

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA – Bejaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Spécialité : Sciences des Corps Gras

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'Obtention du Diplôme de Master en corps gras

Thème

Caractérisation physico-chimique et évaluation de l'activité antioxydante de l'huile d'olive de variétés algériennes

Présenté par :

Adouane Abla & Adouane Warda

Soutenu le : **15 Septembre 2020**

Devant le jury composé de :

Mme Taffine Z.
M^r Tamendjari A.
Mme Lehouche R.

MCA
Professeur
MCB

Président
Encadreur
Examineur

Année universitaire : 2019 / 2020

REMERCIEMENTS

Nous tenant à remercier tout d'abord le bon dieu qui nous a donné la volonté et le courage afin de réaliser ce modeste travail.

*Au terme de ce travail nous tenons à exprimer nos remerciements et nos sincères gratitudees à notre promoteur Mr **TAMENDJARI A.** qui a dirigé ce travail et nous a fait bénéficier de son expérience et de ses conseils*

Nos remerciements vont également :

*A **Mme TAFININE Z.** pour l'honneur qu'elle nous fait de présider notre jury et **Mme LEHOUCHE R.** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

Nos remerciements vont à l'ensemble du personnel de l'I.T.A.F.V., en particulier Madame SAIDANI, Melle Akmouche H. et Mr. SEBAI Z. pour leur précieuse aide.

Un grand merci s'adresse à tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à l'achèvement de ce modeste travail.

Dédicace

A l'aide de DIEU, le tout puissant ce travail est achevé, je le dédie à tous ceux qui me sont très chers

À mes chers parents

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

À mes chers frères et sœurs

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

À tous mes amis

Et particulièrement les plus intimes, en témoignage des moments inoubliables, des sentiments purs, et des liens solides qui nous unissent

À toutes les personnes

Qui me reconnaisse et qui m'ont aidé et contribué à la réalisation de ce travail.

Abla

Dédicace

A l'aide de DIEU, le tout puissant ce travail est achevé, je le dédie à tous ceux qui me sont très chers

À mes chers parents

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

À mes chers frères et sœurs

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

À tous mes amis

Ghania,Abla, Silya, Silyano,Soraya, Alilou et Abdenour

À toutes les personnes

Qui me reconnaisse et qui m'ont aidé et contribué à la réalisation de ce travail.

Warda

Sommaire

Liste des Abréviations

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Introduction.....1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : L'olivier et l'olive

I. Olivier.....3

I.1. Définition.....3

I.2. Répartition de l'oléiculture.....3

I.2.1. L'oléiculture dans le monde.....3

I.2.2. L'oléiculture en Algérie.....4

II. Olive.....6

II.1. Définition.....6

II.2. Morphologie.....6

II.3. La composition chimique.....7

II.4. Utilisation de l'olive.....7

Chapitre II : Huile d'olive

II.1. Définition8

II.2. Catégories.....8

II.2.1. Huiles d'olive vierges8

II.2.2. Huile d'olive raffinée8

II.2.3. Huile d'olive.....8

II. 3. Composition biochimique de l'huile d'olive.....9

II.3.1. Fraction saponifiable.....10

a. Les triglycérides.....10

b. Les acides gras.....10

c. Glycérides partiels.....11

II.3.2. Fraction insaponifiable.....11

a. Les hydrocarbures.....11

b. Tocophérols12

c. Les stérols	12
d. Pigments	13
e. Composants phénoliques	13
II.4. Intérêt nutritionnel de l'huile d'olive	14
II.5. Caractérisation de l'huile d'olive	15
II.6. La labellisation et les appellations d'origine de l'huile d'olive.....	18

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I. Matériel végétal	20
II. Analyse des fruits	21
II.1. L'indice de maturité	21
II.2. Poids moyen des olives	22
II.3. Détermination du rendement en huile des olives	22
III. Analyses chimiques	22
III.1. Acidité.....	22
III.2. Indice de peroxyde.....	23
III.3. Extinction spécifique dans l'ultra-violet	24
III.4. Dosage des pigments	24
III.5. Extraction et dosage des composés phénoliques	25
IV. L'activité antioxydante	26
IV.1. Activité anti-radicalaire au radical DPPH de l'huile	26
IV.2. Activité anti-radicalaire des extraits méthanoliques	26
V. Analyse statistique	26

Chapitre II : Résultats et discussion

I. Analyses des fruits.....	27
I.1. Indice de maturité.....	27
I.2. Poids moyen des olives	28
I.3. Rendement en huile	28
I. Analyses chimiques.....	29
II.1. Acidité	29
II.2. Indice de peroxyde	30
II.3. Extinction spécifique dans l'ultra-violet.....	31

II.4. Dosage des pigments.....	31
II.4.1. Les chlorophylles	32
II.4.2. Les caroténoïdes.....	33
II.5. Dosage des polyphénols totaux.....	34
III.Etude de l'activité antioxydante.....	35
III.1. Activité antiradicalaire au radical DPPH de l'huile.....	36
III.2. Activité antiradicalaire des extraits méthanoliques.....	36
Conclusion.....	38

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

A : Acidité.

ANOVA : Analyse de la variance

COI : conseil oléicole internationale.

CEE : Communauté Economique Européenne

DG : Diacylglycérols.

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

EAG : Equivalent d'acide gallique

HOVE : Huile d'Olive Vierge Extra

HOV : Huile d'olive vierge

HOVC :Huile d'olive courante

HOVL : Huile d'olive lampante

I.T.A.F.V: Institut Technique de l'Arboriculture Fruitières et de la Vigne.

IM : Indice de maturité

IP : Indice de peroxyde.

KOH : Hydroxyde de potassium.

Meq :Milliéquivalent.

N : Normalité.

OOO : Trioléine.

POO :Dioléopalmitine.

R : Rendement

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Répartition de la culture de l'olivier dans le monde.	3
2	Production algérienne d'huile d'olive de 2011/2012 à 2018/2019 (X 1000 tonnes)	5
3	Les constituants d'un fruit de l'olive	6
4	Structure du squalène	12
5	Structure général d'un tocophérol	12
6	Principaux composés phénoliques de l'huile d'olive.	14

Liste des figures en annexe

N°	Titre	N° de l'annexe
1	Courbes d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques	1
2	Courbes d'équivalence pour l'activité de l'huile (a), et des extraits méthanoliques (b), contre le radical DPPH	1

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Production mondiale de l'huile d'olive	4
II	La composition chimique de l'olive en (%)	7
III	Critères de qualité des différentes catégories d'huile d'olive	9
IV	Principaux triglycérides de l'huile d'olive	10
V	Composition de l'huile d'olive en acide gras	11
VI	Propriétés des variétés étudiées	20
VII	Indice de maturité, poids moyen des olives et rendement en huile des différentes variétés	27
VIII	Indices chimiques de qualité de l'huile d'olive des différentes variétés	29
IX	Chlorophylles, caroténoïdes et composés phénoliques de l'huile d'olive des différentes variétés	32
X	Activité antioxydante contre le radical DPPH des différentes variétés	35

Liste des tableaux en annexe

N°	Titre	N° de l'annexe
I	Matrice de corrélation entre les variables	2

Introduction

Introduction

L'olivier est l'une des plus anciennes cultures ligneuses et est particulièrement répandue dans toute la région méditerranéenne. Il joue un rôle important dans l'économie rurale, le patrimoine local et la protection de l'environnement (**Elbir *et al.*, 2014**).

L'huile d'olive est le produit méditerranéen par excellence. On la retrouve à travers l'histoire, depuis la civilisation grecque jusqu'à nos jours. Elle est la principale source de matières grasses du régime crétois ou du régime méditerranéen qui sont bien connus pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. Si l'huile d'olive est un produit intéressant d'un point de vue nutritionnel c'est tout d'abord pour sa composition en acides gras. En effet elle est largement monoinsaturée et contient une partie d'acides gras essentiels. Outre cette composition particulière en acides gras, l'huile d'olive est surtout intéressante pour ses composés minoritaires tels que les polyphénols. L'intérêt nutritionnel de ces composés phénoliques réside dans leur forte capacité antioxydante qui pourrait prévenir ou ralentir l'apparition de certaines maladies dégénératives ainsi que les maladies cardiovasculaires (**Veillet, 2010**).

L'olivier est l'arbre fruitier le plus cultivé en Algérie, cette culture occupe une place très importante avec plus d'un tiers du verger arboricole algérien. La superficie totale du verger oléicole national s'élève à environ 432 961 ha pour plus de 25 millions d'arbres (**FAO stat, 2019**).

Une diversité très importante caractérise cette espèce (**Boukhari *et al.*, 2017**). Il existerait plus de 150 variétés d'oliviers plus ou moins cultivées, les plus dominantes sont les variétés : Chemlal et Sigoise (**Benderradji *et al.*, 2016**). 36 variétés sont identifiées, caractérisées et protégées au niveau de la station expérimentale ITAFV de Takerietz.

La production d'olive et sa transformation en huile ont un impact socio-économique très important en Algérie. Il est donc impératif de connaître les facteurs et les conditions optimales pour obtenir des huiles de haute qualité (**Sekour, 2012**).

La variété comme ressource génétique est le premier facteur important à étudier. L'objectif du présent travail est de caractériser et d'évaluer l'activité antioxydante de l'huile d'olive vierge de vingt variétés algériennes, Abani, Aaleh, Aguenau, Aimel, Bouchouk Guergour, Bouchouk Soummam, Boughenfous, Boukaila, Bouricha, Ferkani, Hamra, Limli, Mekki, NebDjmel, Rougette, Sigoise, Souidi, Tabelout, Takesrit et Zeletni, implantées à l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (I.T.A.F.V) situé à Takerietz, commune de Souk-Oufella, Wilaya de Bejaia.

Introduction

Notre travail est subdivisé en deux parties :

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique sur l'oléiculture dans le monde et en Algérie, l'huile d'olive et sa caractérisation.

La deuxième partie est réservée à la présentation de l'ensemble des méthodes d'analyse mises en œuvre pour la détermination des indices de qualité, des teneurs en pigments, en composés phénoliques et de l'activité antioxydante de chaque variété d'huile d'olive, suivi des résultats obtenus et leur discussion.

Enfin, une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

Synthèse bibliographique

Chapitre I : L'olivier et l'olive

I. Olivier

I.1. Définition :

L'olivier (*Olea europaea* L. subsp. *Europaea* var. *europaea*) est un arbre fruitier qui produit les olives, un fruit consommé sous diverses formes et dont on extrait l'huile d'olive.

L'olivier est un arbre typiquement méditerranéen, de 6 à 8 m de hauteur, a tronc tortueux et à écorce grisâtre, crevassée. Les feuilles, blanc argenté à la face inférieure, vert grisâtre à la face supérieure, opposées, persistantes, coriaces, lancéolées. Les fleurs, petites et blanches, à quatre pétales, sont réunies en grappes dressées. Les fruits, olives, sont des drupes ovoïdes, vertes puis noires à maturité, à noyau dur fusiforme (Ghedira, 2008).

I.2. Répartition de l'oléiculture :

I.2.1. L'oléiculture dans le monde :

La surface totale occupée par l'olivier est d'environ 11 millions d'hectares plantés de près de 1,5 milliards de pieds. L'Union européenne représente 50 % de ce verger, l'Afrique du Nord 25 %, le Moyen- Orient 20 %, le reste se répartissant entre l'Amérique (Californie, Chili, Argentine...), l'Australie et la Chine (AFIDOL, 2013).

La culture de l'olivier est présente dans 58 pays répartis sur les 5 continents (figure1). Cependant, sa consommation s'étend à un total de 179 pays. 13,39 pour cent sont consacrés aux olives de table, tandis que 86,61 pour cent est dédié à la production d'huile d'olive (Pereira, 2018).



Figure 01 : Répartition de la culture de l'olivier dans le monde (Labdaoui, 2017).

Le patrimoine génétique oléicole mondial est constitué par plus de 2 600 variétés différentes (Muzzalupo *et al.*, 2014). L'olivier a développé une plate-forme variétale caractéristique pour chaque aire de culture, près de 1250 variétés cultivées dans 54 pays sont conservées dans près de 100 collections qui ont été incluses dans la base de données du germoplasme de l'olivier de la FAO. La plus grande partie de ces cultivars vient des pays de l'Europe méridionale tels que l'Italie avec 610 cultivars, l'Espagne 280 cultivars, la France 100 cultivars, la Grèce 101 cultivars et la Tunisie 70 cultivars (Corrado *et al.*, 2010 ; Linos *et al.*, 2014).

L'Union européenne est le premier producteur, consommateur et exportateur d'huile d'olive. Elle produit environ 70% du total mondial (Tableau I). L'Italie et l'Espagne sont les plus gros consommateurs d'huile d'olive dans l'UE, avec une consommation annuelle d'environ 500 000 tonnes chacune, tandis que la Grèce affiche la plus grande consommation de l'UE par habitant, avec environ 12 kg par an et par personne. Au total, l'UE représente environ 53 % de la consommation mondiale. Sur le plan commercial, l'UE représente environ 65 % des exportations mondiales d'huile d'olive. Elle exporte principalement vers les États-Unis, le Brésil et le Japon (ONAGRI, 2020).

Tableau I : Production mondiale de l'huile d'olive

Production	2018/2019 (en 1000 t)	2019/2020 (en 1000 t)	Variation
Espagne	1790	1230	-31%
Italie	174	322	85%
Tunisie	140	350	150%
Grèce	120	300	150%
Turquie	194	225	16%
Maroc	200	145	-28%
Portugal	100	120	20%
Algérie	97	82	-15%
Total UE	2264	1989	-12%
Total monde	3178	3121	-2%

I.2.2. L'oléiculture en Algérie :

En Algérie, l'olivier est l'un des principales essences fruitières, en superficie il s'étend sur plus du 1/3 (près de 34,09%) de l'espace dévolu aux cultures fruitières arborescentes, sur une superficie d'environ 383443 ha. Cette superficie a bien nettement augmenté par la mise en place d'un programme national pour le développement de l'oléiculture intensive dans les zones steppiques, présahariennes et sahariennes (Msila, Biskra, Ghardaïa, etc.) (Abdessemed *et al.*, 2018)

Ce verger est constitué d'une oliveraie dite moderne concentrée dans les plaines de l'Ouest, spécialisée dans l'olive de table qui est dominée par la variété Sigoise, très appréciée par le marché de l'exportation et d'une oliveraie traditionnelle qui représente environ 85% du verger national et implantée dans des zones qui se caractérisent par la prédominance d'un relief accidenté.

L'oléiculture est concentrée exclusivement au niveau de 6 principales wilayas, trois wilayas de la région du Centre, qui représente plus de 50% de la surface oléicole nationale (Bejaia, Tizi- Ouzou, Bouira) et trois de la région Est (Bordj Bou Arreridj, Sétif et Jijel). Quant au reste du verger oléicole, plutôt consacré à la production d'olives de table, il se trouve essentiellement dans trois autres wilayas (Tlemcen, Mascara et Relizane).

