'huile, enregistrées par l'échantillon de Tissemsilt et Beni Lahsen respectivement. Le taux d'hydrolyse de la matière grasse est exprimé par l'indice d'ester. Par conséquent, une huile ayant un indice d'ester élevé est une huile dont le nombre de moles d'acides gras libres élevé par rapport aux nombre de moles de triglycérides. Dans ce cas-là, des précautions de pré-raffinage et de conditionnement doivent être prises afin de limiter une dénaturation ultérieure qui conduirait à une décoloration de l'huile.

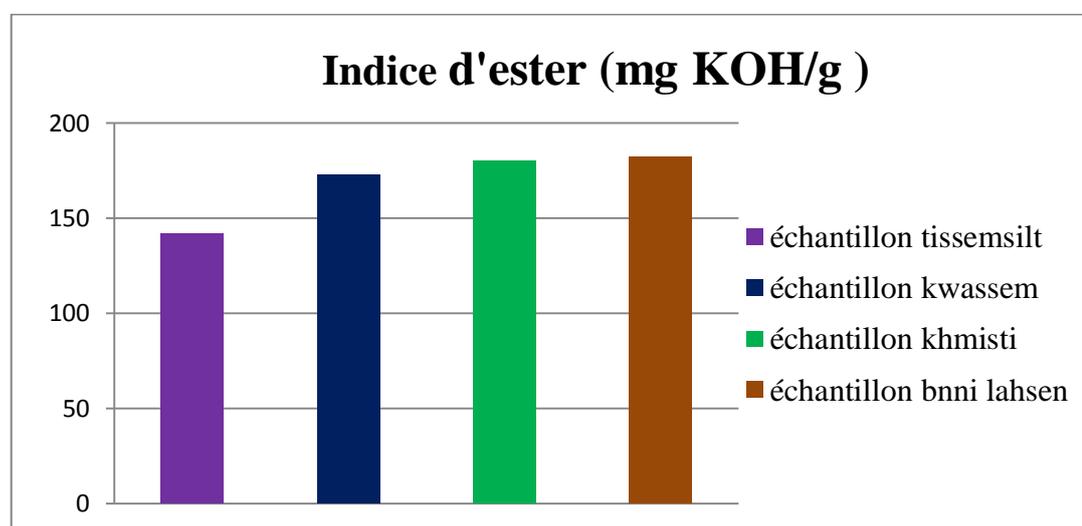


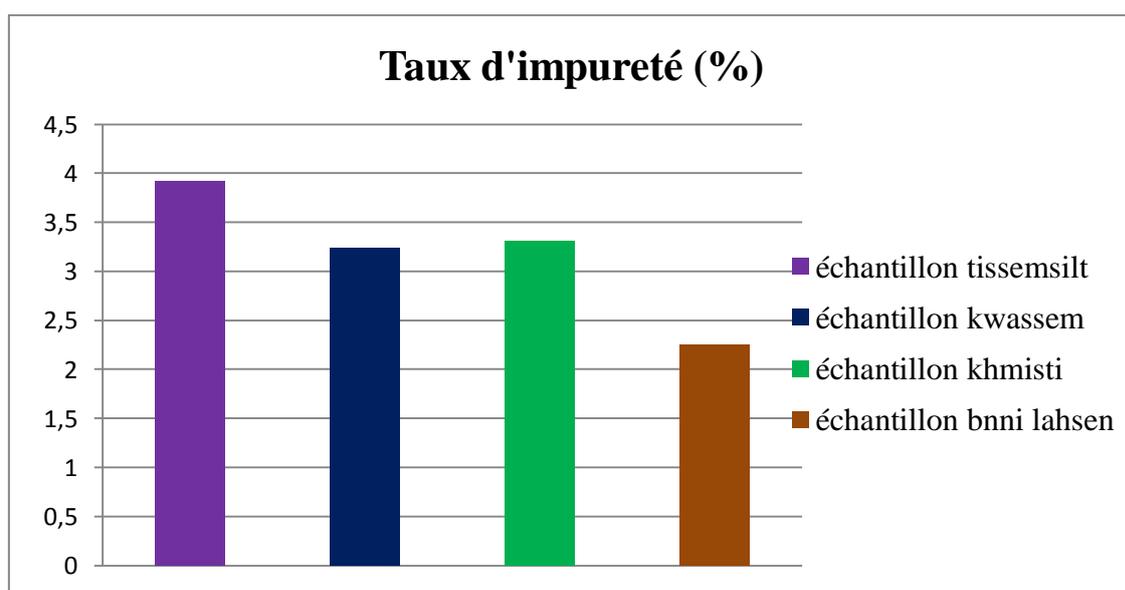
Fig. 12 - Variation de l'indice d'ester (mg KOH/g) des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.

1.2.4. Taux d'impureté:

Tableau VIII - Valeurs de taux d'impureté de l'huile d'olive cultivée dans quatre régions de la wilaya de Tissemsilt durant la campagne 2018-2019.

Echantillons	Taux d'impureté (%)
Tissemsilt	3,92
kwassem	3,23
Khemisti	3,32
Beni Lahsen	2,25

Les résultats obtenus (Figure 14) ont démontré que l'ensemble des géotypes a révélé des valeurs de taux d'impureté qui oscillent entre 2.25 et 3.92%, enregistrées par l'échantillon de Beni Lahsen et Tissemsilt respectivement. Selon le **C.O.I., (2011)** ($\leq 0,1$), les taux d'impureté de tous les échantillons d'huiles d'olive étaient supérieurs aux limites. Cette élévation pourrait être liée à la méthode d'extraction ou stockage. Ces résultats ne sont pas en accord avec ceux obtenus par **Vekiari et al., (2007)**, où les valeurs de ce taux se délimitent entre 0.21% et 0.43%. Ainsi que, **Haddam et al., (2015)** ont attesté des valeurs de taux d'impureté comprises entre 0.01 et 0.04 chez trois géotypes d'olivier. Ces impuretés comprennent des impuretés mécaniques, des matières minérales, des hydrates de carbone, des matières azotées, diverses résines, des savons de calcium, des acides gras oxydés, des lactones d'acides gras et (en partie) des savons alcalins, des hydroxy-acides gras et leurs glycérides (**M.C., 2012**).

**Fig. 13-** Variation de taux d'impureté (%) des quarts échantillons d'huile d'olive étudiée.

1.2.5. La teneur total en polyphénols :

Les composés phénoliques, improprement appelés souvent «polyphénols», sont responsables de la bonne stabilité à l'oxydation des huiles d'olive vierges (**Ollivier, 2004**). Ce sont des composantes de l'huile d'olive ayant l'activité préventive contre plusieurs maladies. Nombreux travaux ultérieurs ont indiqué la richesse de l'huile d'olive. **Carminé et al., (2019)** ont montré que l'huile d'olive extra vierge la teneur en polyphénols totaux est de l'ordre de 138 et 278 mg GAE / kg huile. Autres études ont apporté une teneur d'environ 52 à 315 mg de GAE / kg (**Vasilisa et al., 2019**). Ce paramètre est grandement influencé par la technique et la température d'extraction ainsi que la période de récolte des olives (**Ollivier, 2004**). La variation de la teneur en polyphénols est fortement influencée par le type de cultivar (**Talhaoui et al., 2016**).Récemment, il a été démontré que les processus technologiques appliqués dans le raffinage de l'huile ont des impacts différents sur sa teneur en polyphénols. D'ailleurs, un pourcentage de 0,3% à 1,5% des polyphénols est préservé dans l'huile finale, tandis qu'environ 40% se retrouvent dans les eaux usées des oliviers (**Talhaoui et al., 2016**).

