

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 Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Etude de quelques propriétés biologiques des huiles
d'olive**

Présenté par :

Hamidouche Sihem & Hammam Sabrina

Soutenu le : **21 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

M. Tamendjari. A

Mme. Soufi. O

Mme. Tafinine. Z

Professeur

MCB

MAA

Président

Promotrice

Examinatrice

Année universitaire : 2017 / 2018

Remerciements

Nous remercions le bon Dieu de nous avoir donné le courage d'aller au bout de nos objectifs.

Au terme de ce travail nous tenons à exprimer nos remerciements et nos sincères gratitudees à notre promotrice Mme SOUFI .O qui a dirigé ce travail et nous a fait bénéficier de son expérience et de ses conseils.

Nos remerciements vont également :

A monsieur TAMENDJARI. A pour l'honneur qu'il nous fait de présider notre jury et à Mme TAFININE .Z d'avoir accepté d'examiner notre travail. Nous n'oublions pas de remercier tout le personnel de l'I.T.A.F.V de Takerietz pour leurs aides précieuses lors de l'extraction de l'huile.

En fin nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*Mes précieux parents pour leur soutien et leur sacrifice tout au long de
mes études.*

Mes chères sœurs : Fairouz et Ghenima et son époux Md Said.

Mon frère Ahcen et sa femme Soraya.

Mon adorable neveu Amayas.

Mes tentes: Adila et surtout Hedjila

Tout le reste de la famille : oncles, cousines, cousins et leurs familles.

Tous mes amis (es).

Mes copines de chambre B 406.

Sabrina et sa famille.

Et à toutes la promotion QPSA 2018

Sihem

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Mes précieux parents pour leur soutien et leur sacrifice

Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

Mes frères M'hand et yahia

Mes sœurs nawel, wahiba et leur époux

Ma petite sœur Thinhinane

Mes adorable neveux Fahar et Amine, ma nièce Sarah

Que j'aime profondément

Mes tantes, mes oncles, mes cousins, mes cousines ainsi que

Toutes leurs familles.

Ma collègue Sihem et sa famille

A tous mes ami(e)s, camarades et enseignants

SABRINA

Liste des abréviations

COI : Conseil Oléicole International.

ITAFV : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.

IM : Indice de maturité.

H : Humidité.

A : Acidité.

Ip: Indice de peroxyde.

U.I.C.P.A : Union international de chimie pure appliquée.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

pH : Potentiel d'hydrogène.

H₂O₂ : peroxyde d'hydrogène.

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Représentation schématique de l'olive	2
2	principaux composés phénoliques des huiles d'olive vierge	6
3	Structure chimiques des tocophérols	7
4	Structure de la chlorophylle	8
5	Structure de β -carotène	8
6	Formation de quinone	9
7	Teneurs en pigments des variétés analysées	24-25
8	Teneur en polyphénols totaux des variétés d'huiles étudiées	26
9	Teneur en <i>ortho</i> -diphénols des variétés d'huiles étudiées	26
10	Teneur en flavonoïdes des variétés d'huiles étudiées	27
11	Teneurs en flavonols des variétés d'huiles étudiés	28
12	Pouvoir réducteur des variétés d'huiles étudiées	28
13	Activité anti-radicalaire des extraits d'huiles étudiées	29
14	Activité inhibitrice de peroxyde d'hydrogène	30
15	Taux d'inhibition du blanchissement du β -carotène par les extraits d'huile d'olive	30

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Composition en triglycérides de l'huile d'olive	5
II	Caractéristiques morphologiques des variétés étudiées	12
III	Les souches bactériennes testées	21
IV	Résultats des analyses physico-chimiques des variétés d'olives et d'huiles	22
V	Les coefficients de corrélation entre l'activité anti-oxydante et les composés phénoliques	32
VI	Résultats de l'activité antimicrobienne des variétés d'huiles d'olives	33