L'oléiculture orientée vers la production d'huile d'olive domine la quasi-totalité de la région de Bejaia, avec près de 70% de la surface arboricole totale. Elle s'étend sur une superficie de plus de 60 000 ha (**Boudi et al., 2013**). Comparativement aux autres wilayas productrices d'olives destinées à l'huile, Bejaia est en première position. L'oléiculture algérienne est caractérisée par une large gamme de variétés (**Lamani et Ilbert, 2016**). La production algérienne en huile d'olive varie d'une année à une autre (figure 2)

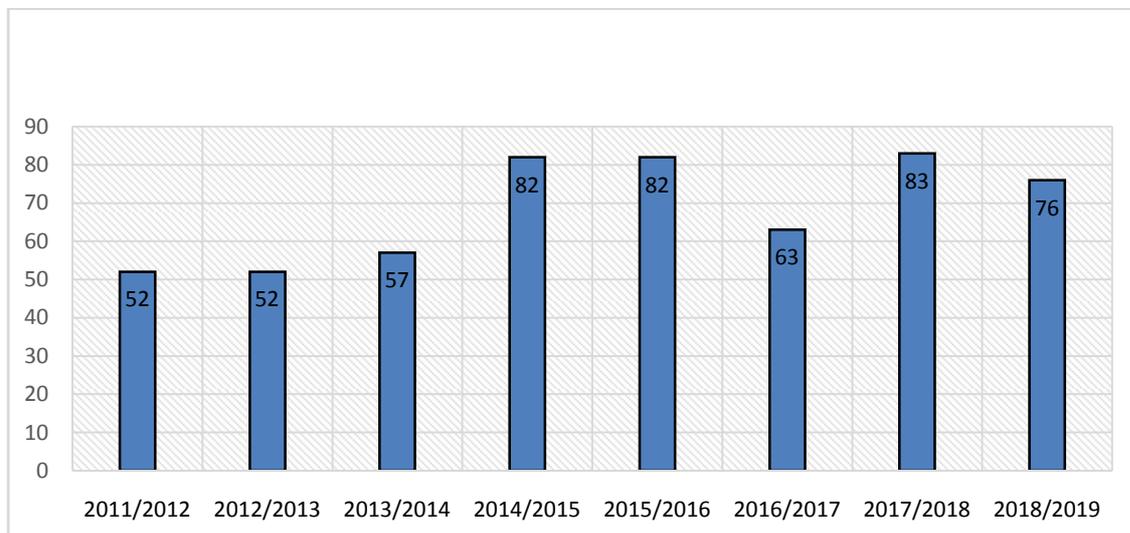


Figure 2 : Production algérienne d'huile d'olive de 2011/2012 à 2018/2019 (X 1000 tonnes) (<https://www.statista.com>)

II. Olive

II.1. Définition :

L'olive est une drupe à mésocarpe charnu, indéhiscente, à noyau. Sa forme est ovoïde ou ellipsoïde. Ses dimensions sont très variables suivant les variétés. On trouve des olives sous différentes formes et tailles (2 à 3 cm de largeur et de longueur). Le poids total d'une olive varie de 0,5 à 20 g mais se situe généralement entre 3 et 10g (**Zebin et al., 2018**).

La paroi de ce fruit est constituée :

De l'épicarpe (épiderme ou peau) solidement attaché à la pulpe. A maturation, l'épicarpe passe de la couleur vert tendre (olive verte), à la couleur violette ou rouge (olive tournante) puis à la coloration noirâtre (olive noire). Du mésocarpe (pulpe ou chair), charnu, riche en huile. De l'endocarpe (noyau), scléreux, constitué par un noyau fusiforme, très dur. A l'intérieur du noyau se trouve une seule graine contenant embryon et albumen (**Gigon et Le Jeune, 2010**).

II.2. Morphologie :

Le fruit de l'olivier peut être séparé structurellement en trois parties (figure 3) : la peau, appelée épicarpe (1,0-3,0 % du poids de la drupe), qui contient la chlorophylle, les caroténoïdes et les anthocyanines qui sont à l'origine de la couleur ; la pulpe ou la chair, appelée mésocarpe (70-80% de l'ensemble fruit), constitue la majeure partie de l'olive et est la réserve de tous les constituants ; et le noyau, appelé endocarpe ligneux (**Rodriguez et al., 2008**).

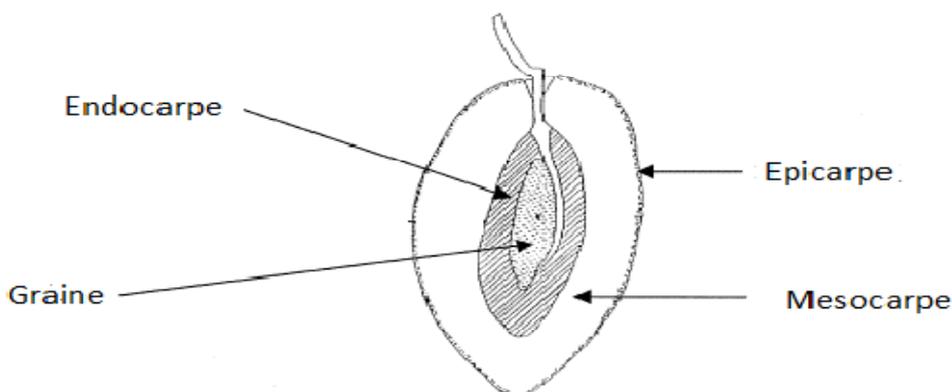


Figure 03 : Les constituants d'un fruit de l'olive (**Bianchi, 2003**).

II.3. La composition chimique :

L'olive est majoritairement composée d'eau, d'huile et de glucides (Tableau II). Les autres constituants sont les protéines, la cellulose, les acides organiques, les pigments, les minéraux et les polyphénols (**Benlemlih et Ghanam, 2012**).

Tableau II : La composition chimique de l'olive en (%) (**Benlemlih et Ghanam, 2012**).

Constituants	Teneur (%)
Eau	50
Huile	22
Sucres	18
Protéines	1,5
Cellulose	5,5
Polyphénols	1,5
Minéraux	1,5

II.4. Utilisation de l'olive :

Il existe des centaines de cultivars d'*O. Europaea*, dont les fruits varient considérablement en taille et en teneur en huile, ainsi que les caractéristiques de l'olive de table et de l'huile d'olive qui en résultent. Les fruits plus gros à faible teneur en lipides sont normalement utilisés pour produire des olives de table, tandis que les fruits à teneur en lipides plus élevée et Généralement de plus petite taille sont orientés vers la production d'huile d'olive (**Delgado, 2017**). On peut distinguer :

- ✓ Les variétés à huile sont principalement destinées à l'extraction de l'huile et sont caractérisées par un rendement variable mais normalement non inférieur à 16- 18 %.
- ✓ Les variétés de table sont les variétés dont les fruits sont destinés à la consommation directe.
- ✓ Les variétés à double aptitude sont celles qui peuvent être utilisées tant pour l'extraction de l'huile que pour la production d'olives de table (**Benrachou, 2013**).

Chapitre II : Huile d'olive

I.1. Définition :

Huiles d'olive désigne les huiles provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L), à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (CODEX, 2017).

I.2. Catégories

I.2.1. Huiles d'olive vierges : huiles obtenues à partir du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas l'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. Elles font l'objet du classement et des dénominations ci-après :

- **Huile d'olive vierge extra**
- **Huile d'olive vierge**
- **Huile d'olive vierge courante**
- **Huile d'olive vierge lampante**

Les critères de qualité des différentes catégories d'huile d'olive sont rassemblés dans le tableau III.

I.2.2. Huile d'olive raffinée : huile d'olive obtenue par le raffinage d'huiles d'olive vierges. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8 gramme pour 100 grammes et ses autres caractéristiques correspondent à celles prévues pour cette catégorie.

I.2.3. Huile d'olive : huile constituée par un coupage d'huile d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges propres à la consommation en l'état. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 1 gramme pour 100 grammes et ses autres caractéristiques correspondent à celles prévues pour cette catégorie.

Tableau III : Critères de qualité des différentes catégories d'huile d'olive (COI, 2019).

Critères	Huiles d'olive consommable en l'état			Huiles d'olive avec traitement		
	HOEV	HOV	HOVC	HOVL	Huile d'olive raffinée	Coupage huile d'olive raffinée-HOV
Caractéristiques organoleptiques:						
- Fruité	Me >0	Me > 0	Me = 0	-	-	-
- Défaut	Me =0	0 < Me < 2,5	2,5 < Me < 6,0	Me > 6,0	-	-
Acidité libre (% d'acide oléique)	≤ 0,8	≤ 2,0	> 3,3	≤ 3,3	≤ 0,3	≤ 1
Indice peroxyde (meq O₂/kg)	≤ 20	≤ 20	≤ 20	Non limitée	≤ 5	≤ 15
Extinction (UV)						
- K ₂₃₂	≤2,5	≤2,6	-	-	-	-
- K ₂₇₀	≤0,22	≤0,25	≤0,3	-	≤1,25	≤1,16
Teneur en eau et matières volatiles	≤0,2	≤0,2	≤0,2	≤0,3	≤0,1	≤0,1

HOVE : Huile d'Olive Vierge Extra

HOV : Huile d'olive vierge

HOVC : Huile d'olive courante

HOVL : Huile d'olive lampante

I. 3. Composition biochimique de l'huile d'olive :

L'huile d'olive vierge a une saveur délicate et unique qui la distingue des autres huiles végétales comestibles, sa composition chimique est très complexe mais ces composants peuvent être divisés en deux fractions : la fraction saponifiable comprend 98- 99% du poids total de l'huile et il est principalement formée par des triglycérides. La mineure fraction de composants environ 2 % du poids total comprend plus de 230 composés, principalement des pigments, des alcools aliphatiques et triterpéniques, des stérols, hydrocarbures, composés volatils et phénoliques (Bajoub *et al.*, 2017).

I.3.1. Fraction saponifiable :

a. Les triglycérides

Les substances saponifiables sont constituées majoritairement 97 à 99% de triglycérides. Ils proviennent de l'estérification des trois fonctions alcools du glycérol par des acides gras. La présence d'une part des différents acides gras et d'autre part des trois possibilités d'estérification sur le glycérol conduit à un grand nombre de combinaisons possibles pour les triglycérides de l'huile d'olive. Les triglycérides sont désignés par trois lettres correspondant aux abréviations des acides gras qui estérifient le glycérol (tableau IV) (Selaimia, 2018).

Tableau IV : Principaux triglycérides de l'huile d'olive (Alarcón de la Lastra *et al.*, 2001).

Triglycérides	Pourcentage
OOO	40-59
POO	15- 22
OOL	12-20
POL	5,5-7
SOO	3-7
PLO	4-5
POP	2-4

O : Acide Oléique
L : Acide Linoléique
P : Acide Palmitique
S : Acide Stéarique

b. Les acides gras

Le principal acide gras de l'huile d'olive est l'acide oléique (Tableau V). La popularité croissante de l'huile d'olive a été principalement attribuée à sa teneur élevée en acide oléique, qui peut affecter les profils lipidiques de plasma. L'huile d'olive est une huile naturelle mono-insaturée, constituée par l'acide oléique, mais contenant une quantité d'acides linoléique (3,5 à 21%) et linoléique qui sont des acides gras essentiels).

La composition en acides gras de l'huile d'olive dépend de la zone de production, la variété, la latitude, les conditions climatiques et la maturité du fruit (Boskou, 2007).

Tableau V : Composition de l'huile d'olive en acide gras (COI, 2019)

Acide gras	Formule	Pourcentage %
Acide myristique	C ₁₄ :0	< 0,03
Acide palmitique	C ₁₆ :0	7,5 – 20,0
Acide palmitoléique	C ₁₆ :1	0,30– 3,50
Acide heptadécanoïque	C ₁₇ :0	< 0,40
Acide heptadécénoïque	C ₁₇ :1	< 0,60
Acide stéarique	C ₁₈ :0	0,50– 5,00
Acide oléique	C ₁₈ :1	55,00– 83,00
Acide linoléique	C ₁₈ :2	2,50 - 21,00
Acide linoléique	C ₁₈ :3	< 1,00
Acide arachidique	C ₂₀ :0	< 0,60
Acide gadoléique (eicosénoïque)	C ₂₀ :1	< 0,50
Acide béhénique	C ₂₂ :0	< 0,20
Acide lignocérique	C ₂₄ :0	< 0,20

c. Glycérides partiels :

Les monoacyls et diacylglycérols sont toujours présents en petites quantités dans l'huile d'olive. La présence de glycérides partiels est due soit à la biosynthèse incomplète des triacylglycérols, soit à l'hydrolyse. Dans l'huile d'olive vierge, la concentration de diacylglycérols (DG) est de l'ordre de 1 à 2,8%. Les monoacylglycérols sont présents en quantités beaucoup plus faibles (moins de 0,25%). Pendant le stockage, les 1,2-diacylglycérols s'isomérisent en diacylglycérols plus stables. Ce changement est un bon indice pour l'âge et la qualité de l'huile (Boskou, 2007).

I.3.2. Fraction insaponifiable :

a. 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 (figure 4). 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 (Henry, 2003). Il y a également des hydrocarbures aromatiques, parmi lesquels plus de 77 composés, conférant à l'huile d'olive arôme et saveur (Selaimia, 2018).

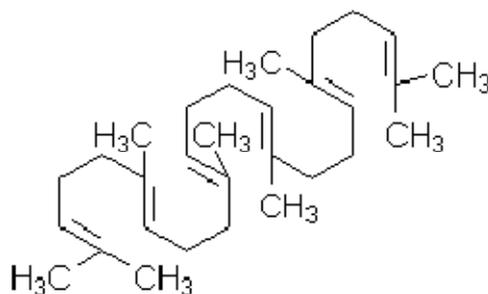


Figure 04 : Structure du squalène (Cayuela et García, 2018).

b. Tocophérols :

La vitamine E est le terme générique utilisé habituellement pour désigner les différents tocophérols (quatre principaux : α , β , γ , et δ) : l' α -tocophérol (figure 5) est majoritaire à plus de 88% avec une teneur moyenne d'environ 12 à 25 mg/100g (Psomiadou *et al.*, 2000).

Les taux enregistrés font apparaître une large gamme de milligrammes d' α -tocophérol par kg d'huile, qui dépend des cultivars et des facteurs liés aux technologies utilisées (Benlemlih et Ghanam, 2012).