1.2.6. Activité antioxydante de l'huile d'olive:

Au cours des dernières années, la consommation de l'huile d'olive dans le monde a augmenté de > 30% en raison de ses deux caractéristiques clés, à savoir ses propriétés nutritionnelles et organoleptiques (**Montaño et al., 2016**). Ses propriétés nutritionnelles sont fournies par son profil en acides gras qui est principalement de type insaturé, ainsi que par sa riche teneur en antioxydants, en particulier celle des biophénols qui joueraient un rôle dans la prévention des maladies (**Obied et al., 2012**). Les biophénols de l'huile d'olive agissent comme des casseurs de chaîne d'oxydation, réagissant avec les radicaux libres et formant des radicaux inactifs. Certains des biophénols les plus importants trouvés dans cette huile avec des activités biologiques marquées sont l'oléocanthal (OLEO), l'oleaceine (OLEA), l'acide élénoïque, l'oleuropéine et ses dérivés, le tyrosol(T) et l'hydroxytyrosol (HT) (**Lewandowska et al., 2013**).

Conclusion

Conclusion

La place de l'utilisation de l'huile d'olive dans l'alimentation et la médecine traditionnelle est indéniable. Celle-ci est due principalement à ses propriétés physicochimiques à savoir la richesse en acide gras insaturé et d'autres composés mineurs comme les stérols, les polyphénols et leur activité antioxydante conjuguée.

Sur le plan agro-écologique, la bonne adaptation de la culture de l'olivier dans les zones semi-arides offre une possibilité de passer d'un système de culture traditionnelle à un système très productif dit intensif. Ainsi que, la retombée avantageuse de l'exportation de ce genre de produit sur l'économie de notre pays est un autre critère qui reste davantage à exploiter.

La haute qualité de l'huile d'olive et d'autres huiles oléagineuses comme le tournesol, soja et le carthame dépend de plusieurs facteurs, comme l'origine de l'espèce, la période de la cueillette, le transport vers les huileries, le processus de fabrication utilisé ainsi que la conservation et l'emballage.

L'Algérie, l'un des principaux producteurs d'huile d'olive au monde, dispose d'une large gamme de cultivars. De nombreuses études sur la caractérisation physicochimique de cette huile algérienne ont été menées. Cependant, aucune recherche scientifique n'a été effectuée dans la zone semi-aride de Tissemsilt. A cet effet, l'intérêt accordé à ce travail est d'étudier les caractéristiques physicochimiques des huiles d'olives cultivées de la variété Chemlal et dans une autre locale (kwassem). Ceci est dans le but de déterminer la conformité des huiles d'olives par rapport aux normes alimentaires fixées. En outre, cette partie de recherche porte sur l'idée de valoriser la production algérienne en huile d'olive notamment celle produite dans notre région.

Cette étude nous a permis de constater que :

- Les échantillons de Tissemsilt et Bni Lahsen ont des valeurs d'indice d'acide relativement conformes aux normes établies par le **C.A.** Ce sont des huiles vierges voire extra vierges. Une acidité élevée est due particulièrement à une oxydation poussée, qui se traduit par un rancissement de l'huile et qui est due à la dégradation des acides gras insaturés. En outre, des facteurs environnementaux comme le stress hydrique et l'hyperthermie, la pratique agricole et le moment opportun de récolte sont les principaux facteurs qui déterminent la variation de cet indice.
- L'indice de saponification est compris dans l'intervalle donné par **I.O.C** et ceci pour les échantillons de Beni Lahsen et Khemsiti. Ce qui explique leur richesse en courtes chaînes d'acide gras.

- Les indices de réfraction et la densité sont conformes au Codex Alimentarius pour tous les échantillons étudiés. En outre, ces huiles sont de bonne qualité.
- L'indice d'ester ayant des valeurs moyennement acceptable pour l'ensemble des échantillons collectés.
- le taux d'impureté ayant des valeurs supérieures à la limite fixée et ce pour l'ensemble des huiles étudiées.

Les résultats de la caractérisation physicochimique de l'huile d'olive de la wilaya de Tissemsilt affirment que cette zone a une opportunité agro-économique importante pour la production oléagineuse. Généralement, les terres agricoles de notre région sont occupées essentiellement par les céréales. En conséquence, la bonne exploitation de cette espèce reste une étape primordiale afin de diversifier la production locale et nationale et d'en tirer profit des atouts qu'offre ce type d'huile.

L'huile d'olive vierge ou vierge-extra est à privilégier. Elle est aussi plus nutritive et bien meilleure pour la santé. Néanmoins, et d'après la littérature ces deux types d'huile d'olive sont considérés comme un produit fragile vis-à-vis du risque d'éventuelle contamination, en l'occurrence il est primordial de s'assurer de la qualité nutritionnelle et sanitaire des huiles destinées à la consommation. Pour cela, il faut veiller à ce que toutes les opérations, aussi bien au stade de la culture qu'au cours de la mise en œuvre des olives, de bon choix de la méthode d'extraction jusqu'au conditionnement (raffinage, stockage et emballage), soient effectuées avec soin.