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : L'olive

I.. Définition de l'olive2

II. Morphologie de l'olive.....2

III. Dénomination des variétés d'olives algériennes.....3

IV. Technologie d'élaboration de l'huile d'olive.....3

Chapitre II : l'huile d'olive

I. Définition de l'huile d'olive.....5

II. La production mondiale d'huile d'olive.....5

III. Composition chimique de l'huile d'olive.....5

IV. Différentes qualités de l'huile d'olive8

V. Propriétés biologiques de l'huile d'olive.....9

VI. Les facteurs influencent la qualité de l'huile d'olive.....10

VII. L'aspect nutritionnel et thérapeutique de l'huile d'olive..... 10

Partie pratique

Chapitre I : matériels et méthodes

I. Echantillonnage.....12

II. Analyses effectués sur les olives.....13

II.1. Poids moyens des olives13

II.2. Indice de maturité du fruit.....13

III. Analyses effectués sur l'huile d'olive.....14

III.1. Taux d'humidité de l'huile.....14

III.2. Acidité de l'huile.....	14
III.3. Indice de peroxyde.....	15
III.4. Indice d'amertume	16
III.5. Analyse des absorbances dans l'UV.....	16
III.6. Dosage des pigments.....	17
III.7. composés phénoliques.....	17
III.7.1. Préparation des extraits.....	17
III.7.2. Dosage des composés phénoliques totaux.....	17
III.7.3. Dosage des flavonoïdes.....	18
III.7.4. Dosage des flavonols.....	18
III.7.5. Dosage des <i>ortho</i> -diphénols.....	18
III.8. Activité anti-oxydante.....	18
III.8.1. Pouvoir réducteur.....	18
III.8.2. Activité anti radicalaire.....	19
III.8.3. Détermination de l'activité inhibitrice de peroxyde d'hydrogène.....	19
III.8.4. Test de blanchissement du β -carotène	20
IV. Activité antimicrobienne.....	20
IV.1. Les souches bactériennes.....	21
IV.2. Préparation du milieu de culture	21
IV.3. préparation de l'inoculum.....	21
IV.4. Diffusion en puits	21
V. Etude statistique.....	22

Chapitre II : Résultats et discussion

I. Analyses physico-chimiques.....	23
I.1. Analyses physico-chimiques effectuées sur les olives.....	24
I.2. Analyses physico-chimiques effectuées sur les huiles d'olives.....	24
II. Pigments (caroténoïdes et chlorophylles)	25
III. Composés phénoliques.....	26
III.1. Composés phénoliques totaux.....	26
III.2. <i>Ortho</i> -diphénols.....	26
III.3. Flavonoïdes.....	27
III.4. Flavonols.....	28
IV. Activité anti-oxydante.....	29

IV.1. Pouvoir réducteur.....	29
IV.2. Activité anti-radicalaire.....	29
IV.3. Activité inhibitrice du peroxyde d'hydrogène.....	30
IV.4. Test de blanchissement du β -carotène.....	31
V. Etude de la corrélation entre les composés phénoliques et l'activité anti- oxydante.....	31
VI. Activité antimicrobienne.....	33
Conclusion.....	35

Références bibliographiques

Annexe

L'huile d'olive représente l'un des principaux aliments du régime méditerranéen, c'est l'huile végétale la plus ancienne, elle peut être consommée sous sa forme brute sans traitement préalable.

L'effet bénéfique de l'huile d'olive sur la santé humaine est attribué, entre autres, à sa teneur en composés phénoliques. Ces derniers ne cessent de prendre une importance croissante à cause de leurs vertus. Leur pouvoir antioxydant naturel suscite de plus en plus d'intérêt dans la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires et cardiovasculaires. Ils sont également utilisés comme additifs dans l'industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique (Aouidi *et al.*, 1990 ; Gimeno *et al.*, 2002)

En effet, l'huile d'olive est très appréciée pour sa saveur caractéristique, ses propriétés biologiques et nutritionnelles. Ces caractéristiques sont fortement liées à la qualité qui est, elle-même, influencée par plusieurs facteurs tels que la maturité des olives, la variété, les techniques culturales et le mode d'extraction (Gimeno *et al.*, 2002 ; Chimi et Ouaoouich., 2007).

L'objectif du présent travail est l'étude comparative de quelques propriétés biologiques de quatre variétés d'huiles d'olives (Chemlal, Azeradj, Aberkane et Azebouj) de la région d'Akbou, Pour cela, le travail est subdivisé en trois parties:

- La première partie est réservée à la synthèse bibliographique, cette dernière inclut des généralités sur l'huile d'olive et sa composition chimique.
- La deuxième partie expérimentale présente le matériel et les méthodes utilisées pour la détermination des caractéristiques physico-chimiques, des teneurs en composés phénoliques (composés phénoliques totaux, flavonoïdes, flavonols, ortho-diphénols) et en pigments (caroténoïdes et chlorophylles), et estimer ainsi les activités anti-oxydantes et antimicrobiennes des extraits d'huiles d'olives analysées.
- La troisième partie est consacrée aux résultats obtenus ainsi que leurs interprétations.

Chapitre I : L'olive

I. Définition de l'olive

L'olive est un fruit, de forme ovoïde, son poids varie de 2 à 12 gramme et peut atteindre 20 gramme selon la variété. Sa couleur varie du vert au noir en fonction du degré de maturité (COI, 2001).