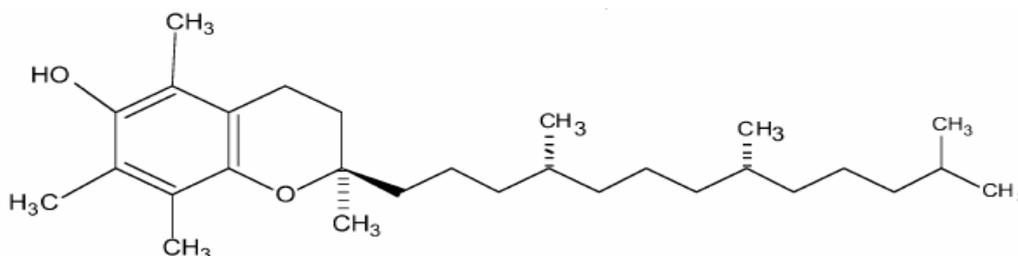


Figure 05 : Structure général d'un tocophérol (Djenontin *et al.*, 2006).

c. Les stérols :

Les stérols végétaux appelés phytostérols occupent la plus grande partie de la matière insaponifiable des huiles constituants non glycéridique, ils représentent en poids environ 50% de l'insaponifiable.

Le patrimoine en phytostérols de l'huile d'olive est singulier. En effet, c'est la seule huile qui contient un taux particulièrement élevé de β -sitostérol, substance qui s'oppose à l'absorption intestinale du cholestérol (Benrachou, 2013).

La composition stérolique est spécifique pour chaque espèce végétale. Plusieurs études ont identifié trois principaux stérols dans les huiles d'olive : le β -sitostérol, le campestérol et le stigmastérol (Ben Temime *et al.*, 2006 ; Selaimia, 2018).

d. Pigments :

La couleur de l'huile d'olive est le résultat des teintes vertes et jaunes en raison de la présence de chlorophylles et de caroténoïdes, respectivement. Elle est influencée par le cultivar d'olive, l'indice de maturation, la zone de production, le système d'extraction et les conditions de stockage (**Benlemlih et Ghanam, 2012**).

Les chlorophylles sont des pigments qui existent sous différentes formes, la chlorophylle a, est le principal pigment photosynthétique des plantes vertes et la chlorophylle b, bleu-vert en solution, trouvée chez les plantes supérieures et les algues vertes avec la chlorophylle a (**Levent, 2011**).

Ce pigment dont la teneur peut varier en fonction de nombreux facteurs, exerce biologiquement une action d'excitation du métabolisme, de stimulation de la croissance cellulaire, l'hématopoïèse (de la formation des cellules du sang) et d'accélération des processus de cicatrisation (**Nieves Criado et al., 2008**).

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

Le β -carotène présente une action vitaminique et antioxydant. Certains auteurs ont noté que les facteurs biologiques et technologiques, le système d'extraction, le mode et la durée de conservation et particulièrement la maturation du fruit influent sur la composition en pigments caroténoïdes de l'huile d'olive (**Nieves Criado et al., 2008**).

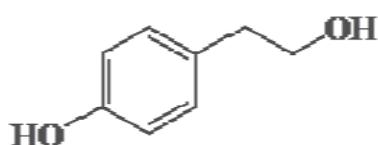
e. Composants phénoliques :

L'une des caractéristiques les plus importantes de l'huile d'olive est sa richesse en composés phénoliques. La teneur de ces composés varie d'un composé à un autre. Le tyrosol et l'hydroxytyrosol (figure 6) et leurs dérivés sont les composés les plus importants du point de vue de leur concentration (**Yang et al., 2007 ; Garcia et al., 2003**).

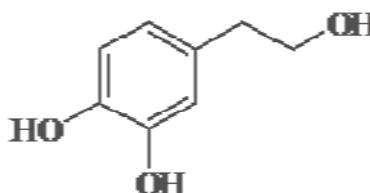
Les composés phénoliques constituent une caractéristique particulière de l'huile d'olive car ils sont quasiment absents dans la plupart des huiles végétales alimentaires. Ils font partie des antioxydants naturels les plus importants. Les propriétés antioxydantes et la valeur biologique de l'huile d'olive qui en résulte peuvent être attribuées en grande partie aux composés phénoliques de l'huile. En effet, l'huile d'olive vierge contient des substances phénoliques qui

affectent sa saveur et sa stabilité. L'huile d'olive vierge peut être différenciée de toutes les autres huiles végétales par sa composition très particulière en phénols. Elle contient différentes classes de composés phénoliques comme les acides et les alcools phénoliques, les flavonoïdes, les secoiridoïdes et les lignanes.

La fraction phénolique est un mélange complexe qui dépend de la variété, des conditions liées à l'environnement, du degré de maturation du fruit à la récolte, de la zone de production et de l'état d'altération que l'huile pourrait subir lors de l'extraction et de la conservation (Allalout et Zarrouk, 2013).



Tyrosol



Hydroxytyrosol

Figure 6 : Principaux composés phénoliques de l'huile d'olive (Boskou *et al.*, 2006).

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

L'huile d'olive a un impact sur le plan nutritionnel par la présence dans sa composition d'un acide gras mono-insaturé : l'acide oléique et de composants mineurs qui sont à des teneurs plus élevées dans une huile vierge. L'utilisation de l'huile d'olive en médecine date depuis les époques les plus anciennes. La forte teneur de l'huile d'olive en acide oléique constitue un réel atout d'un point de vue intérêt nutritionnel (Benrachou, 2013).

Des études épidémiologiques (Motard-Bélanger *et al.*, 2008 ; Benyaich, 2017) ont montré que l'alimentation méditerranéenne traditionnelle, dans laquelle l'huile d'olive a une place importante, jouait un rôle majeur dans la prévention des facteurs de risques des maladies cardiovasculaires, telles que dyslipidémies, hypertension, diabète et l'obésité.

Selon Selimia (2018), l'huile d'olive joue aussi un grand rôle dans la prévention et le ralentissement de l'apparition du diabète sucré. La consommation d'huile d'olive prévient la résistance à l'insuline et ses éventuelles conséquences négatives.

L'huile d'olive réduit le risque de cancer du sein, de certaines tumeurs malignes (prostate, endomètre, tube digestif). **Ahmed et Okasha (2016)** ont rapporté que la consommation d'huile d'olive dans le cadre du régime méditerranéen réduit la pression artérielle systolique et diastolique.

L'huile d'olive favorise la croissance osseuse des enfants et combat la déminéralisation osseuse des adultes (**Aissaoui, 2016**).

La vitamine E présente dans l'huile d'olive augmente l'espérance de vie, comme elle joue un rôle biologique positif qui permet le déplacement des radicaux libres, des molécules impliquées dans certaines maladies chroniques, dans le processus de vieillissement et contre la perte de mémoire liée à l'âge (**Iddir, 2019**).

L'huile d'olive est idéale pour la friture. À des températures appropriées et sans surchauffe, elle ne subit aucun changement structural substantiel et conserve sa valeur nutritionnelle mieux que les huiles de graines, non seulement en raison de la présence d'antioxydants mais également en raison de ses niveaux élevés d'acide oléique (**Delgado, 2017**).

I.5. Caractérisation de l'huile d'olive :

Plusieurs études portant sur la caractérisation physico-chimique des huiles d'olive de variétés algériennes ont été réalisées. Pour la classification des huiles d'olive, des méthodes chimiométriques ont été appliquées. Parmi ces méthodes, l'Analyse en Composante Principale (ACP), l'Analyse Discriminante, et la Classification Hiérarchique sont utilisées. Six variétés locales d'olives (Azeradj, Chemlal, Limli, Takesrit, Aghenfas, Grosse du Hamma) ont été utilisées par **Douzane et al., (2012)** pour étudier leurs huiles et leur composition en acides gras, dans le but de déterminer un ou plusieurs marqueurs discriminants de l'origine botanique. Les résultats ont montré l'effet très marqué de la variété par rapport à la campagne agricole et à la région qui étaient moins significatives.

Idoui (2013) avait analysé les caractéristiques physiques et chimiques de cinq échantillons d'huiles d'olive prélevés dans cinq régions de Jijel. La composition en acides gras permet distinguer les huiles d'olive monovariétales.

Abdessmed et al. (2018) en étudiant les caractères biochimiques de l'huile monovariétale de 7 cultivars, ont noté que trois paramètres à savoir le taux en acide oléique, le taux en acide gras insaturés et la teneur en polyphénols totaux, sont les plus discriminants pour différencier les cultivars étudiés.

L'étude des composés phénoliques par HPLC de vingt et un mono-cultivars : Chemlal, Azeradj, Sigoise, Mekki, Nebdjmel, Hamra, Blanquette de Guelma, Aberkane, Aimel, Rougette de la Mitidja, Aguenau, Boughenfas, Bouichret, Aghenfas, Bouchouk de Guergour, x-Aghenfas, Bounguergueb, Ronde de Miliana , Limli , Grosse du, Rougette de Guelma durant deux campagnes successives a montré que la variété exercé une influence importante tandis que l'effet année était négligeable, sachant que les variétés étaient dans le même conditions climatiques et pédologiques. Il semblait que les composés phénoliques pourraient être considérés comme marqueur biochimique des caractéristiques des variétés (**Douzane et al., 2013**).

Laincer et al. (2014) avaient montré que la composition phénolique de onze variétés algériennes représente une contribution utile à la caractérisation biochimique des cultivars d'huile d'olive algériens.

Des différences de compositions de triacylglycérols, d'acides gras, de squalène et de tocophérol ont été démontrées entre 8 variétés d'huiles d'olive vierges (Aberkane, Aguenau, Aharoun, Aimel, Bouchouk Guergour, Bouichret, Chemlal et Sigoise) de la région de la Petite Kabylie. Une analyse de la composante principale a montré que les triacylglycérols, les acides gras et de squalène, différencie les variétés, alors que le pouvoir discriminant des tocophérols est faible (**Guissois et al., 2018**).

Les travaux de **Boucheffa et al. (2019)** ont permis d'évaluer, pour la première fois, la biodiversité des olives cultivées et sauvages algériennes d'un point de vue génétique, morphologique et physico-chimique.

El Orche et al. (2020) en étudiant la caractérisation des huiles d'olive de différentes origines ont utilisé des méthodes spectroscopiques, comme le moyen et le proche infrarouge, et la Résonance Magnétique Nucléaire (RMN).

Un nombre important de travaux ont été réalisés sur la caractérisation des variétés dans les pays du pourtour méditerranéen notamment ceux appartenant à la communauté européenne. La composition en acides gras, triacylglycérols et stérols sont utilisés par **Kammoun et al. (2012)** pour classer les cultivars Tunisiens en fonction de leur génotype et de leur origine géographique respective (Nord, Centre et Sud). Les meilleures différenciations parmi les cultivars ont été obtenues avec les triacylglycérols et les compositions stéroliques. Les résultats obtenus pourraient devenir un outil important pour trier les huiles à un seul cultivar ou à une zone géographique spécifique.

Yorulmaz et al. (2014) ont utilisé la composition en acides gras, des acides gras sn-2, des triacylglycérols et des stérols pour caractériser 101 échantillons de fruits d'*Olea europaea L.* provenant de 18 cultivars récoltés pendant deux campagnes agricoles dans les régions de l'ouest, du Sud et du Sud-Est de la Turquie. L'analyse de la composante principale a permis de classer les variétés communes sur la base de données analytiques. La composition stérolique a obtenu une discrimination plus pertinente que la composition d'acide gras et de triglycérides.

Les huiles d'olive extra vierges d'origine italienne et non italienne (d'Espagne, de Tunisie et de mélanges d'origine européenne) ont été différenciées par analyse GC-FID des stérols et des stérols estérifiés, suivie d'outils chimio-métriques. L'ACP a permis de mettre en évidence la grande importance des stérols estérifiés pour caractériser les huiles d'olive extra-vierges par rapport à leur origine. Les stérols estérifiés peuvent s'avérer prometteurs dans les études de discrimination géographique (**Giacalone et al., 2015**).

L'analyse en composantes principales (ACP) et la Modélisation douce par analogie de classes (SIMCA) ont été appliquées aux données des divers triglycérides, stérols ou aux deux données, pour explorer leur capacité à typifier une variété d'huile d'olive, appartenant à une dénomination d'origine espagnole. Cette étude a démontré qu'il est possible de caractériser les huiles obtenues à partir d'un type spécifique d'olives « Manzanilla Cacereña » du Nord de Cáceres (Estrémadure – Espagne) en fonction de leur composition chimique. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la teneur en triglycérides (**Diaz et al., 2004**).

Les stérols, les acides gras et la composition en triacylglycérols ont été quantifiés dans quarante-neuf huiles d'olive collectées dans six endroits différents de la partie occidentale de la Turquie (Izmir, Manisa, Aydın, Muğla, Bursa et Edremit Bay). Le β -sitostérol, le campestérol, le stigmastérol et le 24-méthylène cholestérol jouent un rôle important dans la détermination de la séparation des lieux d'origine (**Gumus et al., 2018**).

Les teneurs en phénols et en tocophérols dans cent quatre-vingt-six huiles d'olive extra-vierges de haute qualité ont été analysés par (**Dugo et al., 2020**) en utilisant une HPLC couplée à la spectrométrie de masse et à la détection fluorimétrique, respectivement. Les résultats démontrent qu'il existe des différences concernant les teneurs en molécules antioxydantes bioactives parmi les huiles d'olive extra-vierges italiennes appartenant à différentes régions géographiques, mais ces différences ne sont pas toujours marquées et significatives.

I.6. La labellisation et les appellations d'origine de l'huile d'olive :

La politique européenne s'est progressivement orientée vers les démarches de qualité, avec l'instauration du règlement sur les indications géographiques. Plusieurs raisons ont incité les pays européens à orienter leurs politiques vers la qualité : forte concurrence des huiles végétales, réaction des petits producteurs (volonté de se différencier) face aux grands groupes de conditionnement et de distribution, volonté de valoriser les territoires défavorisés sur lesquels s'étend une grande partie des oliviers (petites exploitations, main-d'œuvre familiale.), demande croissante de qualité des consommateurs...etc.

Le nombre des appellations oléicoles enregistrées par l'UE a augmenté, passant de 24 IG enregistrées en 1996 à une centaine en 2013. L'Italie, l'Espagne et la Grèce détiennent plus de 90 % des appellations d'origine protégée (AOP) oléicoles méditerranéennes enregistrées. L'Italie détient le plus grand nombre d'AOP oléicoles enregistrées au sein de l'UE (42 AOP et une indication géographique protégée [IGP] pour près de 8 % de la surface oléicole sous appellation). L'Espagne, producteur oléicole (46 % de la production mondiale et près de 50 % de la production oléicole méditerranéenne, selon les données de 2011 du Conseil oléicole international), fait partie des premiers pays à avoir mis en place les AOP oléicoles. La Grèce multiplie la production des huiles d'olives sous appellation. Les derniers chiffres enregistrés seraient de : 42 AOP en Italie, 31 AOP en Espagne, 18 AOP en Grèce, 7 AOP en France, 6 AOP au Portugal, 4 AOP en Croatie, 1 AOP en Slovaquie.