En conclusion, cette étude s'intéressait au préalable à l'étude de quelques paramètres physicochimiques de l'huile d'olive produite à Tissemsilt y compris leur teneur en polyphénols et leurs activités antioxydantes. Toutefois, en raison de la conjoncture actuelle, liée à la propagation de la pandémie COVID-19, le confinement sanitaire appliqué en Algérie nous a obligés à réaliser que les paramètres précités dans notre mémoire de fin d'études. Par conséquent, et comme une perspective intéressante, les résultats obtenus au cours de notre étude peuvent complétés et confirmés par l'évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante des huiles d'olive de Tissemsilt et leurs extraits phénoliques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **A.M. 2016.** Effect of Harvesting in Different Ripening Stages on Olive (*Olea europaea*) Oil Quality. *American Journal of Food Technology*. 11, 1-11.
- **Ahmad Farooqi A., Fayyaz S. et Silva A. 2017.** Oleuropein and cancer chemoprevention: the link is hot. *Molecules* .22(5),705.
- **Ajana H., El Antari A. et Hafidi A. 1998.** Fatty acids and sterols evolution during the ripening of olives from the Moroccan Picholine cultivar . *J.Grasas y Aceites*. Vol 49, No 5-6.
- **Akbarnia A. et Rashvand M. 2019.** Effect of temperature, water content and velocity on the quality of virgin olive oil extracted through three-phase centrifuge. *AIMS Agriculture and Food*. 4(1), 165–176.
- **Akpan U., Jimoh A. et Mohammed A. 2006.** Extraction, Characterization and Modification of Castor Seed Oil . *Leonardo J. Sci.* 8, 43–52.
- **Alba-Mendoza J. A. 1999.** Séparation des phases solide et liquide (Analyse des différentes méthodes). Séminaire international sur les innovations scientifiques et leurs applications en oléiculture et oleotechnique, Florence, 10, 11 et 12 mars 1999. *Conseil Oléicole International*, 1-20.
- **Alonso A. et Martínez-González M . 2004.** Olive oil consumption and reduced incidence of hypertension: *The SUN study.Lipids*. volume 3, 9 pages1233–1238.
- **Amanda L .et Kathryn M . 2010.** Effect of unsaturation in fatty acids on the binding and oxidation by myeloperoxidase: Ramifications for the initiation of atherosclerosis. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 20, 5643– 5648.
- **Anastasopoulos E., Kalogeropoulos N., Kaliora A.C., Kountouri A.M. et Andrikopoulos N. K. 2011.** Quality indices, polyphenols, terpenic acids, squalene, fatty acid profile, and sterols in virgin olive oil produced by organic versus non-organic cultivation method. *Food and Environment*. 11, 135–142.
- **Angerosa F., Mostallino R., Basti C. et Vito R. 2000.** Virgin olive oil odour notes: their relationships with the volatile compound from the lipoxygenase pathway and secoiridoid compounds. *Food Chem* 68:283–287
- **Angerosa F., Mostallino R., Basti C. et Vito R. 2001.** Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils. *Food Chemistry*, 72: 19-28.
- **Angerosa, F. 2002.** Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **104**,639– 660.
- **Angerosa F., Servili M., Selvaggini R., Taticchi A., Esposito S., Montedoro G.F. 2004.** Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *J. Chromatogr. A* 1054, pp. 17-31.

- **Antonini E., Farina A., Leone A., Mazzara E., Urbani S., Selvaggini R., Servili M. et Ninfali P. 2015.** Phenolic compounds and quality parameters of family farming versus protected designation of origin (PDO) extra-virgin olive oils. *J Food Compos Anal.* 43,75–81.
- **Aouidi F. 2012.** Etude et volarisation des feuilles d'olivier *Olea Europaea* dans l'industrie Agro-Alimentaire. Génie Biologique.Carthage. *Institut National des Sciences Appliquées et de Technologie.* 140p.
- **Argenson C. 2008.** La culture de l'olivier dans le monde, ses productions, les tendances. *Le Nouvel Olivier.* 61, 8-11.
- **Awad A B. et Fink C S. 2000.** Phytosterols as anticancer dietary component: evidence and mechanism of action. *J. Nutr.* 130, 2127–2130.
- **Aydar AY., Bagdatlioglu N. et Köseoglu O. 2017.**Effect of ultrasound on olive oil extraction and optimization of ultrasound-assisted extraction of extra virgin olive oil by response surface methodology (RSM). *Grasas y Aceites.*68, 1-11.
- **Baccouri O., Guerfel M., Baccouri B., Cerretani L., Bendini A., Lercker G., Zarrouk M. et Ben Miled D. 2008.** Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chem.* 109, 743–754.
- **Balatsouras G. 1997.** Méthodes d'élaboration des olives de table. *Encyclopédie mondiale de l'olivier.* COI, Madrid, Espagne. 295-342.
- **Bartoli R., Fernandez-Banares F., Navarro E., Castella E., Mane J., Alvarez M., Pastor C., Cabre E. et Gassull MA. 2000.** Effect of olive oil on early and late events of colon carcinogenesis in rats: modulation of arachidonic acid metabolism and local prostaglandin E (2) synthesis. *Gut* 46,191–9.
- **Beltrán G., Aguilera M., Rio C.D., Sanchez S. et Martinez L. 2005.** Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chem.* 89, 207–215.
- **Ben Sassi A., Boularbah A., Jaouad A., Walker G. et Boussaid A. 2006.** A comparison of olive oil mill wasterwaters (OMW) from three different processes in Morocco. *Process Biochemistry.* 41, 74-78.
- **Benabid H., Naamoune H., Noçairi H. et Rutledge D. 2008.** Application of chemometric tools to compare Algerian olive oils produced in different locations. *Journal of Food, Agriculture & Environment.* 6 (2), 43-51.
- **Bendi Djeloul M. 2017.** Influence du Sol, de l'Altitude et de la Variété sur la qualité de quelques huiles d'olives dans l'ouest algérien. Amélioration de la production végétale et Biodiversité. *Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen.* 155p.
- **Bengana M., Bakhouch A., Lozano-Sánchez J., Amir Y., Youyou A., Segura-Carretero A. et Fernández-Gutiérrez A. 2013.** Influence of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of Chemlal extra-virgin olive oil. *Food Research International.* 54(2), 1868–1875.
- **Bentekaya I. et Hassouna M. 2005.** Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *OCL.* 12 (2005) 447.

- **Berra B. 1998.** Les composants mineurs de l'huile d'olive : aspects biochimiques et nutritionnels. *Olivae*, 73, 29-30
- **Bouaoudia A. 2009.** Etude Comparative du point de vue physicochimique et organoleptique de plusieurs variétés d'huile d'olive. Sciences Alimentaires. *Université Abderrahmane Mira Bejaia*.63p.
- **Boulfane S., Maata N., Anouar A. et Hillali S. 2015.** Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc. *Journal of Applied Biosciences*. 87,8022– 8029.
- **Boulkroune H. 2018.** L'oléiculture en petite kabylie : améliorer la qualité du produit participe au développement durable de la filière. Production végétale. *Laboratoire de valorisation des ressources biologiques naturelles -Université Sétif*. 138p.
- **Bouskou D. 1996.** Huile d'olive ; chimie et technologie. *AOCS press*, Champaign III.U.S.A.
- **C.O.I. 2007.** Analyse sensorielle de l'huile d'olive : méthode d'évaluation organoleptique de l'huile d'olive vierge. COI/T/ 20/Doc. n° 15/Rev.2.septembre 2007.
- **Carmine N.,Alessio A., Andrea L., Francesca N., Eliana N., Marzia V., Antonio M., Federica B., Erika S. et Luigi D. 2019.** Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Italian Monovarietal Extra Virgin Olive Oils. *Antioxidants* . 8(6), 161.
- **Carriere F. et Marie C. 2013.**Mieux connaître l'huile d'olive. La Genetière 84.850 Travaillant FRANCE.
- **Cavisolglu A. et Oktar A. 1994.** les effets des facteurs agronomiques et des conditions de stockage avant la, mouture sur la qualité de l'huile. *Oliva*. N°52, PP. 18-24.
- **CEE/2568/91.** Communauté Economique Européenne Règlement (CEE) N°2568.91 de la commission du 11 juillet 1991. Relatif aux caractéristiques des huiles d'olive et des huiles de grignins ainsi qu'une méthode d'analyse y'afférente, 27 :33.
- **Cheik M. 2016.** Caractérisation des Acides Gras de l'Huile d'Olive de Sabra en corrélation avec l'évaluation Sensorielle et l'Analyse Physico-chimique. Sciences des Aliments. : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. Tlemcen. 67p.
- **Cifferie R. 1941.** rev-l'oléiculture-AnnVIII.8,1-6.
- **Cirilli M. , Bellincontro A., Urbani S., Servili M., Esposito S., Mencarelli. et Muleo R. 2016.** On-field monitoring of fruit ripening evolution and quality parameters in olive mutants using a portable NIR-AOTF device. *Food Chemistry*.Volume 199, Pages 96-104.
- **Civantos S. 2006.** La situation et les tendances des techniques ministères de l'agriculture, la pêche et l'alimentation.,Jaen Espagne. *CIHEAM Option Méditerranéennes*. PP. 35-40.
- **Clodoveo ML. 2013.** New advances in the development of innovative virgin olive oil extraction plants: Looking back to see the future. *Food Research International*.54, 726-729.
- **Clodoveo ML., Hbaieb RH. et Kotti F.2014.** Mechanical strategies to increase nutritional and sensory quality of virgin olive oil by modulating the endogenous enzyme activities. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.13, 135-154.