II. Structure de l'olive

Sur le plan botanique, l'olive est un fruit composé de trois parties : l'épicarpe (cuticule), mésocarpe (pulpe) et l'endocarpe (noyau) (figure1). Ce dernier contient la graine, qui est composée de tégument, d'albumen et d'embryon (Bianchi, 2003).

II.1. Epicarpe

C'est la peau ou la couche externe de l'olive, sa couleur varie selon le degré de maturation du vert au début de maturation jusqu'au noir foncé en pleine maturité.

II.2. Mésocarpe

Représente la partie comestible de l'olive et renferme divers constituants (eau, lipides, protéines, sucre, minéraux).

II.3. Endocarpe

Chaque variété d'olive est caractérisée par la taille du noyau, son poids, sa forme et son degré de détachement de la pulpe (Bianchi, 2003).

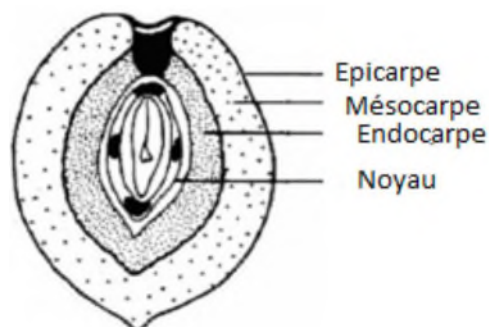


Figure 1 : Représentation schématique de l'olive (Bandino et Dettori, 2001).

III. Dénomination de quelques variétés d'olives Algériennes

III.1. Chemlal de la Kabylie : c'est l'une des plus estimées pour la fabrication de l'huile, le fruit présente un poids moyen de 2,5g.

III.2. Azeradj : cette variété d'olive est estimée pour la conservation en vert, mais moins recommandable pour l'huilerie, le fruit a un poids moyen de 5g.

III.3. Aberkane : c'est une variété d'olive destinée à la conserverie, mais peut également procurer des résultats satisfaisants en huilerie.

III.4. Limli : cette variété est caractérisée par un fruit de 2g pour la fabrication de l'huile.

IV. Extraction de l'huile d'olive

Avant l'extraction de l'huile d'olive, il faut obtenir ce que l'on appelle la pâte pour avoir à la fin une séparation à trois phases: solide, aqueuse et huileuse. Les principales étapes sont :

a. Effeillage et lavage

Ces deux opérations sont réalisées par un appareillage comportant un système d'aspiration pour l'élimination des feuilles et un bassin d'eau pour le lavage des olives (Michelakis, 1992).

b. Broyage et malaxage

Les olives sont broyées à l'aide d'un broyeur métallique ; au cours de cette opération les fruits d'olives sont transformés en pâte. Pour faciliter l'extraction de l'huile, le broyage doit être complété par un malaxage qui sert à accroître le pourcentage d'huile libre, tout en favorisant la réunion des gouttelettes d'huile en gouttes plus grosses (Benyahia et Zein, 2003).

c. Extraction

L'huile d'olive vierge est extraite au moyen des systèmes de pression, de centrifugation et de percolation en utilisant l'appareil conduit par des forces physiques qui permet la séparation des différentes phases.

- **Centrifugation :** elle se fait dans un décanteur, une centrifugation horizontale, où les différents composants de la pâte se séparent selon leur densité, trois phases sont obtenues :
 - Le grignon qui va dans la partie la plus éloignée de l'axe de tour.

- Les margines, ou eau de végétation qui se trouvent sur l'anneau intermédiaire.
- L'huile qui reste autour de l'axe (Benyahia *et* Zein, 2003).

- **Pression :** la pression est le procédé le plus ancien et le plus employé dans l'extraction de l'huile d'olive vierge. Il consiste à un serrage de la pâte d'olive dans des bonnes conditions et libération d'une phase huileuse qui se sépare de la phase pleine (pulpe) à l'aide de l'effet de drainage des nattes et des fragments de pierre (Di-Giovacchino, 1994).

- **Percolation:** le système de percolation est basé sur le principe de faire plonger un plat en acier dans la pâte d'olive, quand il est retiré, il sera enduit de l'huile, en raison de la tension superficielle différente des phases liquides dans la pâte (Di-Giovacchino, 1994).

Chapitre II : L'huile d'olive

I. Définition de l'huile d'olive

L'huile d'olive est l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L), à l'exclusion des huiles obtenues par solvants ou par des procédés de ré estérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (COI, 2003).