Les autres pays de la Méditerranée comme la Turquie et les pays maghrébins sont loin d'être au même rang que les pays européens. Le nombre d'AOP oléicoles est insignifiant, une seule appellation oléicole au Maroc (AOP Tyout-Chiadma), une indication de provenance en Tunisie (l'huile d'olive de Monastir parue au Journal officiel de la République tunisienne en décembre 2010) et deux IG en Turquie (**Lamani et al., 2015**). L'huile d'olive produite à Tébourouk (Nord-Ouest de la Tunisie) a été enregistrée pour la première fois en tant qu'appellation d'origine en 2020.

Dans les pays du sud de la Méditerranée et plus particulièrement au Maghreb, le système intensif s'est très peu généralisé. La nature du relief et le manque de moyens techniques ont permis au système traditionnel de continuer à occuper une place essentielle. La faible modernisation des techniques d'irrigation, de trituration, de ramassage, de stockage, d'analyse

et de conditionnement sont à l'origine d'une moindre qualité des huiles (**Boudiche et al., 2003**).

Les indications géographiques se sont faiblement développées dans les pays du sud de la Méditerranée consécutivement au retard accumulé dans la prise de conscience de l'importance des signes de qualité. L'Algérie n'a pas encore labélisé ses huiles d'olive. La variété de ses huiles d'olive et une bonne image au niveau national n'ont pas suffi pour se lancer dans ces démarches de la labellisation (**Hadjou et al., 2013**).

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est constitué de 20 variétés d'oliviers, Abani, Aaleh, Aguentaou, Aimel, Bouchouk Guergour, Bouchouk Soummam, Boughenfous, Boukaila, Bouricha, Ferkani, Hamra, Limli, Mekki, Neb Djmel, Rougette, Sigoise, Souidi, Tabelout, Takesrit, Zeletni, implantées à l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (I.T.A.F.V) situé à Takerietz, commune de Souk-Oufella, Wilaya de Bejaia.

Le tableau (VI) résume les propriétés des variétés d'oliviers étudiées.

Tableau VI: Propriétés des variétés étudiées (Benrachou, 2013, Labdaoui, 2016, Abdessemed *et al.*, 2018).

Variété	Date de récolte	Aire de culture	Utilisation
<i>Aaleh</i>	04 /11/2019	Plusieurs régions	Huile
<i>Abani</i>	26/11/2019	Région de Khenchela	Huile
<i>Aguentaou</i>	03/12/2019	Bousselah (Sétif)	Double
<i>Aimel</i>	01/12/2019	Région de Tazmalt	Huile
<i>Bouchouk</i>	21/11/2019	Région de Sétif	Double
<i>Bouchouk</i>	03/12/2019	Vallée Oued Soummam	Double
<i>Boughenfous</i>	16/01/2020	Région de Khenchela	Huile
<i>Boukaila</i>	22/10/2019	Région Constantine	Huile
<i>Bouricha</i>	21/10/2019	Est Algérien (Collo-Oued El	Huile
<i>Ferkani</i>	26/12/2019	Région de Khenchela	Huile
<i>Hamra</i>	22/10/2019	Région de Jijel	Huile
<i>Limli</i>	21/10/2019	Sidi Aich (Bejaia)	Huile
<i>Mekki</i>	20/11/2019	Région de Khenchela	Huile
<i>Neb Djmel</i>	21/11/2019	Sud Est Algérien	Huile
<i>Rougette de</i>	04/11/2019	Région de Blida (Mitidja)	Huile
<i>Sigoise</i>	29/12/2019	Plaine de Sig (Mascara)	Double
<i>Souidi</i>	05/11/2019	Valée d'Oued Arab, Chachar,	Huile
<i>Tabelout</i>	29/10/2019	Région de Béjaia	Huile
<i>Takesrit</i>	28/10/2019	Basse Vallée de la Soummam	Huile
<i>Zeletni</i>	05/11/2019	Région de Khenchela	Huile

L'extraction des huiles a été réalisée à l'aide d'un oléodoseur au laboratoire de la pépinière de L'I.T.A.F.V. de Takerietz équipé d'un broyeur à marteaux, de malaxeurs (bols en inox pendant 30 min par des agitateurs mécaniques) et d'une centrifugeuse (4800 rpm pendant une minute).

Les échantillons d'huile d'olive sont mis dans des flacons en verre foncé propres et secs, d'une taille minimale de 250ml, étiquetés et conservés au réfrigérateur à 4°C avant l'analyse.

II. Analyse des fruits :

II.1. L'indice de maturité :

La détermination de l'indice de maturité a été réalisée conformément à la méthode proposée par le conseil oléicole international en 1984 (**Benaziza et Semad, 2016**). Il est déterminé par l'appréciation de la couleur du fruit (épiderme et pulpe) d'un échantillon de 100 olives prélevées au hasard, en suivant une classification de 0 à 7 qui correspond aux différentes colorations allant du vert intense jusqu'au noir, ce qui fait distinguer 8 groupes selon les caractéristiques suivantes :

- Groupe 0 : olives à épiderme vert intense ou vert foncé.
- Groupe 1 : olives à épiderme jaune ou vert jaunâtre.
- Groupe 2 : olives à épiderme jaunâtre présentant des taches ou zones rougeâtre.
- Groupe 3 : olives à épiderme rougeâtre ou violet claire.
- Groupe 4 : olives à épiderme noir et pulpe entièrement verte.
- Groupe 5 : olives à épiderme noir et pulpe violette jusqu'à la moitié de son épaisseur.
- Groupe 6 : olives à épiderme noir et pulpe violette jusqu'au noyau.
- Groupe 7 : olives à épiderme noir et pulpe entièrement foncée.

L'indice de maturité (I.M.) est le résultat de la formule suivante :

$$I.M = \frac{A \cdot 0 + B \cdot 1 + C \cdot 2 + D \cdot 3 + E \cdot 4 + F \cdot 5 + G \cdot 6 + H \cdot 7}{100}$$

Où A, B, C, D, E, F, G et H sont le nombre de fruits des classes 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 respectivement.

II.2. Poids moyen des olives :

Le poids des fruits qui permet d'évaluer la grosseur du fruit, a été déterminé en pesant les échantillons (100 fruits) par une balance électronique d'une sensibilité de 0,01 g (**Haggag et al., 2013**).

II.3. Détermination du rendement en huile des olives :

L'extraction de l'huile par soxhlet (extraction par solvant) est réalisée à partir d'une quantité de pâte séchée pendant quatre heures, en utilisant un solvant approprié (hexane) (**Benaziza et Semad, 2016**).

Après 4 heures d'extraction, le solvant est distillé en utilisant le rotavapor. Après séchage à l'étuve, la quantité d'huile contenue dans les olives est déterminée selon la formule suivante :

$$R (\%) = [(M - M_0) / PE] \times 100$$

M : masse en gramme du ballon contenant l'huile

M₀ : masse en gramme du ballon vide.

PE : masse en gramme de la prise d'essai

III. Analyses chimiques :

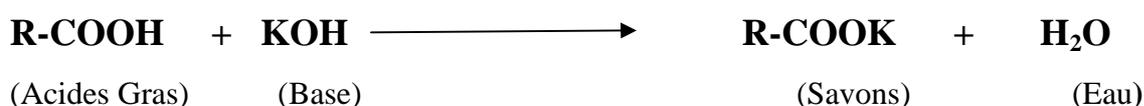
III.1. Acidité :

➤ Définition :

L'acidité de l'huile donne le pourcentage d'acides gras libres exprimé conventionnellement pour l'huile d'olive en pourcentage d'acide oléique. (**Faghim et al., 2017**).

➤ Principe :

Celle-ci est réalisée par titrage de l'échantillon solubilisé dans un mélange éther éthylique / éthanol par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium, en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (**Tanouti et al., 2011**).



L'acidité est exprimée en pourcentage de poids d'acide oléique, elle est donnée par la formule suivante :

$$A (\%) = (V - V_0) \times N \times P / 10 \times m$$

V : nombre de ml de la solution KOH nécessaire pour neutraliser l'échantillon (huile).

V₀ : nombre de ml de la solution KOH nécessaire pour neutraliser le blanc.

m : prise d'essai en gramme.

N : normalité de la solution KOH.

P : masse molaire en g /ml de l'acide oléique qu'est égale à 282 g/mol.

III.2. Indice de peroxyde :

➤ Définition :

C'est la quantité de peroxydes présents dans l'échantillon, exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif contenu dans un kilogramme de produit, oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode. Cet indice nous permet d'évaluer l'état de fraîcheur de l'huile (**Tanouti et al., 2011**).

➤ Principe :

Cet indice est déterminé après traitement du corps en solution dans de l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium. Le titrage de l'iode libéré par une solution titrée en thiosulfate de sodium. Il a été déterminé selon la méthode décrite dans le règlement **CEE/2568/91**.

L'indice de peroxyde est donné par la formule suivante :

$$IP (\text{meq d'o}_2 / \text{Kg}) = N (V - V_0) \times 1000 / m$$

IP : indice de peroxyde en milliéquivalent par kilogramme.

N : normalité de Na₂S₂O₃ (0,01).

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

V : Volume (ml) de Na₂S₂O₃ (0.0 1N) nécessaire pour titrer l'échantillon.

m : masse en gramme de la prise d'essai.

III.3. Extinction spécifique dans l'ultra-violet :

La méthode consiste à mesurer les absorbances à 232 nm et à 270 nm qui correspondent au maximum d'absorbance des hydroperoxydes et des produits secondaires d'oxydation (**Alais et al., 2003**). La méthode utilisée est celle préconisée par Le conseil oléicole international (**1996**). Un échantillon de 0,25g d'huile filtrée est dissoute dans 25ml de cyclohexane. L'absorbance est mesurée aux deux longueurs d'ondes 232 nm et 270 nm. Les extinctions spécifiques à 232 nm et 270 nm ont été exprimées comme suit :

$$E = A_{\lambda} / C * S$$

E : Extinction spécifique à la longueur d'onde λ .

A_λ: Absorbance mesurée à la longueur d'onde λ .

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

S : Epaisseur de la cuve en cm.

III.4. Dosage des pigments :

Les caroténoïdes et les chlorophylles sont dosés selon la méthode de **Minguez-Mosquera et al. (1991)**. Une prise d'essai de 7, 5 g d'huile filtrée est dissoute dans 25 ml de cyclohexane. Les absorbances sont lues à 470 nm et 670 nm qui correspondent respectivement aux caroténoïdes et chlorophylles.

La formule suivante permet de calculer la teneur en chlorophylle dans nos échantillons

$$\text{Chl (ppm)} = A_{670} * 106 / 613 * 100 * I$$

Chl : Teneur en chlorophylles (ppm).

A : Absorbance à la longueur d'onde indiquée (670 nm).

I : Epaisseur de la cuve (1cm).

613 : coefficient d'extinction spécifique de la phéophytine a comme standard.

La teneur en caroténoïdes dans nos échantillons est calculée en utilisant la formule ci-dessous

$$\text{Carot (ppm)} = A_{470} * 106 / 2000 * 100 * I$$

Carot : Teneur en caroténoïdes en ppm.

A : Absorbance à la longueur d'onde indiquée (470 nm).

I : Epaisseur de la cuve (1cm).

2000 : Coefficient d'extinction spécifique de la lutéine comme standard.

III.5. Extraction et dosage des composés phénoliques :

➤ **Extraction :**

Les composés phénoliques sont extraits en utilisant le protocole de **Favati *et al.* (1994)**. Le matériel d'extraction est une colonne d'octadecyle (C_{18}) qui a été activée avec 10 ml d'hexane puis 7 ml du méthanol. 1 g d'huile d'olive est dissout dans 10 ml d'hexane, le mélange est élué à travers la colonne d'octadecyle (C_{18}), les composés phénoliques retenus dans la colonne sont élués avec 7 ml de méthanol.

➤ **Dosage des polyphénols totaux :**

La concentration en composés phénoliques est déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est constitué d'acide phosphomolybdique et d'acide phosphorique qui seront réduits par les composés phénoliques pour donner une coloration bleue, et ceci en milieu alcalin. L'intensité de cette coloration est directement proportionnelle à la concentration des polyphénols dans la solution (**Bouhadjra, 2011**).

➤ **Mode opératoire :**

La teneur en polyphénols totaux est déterminée selon la méthode décrite par **Favati *et al.* (1994)** avec quelques modifications. Dans un tube, on met 1 ml de l'extrait méthanolique, on ajoute 5 ml d'eau distillée et 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 3 min, un volume de 4 ml de carbonate de sodium à (10%) est ajouté, le volume est complété à 20 ml avec de l'eau distillée. Après 1 heure à l'obscurité, on mesure l'absorbance à 765 nm contre le solvant témoin (méthanol).

La concentration en phénols est calculée en utilisant à une courbe d'étalonnage réalisée avec de l'acide gallique comme standard (annexe 1 a). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalents d'acide gallique par Kg d'huile d'olive.

IV. L'activité antioxydante :

. Le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est basé sur la mesure de la capacité de piégeage de radicaux à l'aide de radical stable DPPH°. Le principe de ce test se résume par la capacité de l'extrait à réduire le radical libre DPPH° de couleur violette foncée, qui se transforme en coloration jaunâtre (après réduction) (Merouane *et al.*, 2014).

IV.1. Activité anti-radicalaire au radical DPPH de l'huile :

L'activité antiradicalaire des échantillons d'huile d'olive contre le radical DPPH est déterminée selon le protocole décrit par Ramadan et Moersel (2006). Une prise d'essai de 0,5 g d'huile est dissoute dans 5 ml de toluène. 1ml de la solution est mélangée avec 3,9 ml de la solution de DPPH (10^{-4} M) fraîchement préparée avec du toluène. L'absorbance est mesurée à 515 nm après 30 minutes à l'obscurité. Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante :

$$\text{(\% d'inhibition du DPPH)} = (\text{Ac} - \text{Ae} / \text{Ac}) \times 100$$

Ac : absorbance du contrôle.

Ae : absorbance de l'échantillon.

IV.2. Activité anti-radicalaire des extraits méthanoliques :

L'activité antiradicalaire des extraits méthanoliques contre le radical DPPH est déterminée selon le protocole décrit par Kalantzakis *et al.* (2006). 0,5 ml d'extrait est mélangé à 2,5 ml de solution DPPH fraîchement préparée (10^{-4} M) dans du méthanol. L'absorbance est mesurée à 517 nm après 30 min d'incubation à l'obscurité. L'activité antiradicalaire est exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique/kg d'huile en se référant à une courbe d'étalonnage (annexe 1b).

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH est calculé selon la même formule citée précédemment.

V. Analyse statistique :

Une analyse de variance (ANOVA) et le test de Newman -Keuls ont été réalisés en utilisant le logiciel STATISTICA 5.0. Le degré de signification des résultats a été pris à la probabilité $p < 0.05$.