- **Codex alimentarius, 1993.** Annexe V, avant-projet de norme pour les huiles végétales portant un nom scientifique. Compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. Actualité en chimie n°270: 108-115.
- **Codex Alimentarius. 2001.** Standard for olive oils and olive pomace oils, CODEX STAN 33– 1983, Revision: 1989.
- **Codex stan 33-1981. 2015.** Norme pour les huiles d’olive et les huiles de grignons d’olive Adoptée en 1981. Révision : 1989, 2003, 2015. Amendement : 2009, 2013.
- **Codex Stan 210 -1999 :** normes codex pour les graisses et les huiles portant un nom spécifique.
- **Codex stan 33-1981/Rev.2, 2003 :** Normes Codex pour les huiles d’olives et les Huiles de grignons d’olive.
- **COI. 1990.** Índice global de calidad de los aceites de oliva vírgenes: resultados del análisis circular y adopción de sus definiciones. *Olivae* 30:12–15.
- **COI (Conseil Oléicole International). 1997.** Encyclopédie mondiale de Première. *Édition, Avril.* 61-64.
- **Conseil Oleicole International. 1998.** L’Olivier, l’huile, l’olive - Madrid / Espagne.
- **COI. 2007.** Fiche technique sur La Teigne de l’olivier. 11pp.
- **COI/Doc. No. 1. Novembre 2011.** Guide pour la détermination des caractéristiques des olives à huile.
- **COI. 2015.** Statistique de la production d’huile olive. Novembre 2015.
- **Coupland J. N. et Mc Clements D. J. 1997.** Physical properties of liquid edible oils. *Journal of the American Oil Chemists’ Society.* 74(12), 1559–1564.
- **Covas ML., Nyyssonen K. et Poulsen HE. 2006.** The effect of polyphenols in olive oil on heart disease risk factors: a randomized trial. *Ann. Intern. Med.* 145, 333–341.
- **Criado MN., Motilva MJ., Goni M. et Romero MP. 2007.** Comparative study of the effect of the maturation process of olive fruit on the chlorophyll and carotenoid fractions of drupes and virgin olive oils of Arbequina variety in Spain. *Food Chem.* 100, 748–755.
- **Cronquist A. 1988.** The Evolution and Classification of Flowering Plants. *2nd edition Bronx, N.Y USA: The New York Botanical Garden.* page 145.
- **De Barry N .1999.** L’Abécédaire de l’huile d’olive. *Éd. Flammarion, France,* page 86.
- **Demnati D .2008 .** L’huile d’olive vierge: Qualité et dégustation. IAV. Hassan II (Rabat): Technologie Alimentaire, Analyse Sensorielle et Gestion de la Qualité. *Royaume du Maroc.*
- **El Antari A., Hilal A., Boulouha B. et El Moudni A. 2000.** Influence of the variety, environment and cultural techniques on the characteristics of olive fruits and the chemical composition of extra virgin olive oil in Morocco. *Olivae.* (80), 29-36.
- **El Riachy M., Bou-Mitri C., Youssef A., Andary R. et Skaff W. 2018.** Chemical and Sensorial Characteristics of Olive Oil Produced from the Lebanese Olive Variety ‘Baladi’. *Sustainability* .10, 4630.

- **El Sohaimy S A.A., Mohamed El- Sheikh H.,TahaRefaa M. et Mohamed Zaytoun A.M. 2016.** Effect of Harvesting in Different Ripening Stages on Olive (*Olea europaea*) Oil Quality. *American Journal of Food Technology*. 11, 1-11.
- **Esteves da Silva JCG. 2010.** Chemometric classification of cultivars of olives: perspectives on Portuguese olives and olive oil in health and disease prevention. *Olives Olive Oil Health Dis Prev*. 33–42
- **European Union Commission Regulation. (EEC) No 2568/91.1991.** Brussels: Official European Commission Journal.
- **FAO. 2001** .Le Système De Production Agricole À L'échelle Mondiale (Consulter En Juin) Faune De L'empire Français'', I, 450p.
- **FAO., 2016.** Food and Agriculture organization of the United Nations, Événement spéciale : sécurité alimentaire et diversité génétique.
- **Fernandez-Cuesta A., Leon L., Velasco L. et De La Rosa R. 2013.** Changes in squalene and sterols associated with olive maturation. *Food Res Int*. 54,1885–1889.
- **Fito M., Cladellas M., de la Torre R., Marti J., Alcantara M., Pujadas-Bastardes M., Marrugat J., Bruguera J., Lopez-Sabater MC., Vila J. et Covas MI. 2005.** Antioxidant effect of virgin olive oil in patients with stable coronary heart disease: a randomized, crossover, controlled, clinical trial. *Atherosclerosis*.181, 149-158.
- **Galanakis CM .2011.** Olive fruit dietary fiber: components, recovery and applications. *Trends Food Sci Technol*. 22,175–184.
- **Galvano F., La Fauci L., Graziani G., Rosalia F., Roberta M., Claudia D-G., Antonio S., Massimo D., Luca V et Giacomo Galvano., 2007.** Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Italian Extra Virgin Olive Oil Monti Iblei. *Journal of Medicinal Food* .Vol. 10. 4.
- **Gandul-Rojas B., Roca M et Gallardo-Guerrero L. 2016.**Chlorophylls and carotenoids in food products from olive tree. *InTech*.34-331.
- **Garcia J M., Seller S., Pérez-Camino M C.1996.** "Influence of fruit ripening on olive oil quality", *J. Agric. Food. Chem*. 44, pp. 3516-3520.
- **García-Inza G P., Castro D N., Hall A J. et Rousseaux M C. 2016.** Opposite oleic acid responses to temperature in oils from the seed and mesocarp of the olive fruit. *Eur. J. Agron*. 76, 138–147.
- **Gaussen H., Leroy J-P. et Ozenda P. 1982.** Précis de botanique .Tome II : végétaux supérieurs. *Ed. Masson, Paris*. page. 110.
- **George E S., Marshall S., Mayr H L., Trakman G L., Tatucu-Babet O A., Lassemillante A M., Bramley A., Reddy A J., Forsyth A., Tierney A C., Thomas C J., Itsiopoulos C.et Marx W.2018.** The effect of high-polyphenol extra virgin olive oil on cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Journal Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Volume 59. Issue 17. Pages 2772-2795 .
- **Giuliani A., Cerretani L. et Cichelli A. 2011.** Chlorophylls in olive and in olive oil: chemistry and occurrences. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 51, 678–690.