II. La production mondiale d'huile d'olive

La production d'huile d'olive se concentre principalement dans les pays du pourtour méditerranéens Espagne, Italie, Grèce, Turquie, Syrie, Tunisie et Maroc (COI, 2001).

Le conseil oléicole International (COI 2017/2018) estime que la production mondiale de l'huile d'olive atteindrait 2900 000 tonnes, notant une augmentation de la production d'huile d'olive par rapport à la dernière campagne.

III. Composition chimique de l'huile d'olive

Les composants de l'huile d'olive sont souvent classés en deux catégories : la fraction saponifiable et la fraction insaponifiable (Berra, 1998).

III.1 La fraction saponifiable

Elle représente environ 99% de l'huile, constituée des acides gras et de leurs dérivés (acylglycérols, phosphatides) (Ryan *et al.*, 1998; Ruiz *et al.*, 1999).

a. Les glycérides

Ce sont des esters d'acides gras et du glycérol. L'huile d'olive est constituée pour près de 98 à 99% de triglycérides, de 1 à 2% de diglycérides et de 0,1 à 0,25% de monoglycérides (Cimato, 1990; Ryan *et al.*, 1998).

Tableau I: Composition des principaux triglycérides de l'huile d'olive (Ollivier *et al.*, 2003).

Nature	triglycérides (%)
Trioléine OOO	27,32-58,76
Palmitodioléine POO	14,69-27,65
Linoléodioléine LOO	7,48-23,27
Trilinoléine LLL	0,01-0,90

b. Les acides gras

L'huile d'olive est caractérisée par la prédominance d'un acide gras monoinsaturé, l'acide oléique qui représente 55 à 83% des acides gras totaux (Jacotot, 1997).

Les variations dans la composition en acides gras de l'huile d'olive dépendent essentiellement des variétés mais également du climat, de l'altitude et du degré de maturation des olives au moment de la récolte (Ryan et Kevin, 1998).

III.2 Fraction insaponifiable

La fraction insaponifiable est un critère déterminant la qualité : elle représente 0,5 à 1,5 % de l'huile d'olive vierge (Ryan *et al.*, 1998).

III.2.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont responsables de la bonne stabilité des huiles d'olive vis-à-vis de l'oxydation. En moyenne, la concentration totale des composés phénoliques varie entre 200 à 1000 mg/Kg d'huile (Tuck et Hayball, 2002).

Le tyrosol et l'hydroxytyrosol et leurs dérivés sont les composés les plus abondants (figure 2) (Yang *et al.*, 2007; Pinelli *et al.*, 2003).