Chapitre II : Résultats et discussion

I. Analyses des fruits :

Le tableau suivant présente les résultats de l'indice de maturité, le poids moyen des olives et le rendement en huile

Tableau VII : Indice de maturité, poids moyen des olives et rendement en huile des différentes variétés

La variété	Indice de Maturité	Poids frais de l'olive (gr)	Rendement en huile
<i>Abani</i>	4.59	1.13	28,288
<i>Aelleh</i>	2.42	1.00	32,891
<i>Aguenao</i>	2.5	3.1	46,109
<i>Aimel</i>	2.36	1.09	44,776
<i>Bouchouk Soummam</i>	3.51	2.07	30,927
<i>BouchoukGuergour</i>	2.36	1.81	-
<i>Boughenfous</i>	2.74	0.97	28,495
<i>Boukaila</i>	2.74	0.78	28,679
<i>Bouricha</i>	1.24	0.86	18,45
<i>Ferkani</i>	2.81	1.01	-
<i>Hamra</i>	2.75	0.77	29,846
<i>Limli</i>	1.55	1.07	28,855
<i>Mekki</i>	2.74	1.11	31,033
<i>NebDjmel</i>	2.68	2.01	-
<i>Rougette de Mitidja</i>	2.46	1.22	27,652
<i>Sigoise</i>	3.35	3.28	46,97
<i>Souidi</i>	3.80	0.60	26,20
<i>Tabellout</i>	2.98	1.176	25,668
<i>Takesrit</i>	2.28	1.47	26,147
<i>Zeletni</i>	3.38	1.12	35,593

- Non déterminé

I.1.Indice de maturité :

Les indices de maturité des olives des différentes variétés sont reportés dans le tableau VII. Les résultats obtenus montrent des valeurs variant entre 1,24 pour Bouricha (variété tardive) et 4,59 pour la variété Abani (variété précoce).

La variation des valeurs d'indice de maturité est justifiée d'abord par l'effet variétal (entrée en production peut être précoce, moyenne, tardive) et par la variation des charges des oliviers entre les vergers. En effet, avec la charge des arbres, il se produit une grande compétition entre les fruits dont résultent les faibles valeurs de l'indice de maturité au moment de la récolte (Cimato, 1990).

I.2. Poids moyen des olives :

Le poids moyen des fruits, pour toutes les variétés, varie entre 0,60 g pour la variété Souidi et 3,28g pour la variété Sigoise (Tableau VII). Selon la classification donnée par **Al-Bachir (2017)**, les variétés Neb-djmel, Bouchouk Soummam, Aguentaou et Sigoise peuvent être classées comme variétés à poids moyen (2 à 4 g) tandis que le reste de nos variétés sont classées comme variétés à petits fruits (< 2).

Selon **Lavee et Wodner (1991)**, la taille des fruits et la teneur finale en huile dépendent à la fois des facteurs génétiques et environnementales. Pour chaque cultivar, les caractères peuvent varier avec l'année et à des degrés différents, en raison de la charge de la récolte, des conditions culturales et environnementales (**Del Río et Caballero, 2008**).

I.3. Rendement en huile :

La teneur en huile est l'un des paramètres les plus importants à déterminer sachant que la principale finalité de la culture de l'olivier est la production et le rendement en huile. (**Benrachou, 2013**).

Les rendements en huile sont exprimés en pourcentage de matière sèche et sont donnés dans le tableau VII. Les variétés Sigoise et Aguentaou et Aimel présentent les teneurs en huile les plus élevées (plus de 40%), alors que les variétés Bouricha et Tabelout affichent des rendements assez faibles de 18,45 et 25,668 % respectivement.

D'après la classification proposée par **Abaza et al. (2002)**, on peut dire que les variétés Aguentaou, Aimel et Sigoise sont à teneur moyenne en huile (de 38 à 46 %) tandis que le reste de nos échantillons sont à teneur faible en huile (< 38 %).

Gigon et jeune (2010) affirment que la teneur en huile et en différents constituants de l'huile varient en fonction du terroir, des pratiques agronomiques locales, de la variété et du stade de maturation des fruits à la récolte. De nombreuses études montrent qu'au cours la période de maturité, le pourcentage de l'huile augmente radicalement au début du stade de maturation et baisse légèrement quand le fruit dépasse la maturité (**Salvador et al., 2001**).

II. Analyses chimiques :

Les résultats relatifs à l'acidité, l'indice de peroxyde et l'extinction spécifique dans l'ultra-violet sont montrés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Indices chimiques de qualité de l'huile d'olive des différentes variétés

	Acidité (% d'acide oléique)	Indice de Peroxyde (Meq d'O ₂ /kg)	Absorbance à 270nm	Absorbance à 232nm
<i>Abani</i>	0,11±0,02(a)	5,06±0,20 (ab)	0,13±0,01(g)	1,34±0,02 (de)
<i>Aellah</i>	0,20±0,02(b)	6,25±0,35 (abc)	0,08±0,01(cd)	1,08±0,03(a)
<i>Aguentaou</i>	0,28±0,01 (c)	9,06±0,19(d)	0,05±0,01(ab)	1,10±0,04(ab)
<i>Aimel</i>	0,29±0,01 (c)	8,73±0,39(d)	0,05±0,00(ab)	1,18±0,11(bc)
<i>Bouchouk Guergour</i>	0,39±0,02 (d)	5,58±0,16 (ab)	0,08±0,01 (cd)	1,42±0,01(ef)
<i>Bouchouk Soummam</i>	0,29±0,02 (c)	7,94±1,97(cd)	0,09±0,00 (cde)	1,77±0,00(j)
<i>Boughenfous</i>	0,29±0,02 (c)	9,25±1,06(d)	0,08±0,00(cd)	1,19±0,01 (bc)
<i>Boukaila</i>	0,19±0,01(b)	11,96±0,06(e)	0,11±0,01(ef)	1,03±0,00 (a)
<i>Bouricha</i>	0,58±0,03 (f)	6,58±0,16 (bc)	0,11±0,01 (f)	1,60±0,01(hi)
<i>Ferkani</i>	0,66±0,01 (g)	13,25±0,36(e)	0,07±0,00(bc)	1,78±0,06(j)
<i>Hamra</i>	0,19±0,01(b)	12,99±0,72(e)	0,10±0,00 (def)	1,46±0,02(fg)
<i>Limli</i>	0,29±0,01 (c)	5,59±0,16(ab)	0,13±0,01(g)	1,53±0,03 (gh)
<i>Mekki</i>	0,29±0,01(c)	9,52±0,11(d)	0,09±0,01(cde)	1,42±0,00 (ef)
<i>Neb Djmel</i>	0,38±0,01(d)	9,57±0,18(d)	0,05±0,00 (ab)	1,05±0,07(a)
<i>Rougette de Mitidja</i>	0,19±0,01(b)	4,59±0,15 (ab)	0,09±0,00 (cde)	1,20±0,01(bc)
<i>Sigoise</i>	0,67±0,02(g)	5,15±0,08 (ab)	0,14±0,01(g)	1,27±0,01 (cd)
<i>Souidi</i>	0,46±0,01(e)	9,53±0,10(d)	0,07±0,01 (bc)	1,64±0,00(i)
<i>Tabelout</i>	0,29±0,01(c)	19,00±2,82 (f)	0,10±0,01(def)	1,33±0,02(de)
<i>Takesrit</i>	0,29±0,01(c)	6,59±0,16 (bc)	0,08±0,01(cd)	1,47±0,02(fg)
<i>Zeletni</i>	0,19±0,00(b)	4,05±0,08 (a)	0,04±0,01 (a)	1,01±0,01(a)

Valeurs moyennes ± déviation standard (écart type). Les moyennes dans une même colonne suivies de lettres différentes indiquent une différence significative ($p < 0,05$). Les résultats sont arrangés par ordre croissant $a < b < c < d < e < f < g < h < i < j$

II.1. Acidité :

L'acidité d'une huile représente le pourcentage d'acides gras libres exprimé conventionnellement dans le cas de l'huile d'olive en acide oléique. L'acidité est un critère

important d'appréciation de l'huile d'olive à la caractérisation alimentaire et constitue une caractéristique fondamentale de sa qualité commerciale (**Benrachou, 2013**).

L'acidité libre permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique, des chaînes d'acides gras des triglycérides (**Abaza et al., 2002**). Ceci est à l'origine des acides gras libres et des glycérides partiels (mono et di glycérides).

Les valeurs obtenues (tableau VIII) se situent entre 0,11 et 0,67 %. L'huile des cultivars Abani, Zeletni, Rougette, Hamra et Boukaila ont montré les acidités les plus faibles. L'étude statistique montre que les différences sont significatives ($p < 0,05$) entre la plupart des échantillons.

Les valeurs enregistrées ne dépassent pas 0,8 ce qui correspond, selon la norme, à une huile extra vierge de bonne qualité fixée par le **COI (2019)**. C'est une conséquence directe d'une récolte à la main et d'une extraction immédiate sans procéder au stockage des olives (**Faghim et al., 2017**).

Nos résultats sont proches de ceux rapportés par **Hadj Sadok et al. (2018)** qui ont travaillé sur les mêmes variétés Algériennes dont l'intervalle de l'acidité est compris entre 0,80 et 0,20 %, mais inférieures à ceux enregistrés par **Tanilgan et al. (2007)** pour les variétés turques.

II.2. Indice de peroxyde :

L'indice de peroxyde est utilisé en tant que révélateur de la détérioration d'huile par oxydation (**Barone et al., 1994**). Il est également utilisé pour surveiller tout problème de production, qui se produit après la récolte et pendant le traitement (**Kiritsakis et Markakis, 1984**).

Pour tous les échantillons d'huile étudiés, les valeurs de l'indice de peroxyde enregistrées sont inférieures à 20 meq d'O₂/kg, limite fixée par le **COI (2019)**. Ces valeurs sont comprises entre un minimum de 4,05 meq d'O₂/kg enregistrée chez la variété Zeletni et un maximum de 19,00 meq d'O₂/kg chez la variété Tabelout.

L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative ($p < 0,05$) entre la plupart de nos échantillons.

Ces basses valeurs de l'IP montrent que l'huile a été extraite rapidement après la récolte des olives et qu'elle a été stockée dans de bonnes conditions. Il permet de penser que l'huile ne s'oxydera pas prématurément et se conservera au cours du temps.

Selon **Tanouti et al. (2011)**, l'indice de peroxyde de l'huile peut être influencé par la maturation et les conditions de stockage des olives ainsi que par les conditions d'extraction de l'huile.

II.3. Extinction spécifique dans l'ultra-violet :

Les coefficients d'extinction spécifiques déterminés par spectrophotométrie UV permettent d'évaluer l'état d'oxydation d'une huile d'olive. Le coefficient d'extinction spécifique à 232 nm est lié à l'oxydation primaire de l'huile, tandis que K₂₇₀ est lié à des produits d'oxydation secondaire, des composés carbonylés (aldéhydes et cétones) (Iddir, 2019).

L'analyse de la variance montre des différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons étudiés. (Tableau VIII). Les valeurs varient entre 1,01 et 1,78 respectivement pour Zeletni et Ferkani à la longueur d'onde 232 nm, alors qu'elles oscillent entre 0,04 et 0,14 à 270 nm pour Zeletni et Sigoise, respectivement.

Les valeurs obtenues montrent que les absorbances spécifiques à 232 nm et à 270 nm, sont conformes aux limites fixées par le COI (2019) pour une HOEV à savoir k_{232} inférieur ou égal à 2,5 et pour k_{270} inférieur ou égal 0,22 et ce pour tous les échantillons étudiés. Donc ces huiles ne contiennent pas des produits secondaires tels que l'hydroxyperoxyde linoléique, les cétones insaturées et les dicétones.

Les résultats que nous avons obtenus sont inférieurs de ceux trouvés par Kosma *et al.* (2016), qui ont étudié les variétés grecques dont les valeurs oscillent entre 1,68 et 2,28 pour le coefficient K₂₃₂ et 0,13 à 0,17 pour le coefficient K₂₇₀. Navajas-Porras *et al.* (2020) ont noté que la variété affecte significativement le K₂₇₀.

D'après Tanouti *et al.* (2011), les résultats d'extinction spécifique dans l'ultra-violet seraient liés à plusieurs facteurs tels que la récolte tardive des olives, une exposition excessive des olives et de l'huile extraite à l'oxygène de l'air et à la lumière, aussi à un réchauffement de la pâte lors de la trituration.

II.4. Dosage des pigments :

Les teneurs en pigments et en composés phénoliques sont reportés dans le tableau IX.

Les pigments (chlorophylles, phéophytines, xanthophylles et carotènes), principalement présents dans l'olive au moment de la récolte, sont responsables de la couleur de l'huile d'olive. À mesure que la maturation progresse dans l'olivier, l'activité photosynthétique diminue et les concentrations des chlorophylles et des caroténoïdes diminuent progressivement, tandis que d'autres composés colorés, tels que les anthocyanes, se forment (Roca et Minguéz-Mosquera, 2001).

Tableau IX : Chlorophylles, caroténoïdes et composés phénoliques de l'huile d'olive des différentes variétés

	Chlorophylles(mg /Kg)	Caroténoïdes(mg /Kg)	Composés phénoliques (mg d'EAG /Kg)
<i>Abani</i>	1,33±0,06 (a)	5,02±0,05 (a)	581,03 ±16,45 (f)
<i>Aellah</i>	8,82±0,02(h)	13,05±0,12(h)	985,55±21,76(m)
<i>Aguenaou</i>	3,34±0,23 (de)	8,82±0,28(c)	308,90±23,44 (c)
<i>Aimel</i>	2,98±0,03(cd)	9,79±0,34(d)	642,63±14,53(g)
<i>Bouchouk Guergour</i>	1,50±0,22 (ab)	5,15±0,21(a)	374,18±14,49(d)
<i>BouchoukSoummam</i>	1,45±0,08 (ab)	5,03±0,20(a)	253,28±16,62(b)
<i>Boughenfous</i>	4,87±0,25 (f)	10,86±0,20(e)	857,83±5,39 ((k)
<i>Boukaila</i>	8,82±0,26(h)	16,70±0,02(j)	319,48±17,24 (c)
<i>Bouricha</i>	13,16±0,06(j)	17,48±0,59(k)	946,94±27,93 (l)
<i>Ferkani</i>	3,83±0,22(e)	6,64±0,04(b)	539,66±24,23(e)
<i>Hamra</i>	9,21±0,63(h)	18,51±0,01(l)	303,39±12,26 (c)
<i>Limli</i>	10,61±0,15(i)	14,09±0,18(i)	795,71±2,39 (ij)
<i>Mekki</i>	2,99±0,35 (cd)	11,51±0,09(f)	615,50±15,92(g)
<i>NebDjmel</i>	6,87±0,12 (g)	10,09±0,11(d)	574,60±7,84(f)
<i>Rougette de Mitidja</i>	2,61±0,12 (c)	8,73±0,13(c)	298,33±12,36(c)
<i>Sigoise</i>	1,56±0,08 (ab)	4,63±0,13 (a)	149,40± 7,17 (a)
<i>Souidi</i>	2,26±0,18 (c)	12,14±0,79(g)	787,43±12,02(i)
<i>Tabelout</i>	10,76±0,60 (f)	16,61±0,32(j)	823,29±27,16 (j)
<i>Takesrit</i>	4,50±0,55(f)	10,38±0,22(de)	866,04±25,54(k)
<i>Zeletni</i>	2,27±0,05 (bc)	8,77±0,24(c)	722,27±15,34(h)

Valeurs moyennes ± déviation standard (écart type). *Les moyennes dans une même colonne suivie de lettres différentes indiquent une différence significative (p<0,05). Les résultats sont arrangés par ordre croissant a<b<c<d <e<f<g<h<i<j<k<l<m*

II.4.1. Les chlorophylles :

Les valeurs obtenues pour nos échantillons oscillent entre un maximum de 13,16 mg /kg pour l'huile de variété Bouricha et un minimum de 1,33 mg/ kg pour l'huile de variété Abani.