- **Gomez-Caravaca A.M., Gomez-Romero M., Arraez-Roman D., Segura-Carretero A. et Fernandez-Gutierrez A. 2006.** Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41:1220-1234.
- **Gómez-Rico A., Fregapane G. et Salvador MD. 2008.** Effect of cultivar and ripening on minor components in Spanish olive fruit and their corresponding virgin olive oils. *Food Res Int.* Volume 41. Issue 4, 433–440.
- **Griffiths K., Aggarwal BB., Singh RB., Buttar HS., Wilson D. et De Meester F. 2016.** Food antioxidants and their anti-inflammatory properties: a potential role in cardiovascular diseases and cancer prevention. *J.Diseases (Basel, Switzerland)*;4(3):28.
- **Gucci R., Caruso G., Gennai C., Esposito S., Urbani S et Servili M .2019.** "Fruit growth, yield and oil quality changes induced by deficit irrigation at different stages of olive fruit development," *Agricultural Water Management, Elsevier.* vol. 212(C). pages 88-98.
- **Guillaume C., Ravetti L., Ray DL. et Johnson J. 2012.** Technological factors affecting sterols in Australian olive oils. *J Am Oil Chem Soc.*89,29–39.
- **Guo Z., Jia, X., Zheng Z., Lu X., Zheng Y., Zheng B. et Xiao J. 2017.** Chemical composition and nutritional function of olive (*Olea europaea* L.). a review. *Phytochemistry Reviews.* 1-20.
- **Habibi M., Golmakani MT., Mesbahi G., Majzoobi M. et Farahnaky A. 2015.** Ultrasound-accelerated debittering of olive fruits. *Innov Food Sci Emerg Technol.* 31,105–115.
- **Hachemi I. et Benazza H. 2015.** Perspectives d'amélioration de la production et la conservation des olives et les produits oléiques dans la région de Tlemcen. Mem. Agro. *Univ Tlemcen.*
- **Haddam M., Chimi H. et Amine A. 2015.** Formulation d'une huile d'olive de bonne qualité. *OCL.* 21(5) D507.
- **Hamidoghli Y., Jamalizadeh S. et Malakroudi M.R. 2008.** Determination of harvesting time effect on quality and quantity of olive (*Olea europea* L.) oil in Roudbar regions. *Journal of Food Agric. Envi.* 6, 238–241.
- **Hanhineva K., Törrönen R., Bondia-Pons I., Pekkinen J., Kolehmainen M., Mykkänen H. et Poutanen K. 2010.** Impact of Dietary Polyphenols on Carbohydrate Metabolism Int. *J. Mol. Sci.* 11, 1365-1402.
- **Hannachi H., M'sallem M., Benalhadj S. et El-Gazzah M. 2007.** Influence du site géographique sur les potentialités agronomiques et technologiques de l'olivier (*Olea europaea*) en Tunisie. *C.R. Biologies* 330, p 135-142.
- **Hatanaka A. 1993.** The biogenesis of green odour by green leaves. *Phytochemistry*, 34(5), 1201-1218.
- **Henry S. 2003.** L'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. *Thèse . université Henri-Poincaré – Nancy.* Page 9 -13.
- **Idoui T. 2013.** Physical and chemical characteristics of a local Jijel's olive oils. *Nature & Technology Journal.* B- Agronomic & Biological Sciences. 08, 13-16.

- **International Olive Council. 2013.** Sensory analysis of olive oil—method for the organoleptic assessment of virgin olive oil, COI/T.20/Doc. No. 15/Rev. 6.
- **International Olive Council, IOC .2014.**Mario Solinas quality award—rules of the international competition for extra virgin olive oils, COI/T.30/Doc. No. 17.
- **International Olive Council. 2015.** Concerning the trade standard applying to olive oils and olive pomace oils. Draft Decision No.DEC-9/S. ex. 24-V/2015, *International Olive Council, Madrid, Spain.*
- **International Olive Oil Council 2007-2018.** <http://. International oliveoil.org>.
- **Jiménez A., Rodriguez R., Fernandez-Caro I., Guillén R., Fernandez-Bolanos J. et Heredia A .2001.**Olive fruit cell wall: degradation of cellulosic and hemicellulosic polysaccharides during ripening. *J Agric Food Chem* .49, 2008-2013.
- **Juan W., Bi-hua W., Li C., Wei W., Xi-gui H, Zheng-jun X. et You- liang Z .2012.**Comparative analysis of essential oils from the leaves of wild and domestic *Chimonanthus praecox* Wu. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 6(14), pp. 2832-2838.
- **Judd J ., Clevidence A., Muesing R ., Wittes J., Sunkin M. E. et Podczasy J. 1994.** Dietary trans fatty acids: effects on plasma lipids and lipoproteins of healthy men and women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 59 (4) ,861-888.
- **Jukić Špika M., Kraljić K., Koprivnjak O., Škevin D., Žanetić M. et Katalinić, M. 2015.** Effect of Agronomical Factors and Storage Conditions on the Tocopherol Content of Oblica and Leccino Virgin Olive Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*(2015), 1293– 1301.
- **Kamal-Eldin A., Appelqvist L. 1996.** The Chemistry and Antioxidant Properties of Tocopherols and Tocotrienols. *Lipids* 31, 671-701.
- **Kataja-Tuomola M. et Sundell J. R. 2008.** Effect of alpha-Tocopherol and beta-carotene supplementation on the incidence of type 2 diabetes. *Diabetologia. Jan*, 51 (1), 47-53.
- **Khelif M. et Rekik H. 1996.** La qualite de l'huile d'olive en tunisieun atout, des contraintes et des ambitions, PP 79-92.
- **Kiritsakis A., Nanos G D., Polymenopulos, Z., Thomai T. et Sfakiotakis, E M. 1998.** Effect of fruit storage conditions on olive oil quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* 75(6), 721–724.
- **Lahoz C., Alonso R., Porres A., and Mata P. 1999.** Las Dietas Enriquecidas en Ácidos Grasos Monoinsaturados y Ácidos Grasos Poliinsaturados Omega 3 Disminuyen la Presión Arterial, sin Modificar la Concentración de Insulina Plasmática en Sujetos Sanos. *Med. Clin. (Barc.)* 112, 133-137.
- **Lazzeri Y. 2009.** Les défis de la mondialisation pour l'oléiculture méditerranéenne. L'olivier en mediterrannée. Conférence centre culturel français de Tlemcen-Algérie.
- **Le Grusse J. 2003.** Structure chimique et proprietes physicochimiques. In : Les vitamines dans les Industries AgroAlimentaires. Bourgeois, C. Eds : Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 5-23