L'analyse statistique montre des différences significatives entre les échantillons, cependant, aucune différence n'est enregistrée entre Aellah, Boukaila et Hamra, entre

Bouchouk Soummam, Bouchouk Guergour et Sigoise, entre Boughenfous, Tabelout et Takesrit et entre Rougette et Souidi.

Les faibles taux enregistrés pour les huiles Abani, Sigoise, Bouchouk Soummam et Bouchouk Guergour peuvent être expliquées par leurs indices de maturité, qui sont légèrement supérieurs à ceux des autres variétés. En effet la teneur en chlorophylles des fruits diminue au fur et à mesure de leur maturation suite à la réduction de l'activité photosynthétique qui diminue progressivement (**Criado *et al.*, 2007**). En effet, nous avons noté une corrélation négative significative (-0,61, $p < 0,05$) entre l'indice de maturité et la teneur en chlorophylles

Les résultats de nos variétés sont supérieurs à ceux des variétés tunisiennes étudiées par **Ben Brahim et Bouaziz (2019)**, dont les valeurs oscillent entre 0.21 et 3,33 mg/ kg, mais sont inférieurs à ceux obtenus par **Yorulmaz et Konuskan (2017)** qui ont étudié plusieurs variétés turques dont la teneur varie de 8,04 à 23,70 mg/kg. **Ramos-Escudero *et al.* (2015)** ont enregistré un intervalle 0,31-5,48 pour des variétés espagnoles (Cuquillo, Empeltre, Manzanilla, Cornicabra, Picual, Arbequina, Lechin, Picudo, et Hojiblanca)

II.4.2. Les caroténoïdes :

L'analyse statistique révèle des différences significatives entre la plupart de nos échantillons sauf pour certains. Les teneurs en caroténoïdes de nos échantillons varient entre 4,63 et 18,51 mg/ kg pour les variétés Sigoise et Hamra respectivement.

Les teneurs en caroténoïdes de nos échantillons sont supérieures à celle des variétés tunisiennes étudiées par **Ben Brahim et Bouaziz (2019)** (1.53 à 6,52 mg/kg), des variétés iraniennes étudiées par **Kharazi *et al.* (2012)** (1.55 à 2,21 mg/kg) et des variétés espagnoles (0,98-4,33) étudiées par **Ramos-Escudero *et al.* (2015)**.

Selon **Gandul-Rojas et Mínguez-Mosquera (2006)**, la composition en pigments est sujette à de larges variations telles que la variété, le degré de maturité des fruits, la latitude, les conditions environnementales, le processus d'extraction et des conditions de stockage du produit.

II.5. Dosage des polyphénols totaux :

Les composés phénoliques ont une importance fondamentale dans les caractéristiques nutritionnelles et sensorielles de l'huile d'olive vierge. Ces composés phénoliques font partie des antioxydants naturels les plus importants de l'huile d'olive et contribuent pour une grande partie à la stabilité de l'huile en augmentant sa résistance à l'autooxydation (**Montedoro et al., 1992 ; Faghim et al., 2017**).

Selon **Manai-Djebali et al. (2012)**, la quantité de phénols totaux se situe normalement entre 50 et 1000 mg d'EAG /Kg, en fonction de divers facteurs tels que le cultivar, le climat, le lieu, le degré de maturation, le type de machine à broyer et l'extraction de l'huile.

D'après les résultats obtenus dans le tableau IX, les huiles d'olive analysées ont une forte teneur en composés phénoliques, elle varie entre 149,40 et 985,55 mg d'EAG /Kg pour les variétés Sigoise et Aellah respectivement. Des différences significatives sont notées entre les différentes variétés ($p < 0,05$).

Par comparaison, nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par **Laincer et al. (2014)** qui ont étudié presque les mêmes variétés. Nos résultats sont supérieurs à ceux des variétés italiennes (**Baiao et al., 2009**), pour lesquelles les teneurs en polyphénols sont comprises entre 133,68 et 322,18 mg/kg, des variétés turques étudiées dont les teneurs en polyphénols varient entre 75,46 et 333,37 mg/kg (**Ocakogulu et al., 2009**) et presque identiques à celles des variétés Tunisienne étudiées par **Manai-Djebali et al. (2012)**.

Il est important de noter que plusieurs de nos variétés (13 au total) renferment des teneurs en composés phénoliques supérieures aux huiles italiennes extra-vierge en appellation d'origine étudiées par **Fanali et al. (2018)**.

III. Etude de l'activité antioxydante :

Les déterminations relatives à l'activité antioxydant sont montrées dans le tableau X.

Tableau X : Activité antioxydante contre le radical DPPH des différentes variétés

	(%) Inhibition DPPH de l'huile	Activité anti-radicalaire contre le DPPH (mg EBHT/kg d'huile)	(%) Inhibition DPPH de l'extrait Phénolique en (%)	Activité anti radicalaire des extraits méthanoliques mg EAG/kg
<i>Abani</i>	95,437±0,15(hij)	1893,74±2,99(hij)	89,33±1,29(bc)	240,51±5,08(bc)
<i>Aellah</i>	94,264±0,30(h)	1866,29±5,97(h)	88,83±2,36 (b)	239,17±6,35(b)
<i>Aguentaou</i>	69,04±0,90(d)	1370,16±17,91(d)	91±2,36 (bc)	245,00±6,35(bc)
<i>Aimel</i>	96,17±0,30(j)	1908,52± 5,97(j)	92,83±0,71(bc)	249,94±1,90(bc)
<i>Bouchouk Guergour</i>	76,65±0,23(f)	1521,11±16,42(f)	89,33±1,89(bc)	240,51±5,08(bc)
<i>Bouchouk Soummam</i>	71,86±0,98(e)	1426,11±19,41(e)	91,42±1,06(bc)	246,12±2,86(bc)
<i>Boughenfous</i>	95,11±0,75 (hij)	1887,41±14,93(hij)	91,92±1,06(bc)	247,47±2,86(bc)
<i>Boukaila</i>	65,69±0,08 (c)	1303,66±1,49(c)	87,67±1,18 (b)	236,03±3,17(b)
<i>Bouricha</i>	95,90±0,38(ij)	1903,24±7,46(ij)	87,07±3,42 (b)	234,46±9,20(b)
<i>Ferkani</i>	89,26±0,75 (g)	1771,29±14,93(g)	95±0,94 (c)	255,77±2,54(c)
<i>Hamra</i>	60,85±0,30 (b)	1207,60± 5,97(b)	87,08±1,06(b)	234,46±2,86(b)
<i>Limli</i>	94,20±0,08 (hi)	1869,46±1,49(hi)	89,42±1,06(bc)	240,74±2,86(bc)
<i>Mekki</i>	95,27±0,08 (hij)	1890,57±1,49(hij)	87,58±0,59 (b)	235,80± 1,59(b)
<i>NebDjmel</i>	96,33±0,23(j)	1911,68±4,48(j)	88,58±0,35 (b)	238,49±0,95(b)
<i>Rougette de Mitidja</i>	93,78±0,13 (h)	1861,02±16,42(h)	88,42±0,12 (b)	238,04±0,32(b)
<i>Sigoise</i>	54,68±0,45 (a)	1085,15±8,96(a)	80,25±1,30 (a)	216,06±3,49(a)
<i>Souidi</i>	96,54±0,23 (j)	1915,91±4,48(j)	90,58±0,12(bc)	243,88±0,32(bc)
<i>Tabelout</i>	94,95±0,54 (hij)	1884,24±10,45(hij)	88,50±3,06 (b)	238,27±8,25(b)
<i>Takesrit</i>	95,90±0,38 (ij)	1903,24±7,46 (ij)	89,83±0,24(bc)	241,86±0,63(bc)
<i>Zeletni</i>	94,73±0,08 (hij)	1880,02±1,49(hij)	91,25±1,77(bc)	245,67±4,76(bc)

Valeurs moyennes ± déviation standard (écart type). Les moyennes dans une même colonne suivie de lettres différentes indiquent une différence significative ($p < 0,05$). Les résultats sont arrangés par ordre croissant $a < b < c < d < e < f < g < h < i < j$

III.1. Activité antiradicalaire au radical DPPH de l'huile :

Tous les échantillons d'huile d'olive analysés possèdent une capacité de piéger le radical DPPH, en effet, l'activité antiradicalaire varie de 54,68 à 96,54 %, correspondant à 1085,15 et 1915,91mg EBHT/kg d'huile, pour Sigoise et Souidi respectivement. La plupart des variétés présentent des pourcentages d'inhibition supérieure à 90 %, l'exception de Sigoise (54,68±0,45), Hamra (60,85±0,30), Boukaila (65,69±0,08), Aguentaou (69,04±0,90), Bouchouk Soummam (71,86±0,98), Bouchouk Guergour (76,65±0,23). Ces variétés sont les moins riches en composés phénoliques. Toutefois, comme il s'agit d'huile, d'autres antioxydants peuvent contribuer à l'activité antiradicalaire notamment les tocophérols. Malgré leur teneur moyenne en polyphénols, Abani et Aimel ont enregistré des % très élevés.

Des différences significatives ($p < 0.05$) sont relevées entre les variétés sauf entre Abani, Boughenfous, Mekki, Tabellout et Zeletni, entre Aellah et Rougette, entre Aimel, Neb Djmel et Souidi et entre Bouricha et Takesrit.

Selon Merouane *et al.* (2014) cette activité antioxydante de l'huile d'olive serait due à sa richesse en antioxydants notamment en composés phénoliques. En effet une corrélation positive ($r = 0.80$) est enregistrée entre les composés phénoliques et l'activité antiradicalaire des huiles.

III.2. Activité antiradicalaire des extraits méthanoliques :

Les résultats de l'activité antiradicalaire des extraits méthanoliques, exprimés en pourcentage d'inhibition du radical DPPH sont représentés dans le tableau X.

L'étude statistique révèle des différences significatives entre les échantillons, néanmoins, aucune différence n'est observée entre les échantillons : Abani, Aguentaou, Bouchouk Guergour, Aimel, Bouchouk Soummam, Boughenfous, Limli, Souidi, Takesrit et Zeletni ainsi qu'entre Aelleh, Boukaila, Bouricha, Hamra, Mekki, Neb djmel, Rougette et Tabellout. L'activité antiradicalaire des échantillons étudiés varie entre 80,25% pour la variété Sigoise et 95% pour la variété Ferkani. Les différences enregistrées pourraient être interprétées par la différence qualitative et quantitative en antioxydants présents dans les huiles.

Nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par les variétés locales étudiées par **Laincer et al. (2014)** dont l'activité varie entre 36,57 et 72,20 % et ceux de **Soufi et al. (2018)** (22,13 à 46,30%).

Selon **Nakbi et al.(2010)**, les échantillons qui contiennent des teneurs importantes en composés phénoliques, sont ceux qui possèdent une grande capacité de piéger le radical DPPH. Le pouvoir puissant à piéger le radical DPPH par les extraits méthanoliques des huiles des différents échantillons analysés peut être expliqué par le contenu phénolique. Une corrélation significative est notée par **Fanali et al. (2018)** entre la concentration en composés phénoliques et les activités antioxydantes en utilisant différentes tests chimiques en étudiant une trentaine de variétés.

Conclusion

Dans le présent travail nous nous sommes intéressés à l'étude de la caractérisation physico-chimique et évaluation de l'activité antioxydante de vingt variétés d'huiles d'olive Algérienne, à savoir Abani, Aeleh, Aguentaou, Aimel, Bouchouk Guergour, Bouchouk Soummam, Boughanfous, Boukaila, Bouricha, Ferkani, Hamra, Limli, Mekki, Neb Djmel, Rougette, Sigoise, Souidi, Tabelout, Takesrit et Zeletni, implantées à l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (I.T.A.F.V) situé à Takerietz, commune de Souk-Oufella, Wilaya de Bejaia. A l'issu des résultats obtenus, nous avons pu tirer les conclusions suivantes.

Sur la base des critères liés aux fruits d'olive des vingt variétés, on note que l'indice de maturité, le poids moyen des fruits ainsi que le rendement en huile, varient considérablement en fonction du cultivar.

La détermination des indices de qualité des échantillons d'huiles étudiés montre que les valeurs obtenues d'acidité, d'indice de peroxyde et des coefficients d'extinction spécifiques dans l'ultraviolet (K_{232} , K_{270}) sont conformes aux normes établies par le COI (2019) pour une huile d'olive extra vierge.

La quantification des pigments a révélé des teneurs élevées en caroténoïdes pour la plupart des variétés tandis que les teneurs en chlorophylles sont faibles pour certaines variétés présentant un indice de maturité élevé, notamment : Abani, Bouchouk Soummam, Bouchouk Guergour et Sigoise.

Les résultats obtenus pour le dosage des polyphénols ont montré que la majorité des variétés sont riches en ces composés, ce qui leur confèrent une grande résistance et stabilité contre le phénomènes d'oxydation. Une forte teneur en composés phénoliques semble constituer un attrait nutritionnel. Au cours de ces dernières années, l'intérêt porté sur les composés phénoliques de l'huile d'olive a augmenté à cause de leurs activités biologiques potentielles, jouant ainsi un rôle important dans la santé humaine.

Les résultats obtenus pour l'activité antioxydante des huiles sont directement corrélés à la teneur en polyphénols avec un coefficient de corrélation de 0,80. En revanche, l'activité antioxydante des extraits méthanoliques présente une faible corrélation avec les polyphénols (0,27), ce qui pourrait s'expliquer par l'intervention des molécules antioxydantes non phénoliques.

D'après cette étude, nous pouvons dire que, une huile d'olive de bonne qualité dépend de plusieurs facteurs. La variété est un des facteurs déterminant à considérer.

Conclusion

Enfin pour donner une valeur ajoutée à ces huiles et afin de compléter ce travail, il serait souhaitable de poursuivre notre étude par les analyses sensorielles, étudier la stabilité des huiles issues.

L'évaluation de la diversité phénotypique, biochimiques et moléculaires des s cultivars algériens ainsi que leurs huiles, constituent non seulement une contribution scientifique importante mais peuvent être utilisés comme un outil d'orientation pour les oléiculteurs.

La démarche de plantation des nouvelles oliveraies dans certaines régions se fait d'une manière presque aléatoire sans aucune étude des conditions pédoclimatiques ni sur un choix réfléchi des cultivars à planter.

Les critères de la qualité et d'authenticité pour différents types d'huile sont décrits par la réglementation européenne et le conseil oléicole international. Il est temps de développer d'outils stratégiques pour la certification de l'huile en dotant les structures étatiques et/ou privées par les laboratoires et la formation du personnel technique.

Pour une meilleure valorisation, il serait judicieux de procéder, pour certains cultivars, à des labels de qualité comme : appellations d'origine protégée (AOP) et des indications géographiques protégées (IGP). La consécration de tels objectifs prendra plusieurs années.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

« A »

Abaza L., Msallem M., Daoud D., Zarrouk M. (2002). Caractérisation des huiles de sept variétés d'olivier tunisiennes. *Oléagineux Corps gras Lipides*, 9(2) : 174- 179.

Abdessemed S. (2017). Contribution à la caractérisation et à l'identification des écotypes d'olivier *Olea europaea* L dans la région des Aurès. Thèse de Doctorat, Université de Batna 2, 106p.

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

Ahmed M., Okasha M. (2016). Olive Oil: Quality Indices. *Lap Lambert Academic Publishing*, 1-55.

Aissaoui Y. (2016). Détermination des principes nutritionnels et fonctionnels de l'huile d'olive de la région ouest d'Algérie. Effets immunomodulateur et anti-inflammatoire chez le rat Wistar. Thèse Doctorat, Biochimie et santé, Université Djilali Li abes- Sidi Bel Abbes, 23p.

Alais C., Linden G., MidloL. (2003). Biochimie alimentaire. Ed : Dunod, 245 (5) :51-71.

Alarcón de la Lastra C., Barranco M.D., Motilva V., HerreríasJ.M. (2001). Mediterranean Diet and Health: Biological Importance of Olive Oil. *Current Pharmaceutical Design*, 7, 933-950.

Al-Bachir M. (2017). Comparison of fruit characteristics, oil properties and fatty acid composition of local Syrian Kaissy cv olive (*Olea europaea*). *Journal of Food Measurement and Characterization* 11 (3) :1-8.

Allalout A., Zarrouk M. (2013). Culture hyperintensive de l'olivier dans le monde et application en Tunisie. *HTE N° 157-158 SEP/DEC*, 66-97.

Association Française Interprofessionnelle De l'OLive (AFIDOL). (2013). Le marchemondialdel'huile d'olive. Mars 2013 - N° 20

« B »

Baiano A., Gambacorta G., Terracone C., Previtali M.A., Lamacchia C., La Notte E. (2009). Changes in phenolic content and antioxidant activity of Italian extra-virgin olive oils during storage. *Journal of Food Science*, 74(2): 177-183

Bajoub A., Medina-Rodríguez S., Gómez-Romero M., Ajal E.A., Bagur-González M.G., Fernández-Gutiérrez A., Carrasco-Pancorbo A. (2017). Assessing the varietal origin of extra-virgin olive oil using liquid chromatography fingerprints of phenolic compound, data fusion and chemometrics. *Food Chemistry*, 16 : 31173-6.

Références bibliographiques

- Barone E., Di Marco L., Motisi A., Caruso T. (1994).**The Sicilian olive germplasm and its characterization by using statistical methods.*Acta Horticulturae*, 356 :66-69.
- Benabid H.(2009).**Caractérisation de l'huile d'olive Algérienne :Apports des méthodes chimiométriques.Thèse Doctorat,Sciences Alimentaires,Université Mentouri- Constantine, p 12-26.
- Benaziza A.,Semad Dj.(2016).**Oléiculture : Caractérisation De Six Variétés D'olives Introduites Dans Le Sud – Est Algérien.*European Scientific Journal*, 12 :537-553.
- Ben Brahim S., Bouaziz M. (2019).**Characterization of rare virgin olive oils cultivated in southern Tunisia during fruits development process: major compounds and oxidativestate in tandem with chemometrics.*European Food Research and Technology*,245: 939-949.
- Benderradji L., Djebri Z., Rebbas K.F., Ghadbane M., Bounar R., Benniou R. (2016).** Oléiculture dans la région d'El-Hodna (M'sila, Algérie): état des lieux et régénération *in vitro* de l'olivier in *revue agriculture*, 1 : 259-264.
- Benlemlih M., Ghanam J. (2012).** Polyphénols d'huile d'olive, trésors et santé. Aux éditions Pietteur Marco (2e édition),pp 5-113
- Benrachou N. (2013).**Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse Doctorat, Biochimie, Université Badji Mokhtar- Annaba, p 1-85.
- Ben Temim S., Taamali W., Baccouri B., Abaza L., Daoud D., Zarrouk M. (2006).** Changes in olive oil quality of Chetoui variety according to origin of plantation.*Journal Of Food Lipids*,13, 88-99.
- Benyaich A. (2017).**Les effets du régime méditerranéen sur les maladies chroniques : Maladies cardiovasculaires, stress oxydatif, dyslipidémie, diabète sucré, pression artérielle, cancer, maladies neurodégénératives et obésité.1-37.
- Bianchi G. (2003).** Lipids and phenols in table olives.*European Journal. Lipid Science and Technology*, 105 :229–242.
- Boskou D. (2007).**Olive Oil. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 97, 180–210.
- Boskou D., Tsimidou M., Blekas G. (2006).**Polar Phenolic Compounds.*Food Chemistry and Technology*, pp. 73-92.
- Boucheffa S., Tamendjari A., Sanchez-Gimeno A. C., Rovellini P., Venturini S., di Rienzo V. (2019).**Diversity assessment of Algerian wild and cultivated olives (*Olea europaea* L.) by molecular, morphological, and chemical traits.*European Journal. Lipid Science and Technology*, 121, 1800302, 1–14.
- Boudi M., Chehat F., Cheriet F. (2013).** Compétitivité de la filière huile d'olive en Algérie : cas de la wilaya de Bejaïa. *Cahiers du CREAD (Les)*, 01/07/2013, n. 105-106, p. 89-112.

Références bibliographiques

Boudiche S., Bornaz S., Kachouri F. (2003). La compétitivité du secteur de l'huile d'olive en Tunisie : prix, qualité et avantage concurrentiel national. *New Medit*, 4 : 6-14.

Bouhadjra K. (2001). Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge. Thèse magister, Chimie, Université Mouloud Mammeri, Tizi- Ouzou, 64p.

Boukhari R., Kiciri S. Gaouar S.B.S. (2017). Les variétés d'olivier à diffusion très restreinte dans l'Est Algérien : Un potentiel génétique non exploité, une richesse en voie de disparition In Le Secteur Oléicole : Contraintes, Enjeux et Défis, p16.

« C »

Cayuela J.A., García J.F. (2018). Nondestructive measurement of squalene in olive oil by near infrared spectroscopy. *Food Science and Technology*, 88 : 13-108.

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

Cimato, A.1990. Effect of agronomic factors on virgin olive oil quality. *Olivae*, 31 : 20-31.

CODEX. (2017). Norme pour les huiles d'olive et les huiles de grignons d'olive. Codex Stan 33-1981, 2 p

Conseil Oléicole International (2019) .Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/ T.15/NC N° 3/Rév.14 Novembre 2019.

Conseil Oléicole International (1996). Analyse spectrophotométrique dans l'ultraviolet. COI /T20/Doc19 6 Juin 1996. Madrid. Espagne.

Corrado G., La Mura M., Ambrosino O., Pugliano G., Varricchio P., Rao R. (2009). Relationships of companion olive cultivars: comparative analysis of molecular and phenotypic data. *Genome*, 52: 692–700.

Criado M., Motilva M., Goni M., Romero M. (2007). Comparative study of the effect of the maturation process of the olive fruit on the chlorophyll and carotenoid fractions of drupes and virgin oils from Arbequina and Farga cultivars. *Food Chemistry*, 100: 748-755.

« D »

Delgado A.M. (2017). Olive Oil and Table Olives. *Chemistry of the Mediterranean Diet*, 33-57.

Del Rio C., Caballero J.M. (2008). Variability and classification of olive cultivars by fruit weight, flesh/stone ratio and oil percentage. *Acta Horticulturae*, 791: 39–44.

Références bibliographiques

Diaz TG, Merás ID, Casas JS, Franco MFA (2004). Characterization of virgin olive oils according to its triglycerides and sterols composition by chemometric methods. *Food Control*, 16 (4): 339-347.

Djenontin S.T., Dangou1 J., Wotto D.V., Sohounlhoue K.C.D., Lozano P., Pioch D. (2006). Composition en acides gras, sterols et tocophérols de l'huile végétale non conventionnelle extraite des graines de *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae) du Benin. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 22 : 59 – 67.

Douzane M., Nouani A., Dako E., Bellal M. (2012). Influence of the variety, the crop year and the growing on the fatty acid and tocopherols composition of some Algerian virgin olive oils. *African Journal of Agricultural Research*, 7(34): 4738-4749.

Douzane M., Tamendjari A., Abdi A. K., Daas M.S., Mehdid F., Bellal M. M. (2013) “Phenolic compounds in mono-cultivar extra virgin olive oils from Algeria.” *Grasas y Aceites*, 64 (3) : 285–294.

Dugo, L., Russo, M., Cacciola, F. et al. (2020). Determination of the Phenol and Tocopherol Content in Italian High-Quality Extra-Virgin Olive Oils by Using LC-MS and Multivariate Data Analysis. *Food Analysis Methods*, 13: 1027–1041.

« E »

Elbir M., AmhoudA., Houlali I., MubarakA., Hasib H., JouadA., Mbarki M. (2014). Caractérisation et classification des huiles d'olives monovariétales de deux régions au Maroc (Meknès-Tafilalet et Marrakech-Tensift-Al Haouz). *Journal of Materials and Environmental Science*, 5 (2) 565-570.

El Orche A., Bouatia M., Mbarki M. (2020). Rapid Analytical Method to Characterize the Freshness of Olive Oils Using Fluorescence Spectroscopy and Chemometric Algorithms. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 1-9.

« F »

Faghim J., Guasmi F., Ben Mohamed M., Ben Ali S., Triki T., Guesmi A., Zammouri T., Mostfa L., NagazK. (2017). Comparaison de la composition physicochimique d'huile d'olive chez la variété Chemlal sous l'effet d'irrigation. *Revue des Régions Arides*, 43 : 513-521.

Fanali C., Della Posta S., Vilmercati A., Dugo L., Russo M., Petitti T., Mondello L., De Gara L. (2018). Extraction, Analysis, and Antioxidant Activity Evaluation of Phenolic Compounds in Different Italian Extra-Virgin Olive Oils. *Molecules*, 23.

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

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

« G »

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

Gandul-Rojas B., Mínguez-Mosquera M. I. (2006) Olive processing. In: *Handbook of Fruits and Fruits Processing*; Hui, Y.H.; Barta, J.; Cano, M.P.; Gusek, T.; Sidhu, J.S.; Sinha, N.K.; Eds.; Blackwell Publishing: Ames, Iowa, 491–513.

Ghedira K. (2008). L'olivier. *Phytothérapie*, 6: 83–89.

Giacalone R., Giuliano S., Gulotta E., Monfreda M., Presti G. (2015). Origin assessment of EV olive oils by esterified sterols analysis. *Food Chemistry*, 188 : 279–285.

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

Guissois M., Le Dréau Y., Boukhroune H., Madani T., Artaud J. (2018). Chemometric Characterization of Eight Monovarietal Algerian Virgin Olive Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 95(3). DOI: [10.1002/aocs.12030](https://doi.org/10.1002/aocs.12030)

Gumus Z., Ertas H., Yasar E., Gumus O. (2018). Classification of olive oils using chromatography, principal component analysis and artificial neural network modelling. *Food Measurement Characterization*, 12:1325–1333.

« H »

Hadj Sadok T., Rebiha Kh., Terki Dj. (2018). Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive vierges de quelques variétés algériennes. *Revue Agrobiologia*, 8(1): 706-718.

Hadjou L., Lamani O., Cheriet F. (2013). Labellisation des huiles d'olive algériennes : Contraintes et opportunités du processus ? *New Medit, CIHEAM-IAMB, 2013*, 12 (2), pp.35-46.

Haggag F.L., Shahin M.F. M., Genaidy E. A. E., Fouad A. (2013). Changes in Fruit weight, dry matter, Moisture content and Oil percentage during fruit development stages of two olive cultivars. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 2 (1) : 21-27.

Henry S. (2003). L'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. Thèse Doctorat, Faculté de pharmacie, Université Henri Poincaré- Nancy1, p 29.

« I »

Iddir A. (2019). Etude comparative du comportement des huiles d'olive durant leur stockage. Influence du climat, l'altitude et la date de récolte. Thèse Doctorat, Agronomie, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, p 32-52.

Idoui T. (2013). Physical and chemical characteristics of a local Jijel's olive oils « Nature & Technology ». *Journal. B- Agronomic & Biological Sciences*, 13-16.

« K »

- Kalantzakis G., Blekas G., Pegklidou K., Boskou D. (2006).** Stability and radical-scavenging activity of heated olive oil and other vegetable oils. *European Journal of lipid Science and Technology*, 108: 329-335.
- Kammoun N., Zarrouk W. (2012).** Exploratory chemometric analysis for the characterization of Tunisian olive cultivars according to their lipid and sterolic profiles. *International Journal Food Science and Technology*, 47(7):1496–1504.
- Kataja-Tuomola M., Sundell J.R., Männistö S., Virtanen M.J., Kontto J., Albanes D., Virtamo J. (2008).** Effect of α -tocopherol and β -carotene supplementation on the incidence of type 2 diabetes. *Diabetologia*, 51: 47–53.
- Kharazi S.H., Kenari R.E., Amiri Z.R., Azizkhani M. (2012).** Characterization of Iranian Virgin Olive Oil from the Roodbar Region: A Study on Zard, Mari and Phishomi. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89: 1241–1247.
- Kiritsakis A., Markakis P. (1984).** Effect of Olive Collection Regime on Olive Oil Quality. *Journal Science Food Agriculture*, 35: 677-678.