- **Lewandowska U., Szewczyk K., Hrabec E., Janecka A., Gorlach S. 2013.** Overview of metabolism and bioavailability enhancement of polyphenols. *J Agric Food Chem.* 61, 12183–12199.
- **Lion PH. 1995.** Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris.
- **Llor X., Pons E. et Roca A. 2003.** The effects of fish oil, olive oil, oleic acid and linoleic acid on colorectal neoplastic processes. *Clin Nutr.* 22, 71–79.
- **Loiseleur J., 1963.** Techniques de laboratoire, tome 1, fascicule 2, Paris.
- **Loussert R. et Brousse G. 1978.** L'olivier, techniques agricoles et production méditerranéenne. Paris: Maisonneuve et Larose. 128p.
- **Loussert R. et Brousse G. 1998.** L'olivier. Ed. G.P. Maisonneuve et Larousse, Paris, France. pp 462.
- **Luaces P., Perez A. et Sanchez C. 2003.** Role of olive seed in the biogenesis of
- **Luaces P., Pe´rez AG., Garcí´a JM. et Sanz LC .2005.** Effects of heat- treatments of olive fruit on pigment composition of virgin olive oil. *Food Chem* 90,169–174.
- **Lukić M, I Lukić, M Krapac, B Sladonja, V Piližota. 2012.** Sterols and triterpene diols in olive oil as indicators of variety and degree of ripening. *Food chemistry* 136 (1), 251-258.
- **Luna G., Morales M.T. et Aparicio R. 2006.** Characterization of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions. *Food Chemistry*, 98:243-252.
- **M.C. 2012.** Méthodes officielles d'analyses physico-chimiques relatives aux corps gras d'origine animales et végétales. *Journal officiel de la république algérienne N° 64.*
- **Matos LC., Cunha SC. et Amaral JS . 2007.** Chemometric characterization of three varietal olive oils (cvs.cobrançon, Madural and Transmontana) extracted from olives with different maturation indices. *Food chemistry.* 102,406-414.
- **Miles Ph ., Zoubouli P., Calder PC. et D.Phil. 2005.** Differential anti-inflammatory effects of phenolic compounds from extra virgin olive oil identified in human whole blood cultures. *Nutrition* .Volume 21. Issue 3. Pages 389-394.
- **Mínguez-Mosquera MI. 1997.** Clorofilas y carotenoides en tecnología de alimentos Sevilla. Spain : Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla. 189 p.
- **Monika G D., Paulina P., Francesco C., Alicja K J, Antonella M G., Narcyz K., Michal W. et Magdalena GP. 2018.** Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant Polyphenols. *Medicine, Biology. International Journal of Molecular Sciences.* 19(3), 686.
- **Montaño A., Hernández M., Garrido I., Llerena JL. et Espinosa F. 2016.** Fatty acid and phenolic compound concentrations in eight different monovarietal virgin olive oils from extremadura and the relationship with oxidative stability. *Int J Mol Sci.* 17,17.
- **Mourida A. 2014.** Contribution à l'étude des maladies cryptogamiques d'olivier dans la région de Hennaya- Telemcen.

- **Moyano M J., Heredia F J. et Meléndez-Martínez A J. 2010.** The Color of Olive Oils: The Pigments and Their Likely Health Benefits and Visual and Instrumental Methods of Analysis. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* . 9, (3). 278 – 291.
- **Najafil V., Barzegar M. et Sahari MA. 2015.** Physicochemical properties and oxidative stability of some virgin and processed olive oils. *International Journal of Agricultural Science and Technology*. 17(4), 847-85.
- **Namayandeh S M., Kaseb F. et Lesan S. 2013.** Olive and sesame oil effect on lipid profile in hypercholesterolemic patients, which better?. *Int J Prev Med* .4(9), 1059-62.
- **Obied HK., Prenzler PD., Omar SH., Ismael R., Servili M., Esposto S., Taticchi A., Selvaggini R. et Urbani S. 2012.** Pharmacology of Olive Biophenols. In: Fishbein JC, Heilman JM, editors. *Advances in Molecular Toxicology*. Vol. 6. Elsevier; Amsterdam. pp. 195–242.
- **Ollivier D., Boubault E., Pinatel C., Souillol S., Guerere M. et Artaud J. 2004.** Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges. *Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique*. 965, 169-196.
- **Ollivier D. et al, 2007.** Caractérisation sensorielle et chimique d'huile d'olive vierge de six AOC française, *O.C.L*, Vol. 14, Issue 2, p.141-149.
- **Oudina M. et Baziz A. 2017.** Etude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de trois échantillons d'huiles d'olives Algérien. *Biochimie/Nutrition Moléculaire et Santé*. Constantine . *l'Université Frères Mentouri Constantine* 1.51p.
- **Owen RW., Mier W., Giacosa A., Hull WE., Spiegelhalder B. et Bartsch H. 2000.** Identification of lignans as major components in the phenolic fraction of olive oil. *Clin. Chem*. 46, 976–988.
- **Patumi M., Fontanazza G., Baldoni. et Brambilla. 1989.** Determination of some precursors of lipid biosynthesis in olive fruits during ripening. *Int Symp Olive Grow*. 286, 199–202.
- **Phillips KM., Ruggio DM., Toivo JI., Swank MA. et Simpkins AH. 2002.** Free and esterified sterol composition of edible oils and fats. *J Food Compos Anal*. 15, 123–42.
- **Piravi-Vanak Z., Ghasemi JB., Ghavami M., Ezzatpanah. et Zolfonoun E. 2012.** The Influence of Growing Region on Fatty Acids and Sterol Composition of Iranian Olive Oils by Unsupervised Clustering Methods. *Journal of the American Oil Chemists Society* .volume 89, pages 371–378.
- **Portarena S., Farinelli D., Lauteri M., Famiani F., Esti M. et Brugnoli E. 2015.** Stable isotope and fatty acid compositions of monovarietal olive oils: implications of ripening stage and climate effects as determinants in traceability studies. *Food Control*. 57, 129–135.
- **Prata R, Pereira JA., Rodrigues N., Dias LG., Veloso A C., Casal S. et Peres AM . 2018.** Olive Oil Total Phenolic Contents and Sensory Sensations Trends during Oven and Microwave Heating Processes and Their Discrimination Using an Electronic Tongue . *Journal of Food Quality* .
- **Puértolas E, Martínez de Marañón I. 2015.** Olive oil pilot-production assisted by pulsed electric field: impact on extraction yield, chemical parameters and sensory properties. *Food Chem*. 167, 497–502.

- **Puértolas E. et Martínez de Marañón I. 2015.** Olive oil pilot-production assisted by pulsed electric field: Impact on extraction yield, chemical parameters and sensory properties. *Food Chemistry*. 167,497-502.
- **Ras El Maa F.Z. et Taibi Z. 2018.** L'effet du stress hydrique sur la teneur et la qualité des huiles lourdes du carthame (*Carthamus tinctorius* L.) cultivé dans la région de Tiaret.
- **Rejano L., Montaña A., Casado F. J., Sánchez A. H. et De Castro A. 2010.** Table Olives Varieties and Variations. In *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention* : Pp 5–15.
- **Rodríguez-Morató J., Xicota L., Fitó M., Farré M., Dierssen M 4. et De la Torre R. 2015.** Potential Role of Olive Oil Phenolic Compounds in the Prevention of Neurodegenerative Diseases. *Review molecules*. 20, 4655-4680.
- **Romero A., Díaz I. et Tous J. 2002.** Optimal harvesting period for “arbequina” olive cultivar in catalonia (Spain),” *ActaHorticulturae*. 586, 393–396.
- **Rotondo S. et De Gaetano G. 2000.** Protection from cardiovascular disease by wine and its derived products. Epidemiological evidence and biological mechanisms. *World Review of Nutrition and Dietetics*. 87, 90-113.
- **Ruiz-Gutiérrez V., Muriana F., Guerrero A., Cert A. et Villar J. 1996.** Plasma Lipids, Erythrocyte Membrane Lipids and Blood Pressure of Hypertensive Women After Ingestion of Dietary Oleic Acid from Two Different Sources. *J. Hypertens*. 14, 1483–1490.
- **Ryan D., Robards K. et Lavee S. 1998.** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive, *Olivae* .75, 31-36.
- **Salaheldeen H. 2002.** Physicochemical Properties of Oil Extracted From Moringa (*Moringa oleifera*) Seeds. *University of Khartoum*.
- **Salas J. et Sánchez J. 2000.**The Decrease of Virgin Olive Oil Flavor Produced by High Malaxation Temperatures is Due to Inactivation of Hydroperoxide Lyase. *J. Agric. Food Chem*. 47, 809-812.
- **Schwingshackl L., Chaimani A., Schwedhelm C., Toledo E., Püsch M., Hoffmann G. et Boeing H. 2019.** Comparative effects of different dietary approaches on blood pressure in hypertensive and pre- hypertensive patients: A systematic review and network meta-analysis .*Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 59.16, 2674-2687.
- **Sebastian. 2010.** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Mémoire de doctorat. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, p 160.
- **Sekour B. 2012.** Phytoprotection de l'huile d'olive vierge par ajout des plantes végétales. *Université MHAMED BOUGARA BOUMERDES*.
- **Shirzad H., Niknam V., Taheri M .et Ebrahimzadeh H. 2017.** A Multivariate Analysis of the Composition and Properties of Extra Virgin Olive Oils Produced from Different Cultivars Grown in Iran. *Journal of aoac international*. 100 (6), 1804-1813.

- **Shreya N., Sahasrabudhe V., Rodriguez M., et Brian F. 2017.** Density, viscosity, and surface tension of five vegetable oils at elevated temperatures: Measurement and modeling. *International Journal of Food Properties* .Volume 20, Issu2, 1965-1981.
- **Smith T., Yang G. et Seril D. 1998.** Inhibition of 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)- 1-butanone-induced Lung Tumorigenesis by Dietary Olive Oil and Squalene. *Carcinogenesis*. 19, 703-706.
- **Solanas M., Hurtado A. et Costa I . 2002.** Effects of a high olive oil diet on the clinical behavior and histopathological features of rat DMBA-induced mammary tumors compared with a high corn oil diet. *Int J Oncol* 21, 745–753.
- **Sun D-W. 2014.** Emerging Technologies for Food Processing. *2nd ed. Dublin: Elsevier Inc.*
- **Talhaoui N., Vezza T., Gómez-Caravaca AM., Fernández- Gutiérrez A., Galvez J. et Segura-Carretero A. 2016.** Phenolic compounds and in vitro immunomodulatory properties of three Andalusian olive leaf extracts. *J Funct Foods*. 22, 270–277.
- **Tanilgan K., Ozcanb MM. et Unver A. 2007.** Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (*Olea europea* L.) varieties and their oils. *Grasas Y Aceites*. 58 (2), 142–147.
- **Tanouti K., Serghini Caid H., Abid M., Mhamou A., Khiar M., Hachem M., Bahetta Y. et Elamrani A. 2011.** Isly Huile d'Olive Vierge Analyse des Triglycérides et Composition en Acides Gras. *Les Technologies de laboratoire*. 6 (23), PP 58-63.
- **Temime S. B., Wael T., Bechir B., Leila A., Douja D., et Mokhtar Z. 2006.** Changes in olive oil quality of Chetoui variety according to origin of plantation. *Journal of Food Lipids*. 13 (1), 88–99.
- **Timms R.E. 1985.** Physical Properties of Oils and Mixtures of Oils, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 62,241–248.
- **Tulipani S., Huelamo MM., Ribalta MR., Estruch R., Ferrer E E., Andres-Lacuev C., Illan M. et Lamuela-Raventós R M. 2012.** Oil matrix effects on plasma exposure and urinary excretion of phenolic compounds from tomato sauces: Evidence from a human pilot study. *Food Chemistry*. Volume 130. Issue 3. Pages 581-590.
- **Vasilisa P., Martin P., Sascha R., Matthias N. et Annette B. 2019.** Characterization of Phenolic Compounds and Their Contribution to Sensory Properties of Olive Oil Life Sciences and Facility Management. *Molecules* .24, 2041.
- **Veillet S., Tomao V. et Chemat F. 2010.** Ultrasound assisted maceration : An original procedure for direct aromatization of olive oils flavored by selected Tunisian aromatic plants. *Food and chemical Toxicology*, 47: 2619.
- **Vekiari S.A., Papadopoulou P. et Kiritsakis A. 2007.** Effects of processing methods and commercial storage conditions on the extra virgin olive oil quality indexes. *Grasas y Aceites*. 58, 237.
- **Velasco M. et Dobarganes C. 2002 .**Oxydative stability of virgin olive oil. *Eur.J.lipid.Sci.technol*, vol 104, PP. 661-676.