Kosma I., Vavoura M., Kontakos S., Karabagias I., Kontominas M., Apostolos K., Badeka A. (2016). Characterization and Classification of Extra Virgin Olive Oil from Five Less Well-Known Greek Olive Cultivars. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 93(6) [7/s11746-016-2822-9](https://doi.org/10.1002/joc.4282)

« L »

- Labdaoui J. (2017).** Impact socio-économique et environnemental du modèle d'extraction des huiles d'olive à deux phases et possibilités de sa diffusion dans la région de Bouira (Algérie). Thèse Doctorat, Agronomie, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, p 7
- Lagardere L., Lechat H., Lacoste F. (2004).** Détermination de l'acidité et de l'indice de peroxyde dans les huiles d'olive vierges et dans les huiles raffinées par spectrométrie proche infrarouge à transformée de Fourier. *Oléagineux Corps Gras, Lipides*, 11(1) : 70-5.
- Laincer F., Laribi R., Tamendjari A., Arrar L., Rovellini P., Venturini S. (2014).** Olive oils from Algeria: Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities. *Grasas y Aceites*, 65 (1) : 1-10.
- Lamani O., Ilbert H. (2016).** Spécificités de l'oléiculture en montagne (région kabyle en Algérie) : Pratiques culturelles et enjeux de la politique oléicole publique. In : Ater M. (ed.), Essalou h L. (ed.), Ilbert H. (ed.), Moukh li A. (ed.), Khadari B. (ed.). *L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques*. Montpellier : CIHEAM, 2016. p. 149-159 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 118)
- Lamani O., Ilbert H., Khadari B. (2015).** Stratégies de différenciation par l'origine des huiles d'olive en Méditerranée. *Cahiers d'Agriculture*, 24: 145-50.

Références bibliographiques

Lavee S., Wodner M. (1991). Factors affecting the nature of oil accumulation in fruit of olive (*Olea europaea* L.) cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 66 (5) :583-591.

Levent İnanç A. (2001). Chlorophyll: Structural Properties, Health Benefits and Its Occurrence in Virgin Olive Oils. *Akademik Gıda*, 9(2): 26-32.

Linou A., Nikoloudakis N., Katsiotis A., Hagidimitriou M. (2014). Genetic structure of the Greek olive germoplasm revealed by RAPD ISSR and SSR markers. *Sci. Hortic*, 175 : 33–43.

« M »

Manai-Djebali H., Krichéne D., Ouni Y., Gallardo L., Sanchez J., Osorio E., Daoud D., Guido F., Zarrouk M. (2012). Chemical profiles of five minor olive oil varieties grown in central Tunisia. *Journal of Food Composition and Analysis*, 27: 109–119.

Merouane A., Noui A., Medjahed H., Nedjari Benhadj Ali K., Saadi A. (2014). Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(4) : 1865-1870.

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

Montedoro G., Servili M., Baldioli M., Miniati E. (1992). Simple and Hydrolyzable Phenolic Compounds in Virgin Olive Oil. 1. Their Extraction, Separation, and Quantitative and Semiquantitative Evaluation by HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 1571-1576.

Motard-Bélanger A., Charest A., Grenier G., Paquin P., Chouinard Y., Lemieux S., Couture P., Lamarche B. (2008). Study on the effects of trans fatty acids from ruminants on blood lipids and other risk factors for cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87 (3): 593-599.

Muzzalupo I., Vendramin G.G., Chiappetta A. (2014). Genetic Biodiversity of Italian Olives (*Olea europaea*) Germplasm Analyzed by SSR Markers. *The Scientific World Journal*, 12 pages.

« N »

Nakbi A., Issaoui M., Dabbou S., Koubaa N., Echbili A., Hammami M., Attia N. (2010). Evaluation of antioxidant activities of phenolic compounds from two extra virgin olive oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23: 711–715.

Navajas-Porras B., Pérez-Burillo S., Morales-Pérez J., Rufian-Henares J.A., Pastoriza S. (2020). Relationship of quality parameters, antioxidant capacity and total phenolic content of EVOO with ripening state and olive variety. *Food Chemistry*, 325: 126-926.

Références bibliographiques

Nieves Criado M., Paz Romero M., Casanovas M., Motilva M.J. (2008). Pigment profile and color of monovarietal virgin olive oils from Arbequina cultivar obtained during two consecutive crop seasons. *Food Chemistry*, 110: 873–880.

« O »

Ocakoglu D., Tokatli F., Ozen B., Korel F. (2008). Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years. *Food Chemistry*, 113 :401-410.

Observatoire National de l'Agriculture (ONAGRI) (2020). Le marché de l'huile d'olive au niveau national et mondial et mécanismes de régulation. P 1.

« P »

Pereira J.E. (2018). International olive growing, Worldwide Analysis and Summary © 2018 The Edition: Fundación Caja Rural de Jaén.

Psomiadou E., Tsimidou M., Boskou D. (2000). Alpha-tocopherol content of Greek virgin olive oil. *Food Chemistry*, 48: 1770-1775.

« R »

Ramadan M.F., Moersel J.T. (2006). Screening of the antiradical action of vegetable oils. *Journal of Food Composition and Analyses*, 19: 838-82.

Ramos-Escudero F., Morales M. T., Asuero A. (2015). Characterization of bioactive compounds from monovarietal virgin olive oils: relationship between phenolic compounds-antioxidant capacities. *Int. J. Food Prop*, 18: 348–358.

Roca M., Minguéz-Mosquera M. I. (2001). Change in the natural ratio between chlorophylls and carotenoids in olive fruit during processing for virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 78, 133–138.

Rodriguez G., Lama A., Rodriguez R., Jiménez A., Guillen R., Fernandez-Bolanos J. (2008). Olive stone an attractive source of bioactive and valuable compounds. *Bioresource Technology*, 99 : 5261–5269.

« S »

Sahli Z. (2009). Produits de terroir et développement local en Algérie Cas des zones rurales de montagnes et de piémonts. *Options méditerranéennes*, 89: 305-338.

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

Sekour B. (2012). Phytoprotection de l'huile d'olive vierge (H.O.V) par ajout des plantes végétales (Thym, ail, romarin). Thèse Magister, Technologie Alimentaire, Université M'Hamed BOUGARA de Boumerdès, 1p.

Références bibliographiques

Selaimia R. (2019). Etude de l'huile d'olive d'Algérie. Thèse Doctorat, Génie des procédés, Université 8 Mai 1945- Guelma, p 11- 26.

Soufi O., Romero C., Hadid M., Hamoumraoui K ., Louaileche H. (2018). Characterization of Phenolic Profile and Antioxidant Potential of Some Algerian Olive Oils Cultivars. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 5: 49-53.

« T »

Tanılğana K ., Özcan M . M., Ünver 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., Chaieb E., Benali A., Harkous M., Elamrani A. (2011). Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. *Les technologies de laboratoire*, 06 (22) : 1-12.

« V »

Veillet S. (2010). Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation. Thèse Doctorat, Chimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 1p.

« Y »

Yang D.P., Kong D.X., Zhang H. Y. (2007). Multiple pharmacological effects of olive oil phenols. *Food Chemistry*, 104 :1269–1271.

Yorulmaz A., Yavuz H., Tekin A. (2014) Characterization of Turkish olive oils by triacylglycerol structures and sterol profiles. *Journal American Oil Chemist's and Society*, 91:2077–2090.

Yorulmaz H.O., Konuskan D.B. (2017). Antioxidant activity, sterol and fatty acid compositions of Turkish olive oils as an indicator of variety and ripening degree. *Journal of Food Science and Technology*, 54 (12) :4067–4077.

« Z »

Zebin G., Xiangze J., Zhichang Z., Xu Lu. Yafeng Z., Baodong Z., Jianbo X. (2018). Chemical composition and nutritional function of olive (*Olea europaea L.*): a review. *Phytochemistry Review*, 17: 1091–1110.

<https://www.statista.com/statistics/192606/world-olive-oil-production-in-selected-countries-worldwide/#statisticContainer> Apr 2, 2020

Annexes

Annexe 1

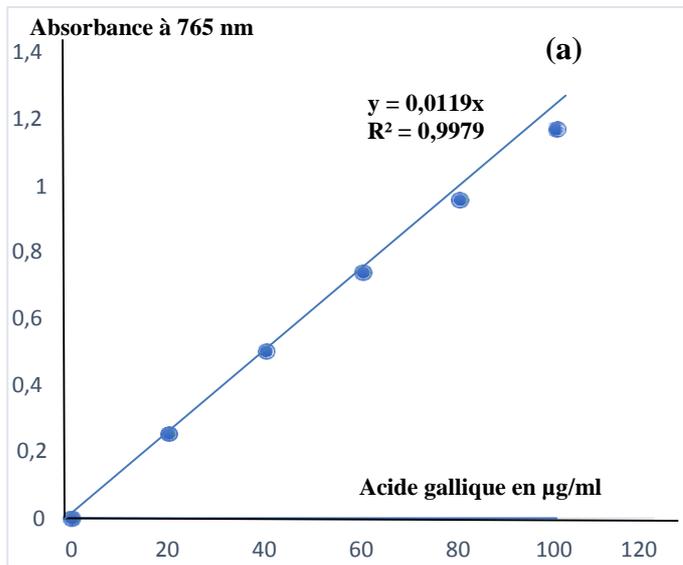


Figure 1 : Courbes d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques

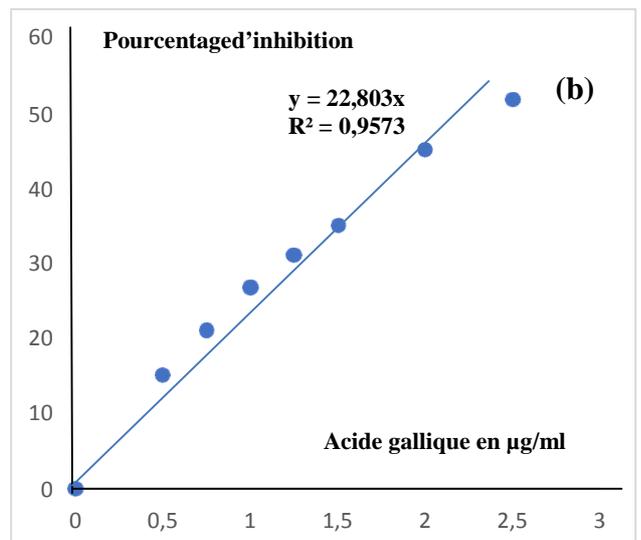
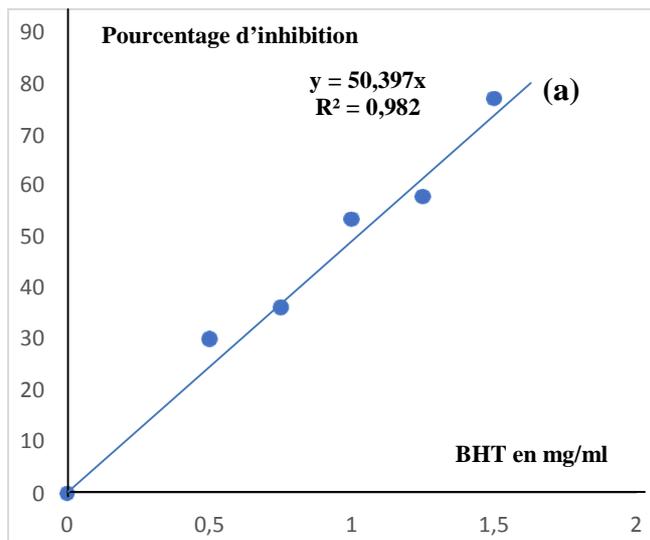


Figure 2 : Courbes d'équivalence pour l'activité de l'huile (a), et des extraits méthanoliques (b), contre le radical DPPH.

Annexes

Annexe 2

Tableau I : Matrice de corrélation entre les variables

	IM	PF	AC	IP	K270	K232	CHL	CAR	IH	IEP	CP
IM	1,00										
PF	,08	1,00									
AC	-,12	,31	1,00								
IP	-,01	-,23	,07	1,00							
K270	-,00	-,02	,07	-,08	1,00						
K232	-,11	-,20	,45	,13	,29	1,00					
CHL	-,61	-,38	-,01	,39	,27	-,02	1,00				
CAR	-,47	-,56	-,18	,48	,13	-,07	,87	1,00			
IH	-,09	-,53	-,14	-,07	-,27	,02	,11	,09	1,00		
IE	-,03	-,35	-,16	,12	-,54	,16	-,17	-,13	,43	1,00	
CP	-,23	-,55	-,04	,04	-,15	,03	,45	,40	,80	,27	1.0

Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$

IM : Indice de maturité ; PF : Poids des fruits ; AC : acidité ; IP : indice de peroxyde ; CHL : Chlorophylle ; CAR : Caroténoïdes ; IH : Pourcentage d'inhibition du DPPH par l'huile ; IEM : pourcentage d' Inhibition DPPH par l'extrait méthanolique ; CP : composés Phénoliques totaux

Résumé

L'huile d'olive est un produit méditerranéen par excellence, d'un point de vue nutritionnel et thérapeutique, elle est connue pour sa composition en acides gras essentiels et pour ses composés minoritaires. Le présent travail a pour objectif la caractérisation physico-chimique et l'évaluation de l'activité antioxydante de vingt variétés d'huile d'olive algérienne cultivées à l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la vigne (I.T.A.F.V.) situé à Takerietz, commune de Souk-Oufella, Wilaya de Bejaia. D'après nos résultats, les indices de qualité (Acidité, indice de peroxyde, coefficient d'extinction spécifique aux UV) sont conformes aux normes recommandées par le COI (2019), ce qui permet de classer nos huiles dans la catégorie des huiles vierges extra. En ce qui concerne les pigments, la plupart des variétés ont des teneurs élevées en caroténoïdes, tandis que les teneurs en chlorophylle sont faibles pour certaines variétés. Ces huiles d'olive présentent des teneurs élevées en composés phénoliques, et ces derniers sont en corrélation avec l'activité antioxydante de l'huile. Ces résultats permettent de conclure que ces huiles sont de bonne qualité et qu'elles sont récoltées et extraites dans des bonnes conditions.

Mots clés : Huile d'olive, Caractérisation, Composés phénoliques, Activité antioxydante .

Abstract

Olive oil is a Mediterranean product, from a nutritional and therapeutic point of view, it is known for its composition in essential fatty acids and for its minority compounds. The objective of this work is to study the physico-chemical characteristics and evaluation of the antioxidant activity of twenty varieties of Algerian olive oil grown at the Technical Institute of Fruit Tree and Vine Growing (I.T.A.F.V.) located in Takerietz, commune of Souk-Oufella, Wilaya of Bejaia. The quality indices (Acidity, peroxide index, specific extinction coefficient for UV) are in accordance with the standards recommended by the COI (2019), which allows us to classify our oils in the category of extra virgin oils. As far as pigments are concerned, the most varieties have high carotenoid contents, while chlorophyll contents are low for some varieties. These olive oils have high levels of phenolic compounds that were correlated with the antioxidant activity of the oil. These results lead to the conclusion that these oils are of good quality and that they are harvested and extracted under good conditions.

Keywords: Olive oil, Characterization, Phenolic compounds, Antioxidant activity.