- **Veneziani G., Sordini B., Taticchi A., Esposito S., Selvaggini R., Urbani S., Di Maio . et Servili M. 2016.**Improvement of Olive Oil Mechanical Extraction: New Technologies, Process Efficiency, and Extra Virgin Olive Oil Quality. *IntechOpen*.
- **Vidal .2003.** dictionnaire VIDAL .édition du Vidal. Paris, 79ème édition.
- **Villa P. 2003.** La culture de l'olivier. *DE.vitthi*. pp 95.
- **Von Holtz RL., Flink CS. et Awad AB. 1998.** Beta-Sisterol activates the sphingomyelin cycle and induces apoptosis in LNCaP human prostate cancer cells. *Nutr. Cancer*. 32, 8-12.
- **Wanasundara PKJPD. et Shahidi F.2005.** Antioxidants: science, technology, and applications. In: Shahidi F (ed) Bailey's industrial oil and fat products. Wiley, New York, p 434.
- **Waterman E. et Lockwood B .2007.** Active components and clinical applications of olive oil.*Altern Med Rev J ClinTher* .12, 331–342.
- **Wendy B.W. 1996.** Activités antioxydante et antiradicalaire de composés phénoliques et d'extraits végétaux en systèmes modèles et en cuisson-extrusion. *Thèse de Docteur en Sciences, Spécialité Science Alimentaires*, E.N.S.I.A, Massy, 112 pages.
- **Wolff, 1986.** Manuel d'analyse des corps gras. Ed. Azoulay. Paris, 517p.
- **Yorulmaz H O. et Konuskan D B. 2017.** Antioxidant activity, sterol and fatty acid compositions of Turkish olive oils as an indicator of variety and ripening degree. *J Food Sci Technol*. 54(12), 4067–4077.
- **Zarrouk M., Marzouk B., Ben Miled Daoud D. et Cherifa. 1996.** Accumulation de la matière grasse de l'olive et l'effet du sel sur sa composition. *Olivae*. 61, 41-45.
- **Zegane O., Keciri S. et Louaileche H. 2015.**Physicochemical Characteristics and Pigment Content of Algerian Olive Oils: Effect of Olive Cultivar and Geographical Origin. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science*. 1(3),153-157.
- **Zern T L. et Fernandez M L. 2005.** Cardioprotective effects of dietary polyphenols. *J.Nutr*.135,2291-2294.

Annexes

Annexe 1 :



1- Réfractomètre de type Abbe.



2- Pycnomètre



3-Agitateur magnétique



4- Bain-Marie



5- Burette



6- Etuve

Annexe 2 :**1- La densité.**

	M1(mg)	M2(mg)	M3(mg)
Vide	22,0655	21,248	22,0813
Eau	46,9595	46,0199	46,9616
échantillon Tissemsilt	44,7414	44,7558	44,787
échantillon kwassem	44,8831	44,9057	44,882
échantillon khemisti	44,8528	44,9199	44,897
échantillon beni lahsen	44,0541	44,0654	44,0875

2- L'acidité (%).

	V1(ml)	V2(ml)	V3(ml)
Blanc	5	3	3
échantillon Tissemsilt	1,8	2,6	1,8
échantillon kwassem	2,4	2	1,8
échantillon khemisti	2	2,2	2,4
échantillon beni lahsen	1,4	1,5	1,6

3- L'indice de saponification (mg KOH/g)

	V1(ml)	V2(ml)	V3(ml)
Blanc	21,4	20,2	19,8
échantillon Tissemsilt	10,6	10,5	8,7
échantillon kwassem	6,9	8,7	7,6
échantillon khemisti	6,6	7,2	7,8
échantillon beni lahsen	6,5	8,2	6,8

Résumé :

L'huile d'olive est l'un des produits oléagineux dans le monde qui présente un grand intérêt alimentaire et pharmaceutique depuis l'antiquité. En Algérie la production finale en huile demeure faible et n'en satisfait pas la demande nationale. Ceci est dû principalement à la nature de l'utilisation et la consommation de l'huile locale uniquement comme aliment d'assaisonnement et dans la médecine traditionnelle. Cependant, les recherches portées sur la détermination de la qualité de l'huile d'olive produite à Tissemsilt (Ouest d'Algérie) sont restreintes. Pour cela cette étude a pour but de caractériser les principaux paramètres physicochimiques de l'huile d'olive collectée de quatre régions de notre wilaya (Tissemsilt, Bni Lahsen, Khemisti et Kwassem) durant la campagne agricole 2018-2019. Les résultats ont démontré que l'ensemble des échantillons révèle une acidité libre moyennement faible dont deux sont conformes aux normes internationales. Hormis le taux d'impureté, l'indice de saponification, l'indice de réfraction et la densité se sont révélées en accord avec ces normes. Finalement, ces résultats ont confirmé la bonne qualité de l'huile locale et en conséquence un investissement réel dans cette filière sera indispensable.

Mots clés : Huile d'olive, Tissemsilt, qualité physicochimique, indice, normes.

Summary:

Olive oil is one of the oleaginous products which represents a high alimentary and pharmaceutique interest since antiquity. In Algeria, oil production is not enough for national demand. This is mainly due to the use and consumption of the local oil just for traditional medicine and for cooking (flavouring). However, researches on the quality resolution of olive oil produced in Tissemsilt (West of Algeria) are restraint (narrow). That's why, this survey is for characterising physicochemical settings olive oil collected from four regions in Tissemsilt (, Beni Lahsen, Khemisti, Kwassem and Tissemsilt) during the agricultural campaign 2018-2019. Results have shown that all the samples reveal a free acidity moderately low in which two are comfortable for standards (international standards). Except the rate of impurity, the index of saponification, the index of refractive and the density have revealed a deal with the norms (standards). Finally, these results had confirmed that our local oil is of high quality and real investement is available and allowed .

Keywords: Olive oil, Tissemsilt, physicochemical quality, index, standards.

الملخص:

زيت الزيتون هو أحد المنتجات البالغة الأهمية في المجال الغذائي و الصيدلاني منذ العصور القديمة. في الجزائر ، إنتاج زيت الزيتون لا يزال غير كافي لتلبية الطلب الوطني و هذا يرجع بشكل أساسي إلى استخدام واستهلاك الزيت المحلي فقط للطب التقليدي وللطبخ (المنكهات). ومع ذلك ، فإن الأبحاث حول جودة زيت الزيتون المنتج في تيسمسيلت (غرب الجزائر) محدودة. و لهذا الغرض فإن هذه الدراسة تهدف إلى تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية لعينات زيت الزيتون التي تم جمعها من أربع مناطق في تيسمسيلت (بني لحسن ، خميسي ، قواسم وتيسمسيلت) خلال الحملة الزراعية 2018-2019. بحيث أظهرت النتائج أن جميع العينات تكشف عن حموضة حرة منخفضة إلى حد ما ، حيث اثنان منها يتوافقان مع المعايير الدولية. فيما عدا معدل الشوائب ومؤشر التصبن ومعامل الانكسار والكتافة كشفت عن تطابقها مع المعايير . أخيراً ، أكدت هذه النتائج أن زيت الزيتون المحلي عالي الجودة وأن الاستثمار الحقيقي متاح وضروري.

الكلمات المفتاحية: زيت الزيتون ، تيسمسيلت ، الجودة الفيزيائية الكيميائية ، مؤشر ، المعايير.