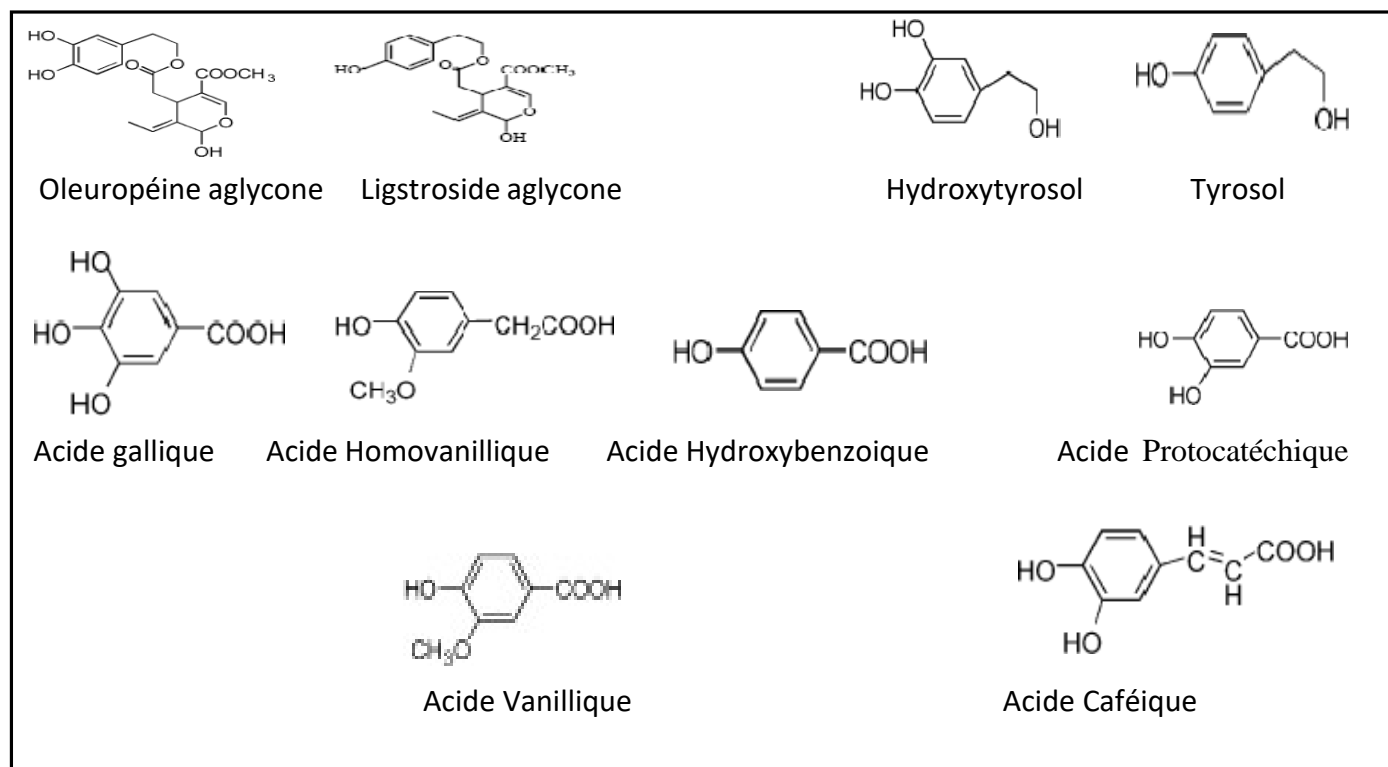


Figure 2 : Principaux composés phénoliques des huiles d'olive vierge (Servili *et al.*, 2004).

III.2.2. Les tocophérols

Il existe quatre types de tocophérols dans l'huile d'olive vierge : α , β , δ et γ , l' α -tocophérol est un tocophérol prédominant dans l'huile d'olive sa concentration varié entre 7 à 15mg/100g (Leger, 1999).

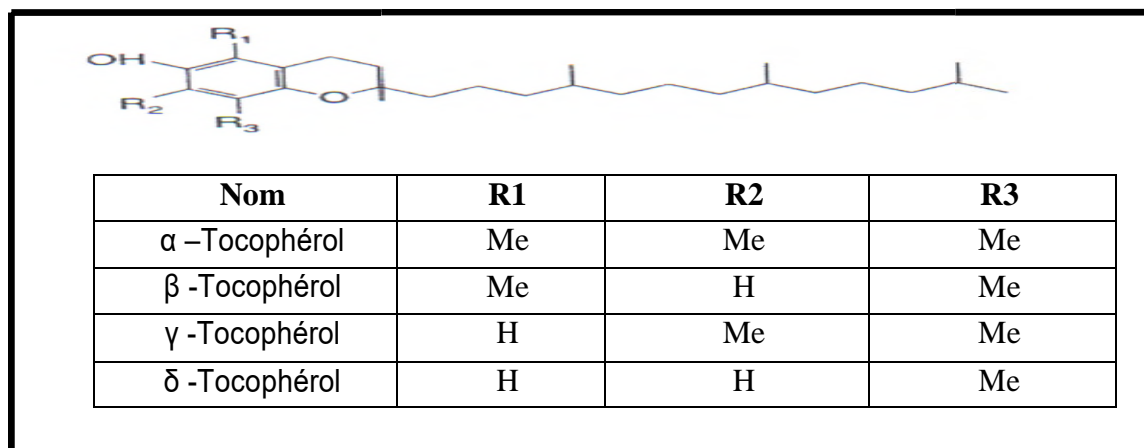


Figure 3 : Structure chimique des tocophérols (Lee *et al.*, 2004).

III.2.3. Composés aromatiques

L'huile d'olive est caractérisée par un arôme assez particulier en raison de la présence d'un grand nombre de molécule qui représentent globalement 250 à 300 ppm (Fedeli, 1997).

Ces composés sont majoritairement des produits de l'oxydation des acides gras insaturés. Généralement, les enzymes endogènes présentent dans l'olive, dégradent les acides gras par de voie de lipoxygénases et ces produits vont être associés aux perceptions positives des arômes de l'huile d'olive (Venkateshwarlu *et al.*, 2004).

III.2.4. Les pigments

L'huile d'olive contient deux types de pigments : les chlorophylles et les caroténoïdes. La présence des chlorophylles dans l'huile d'olive fraîche oscille entre 1 et 20ppm, dont 40 à 80% sont des phéophytines (Ryan *et al.*, 1998).Cependant, la concentration des caroténoïdes dans l'huile d'olive est de 0,5 à 1 mg/100g, dont 30 à 60% sont de lutéine, 5 à 15% sont de β -carotène, et diverses xanthine (Karleskind, 1992).

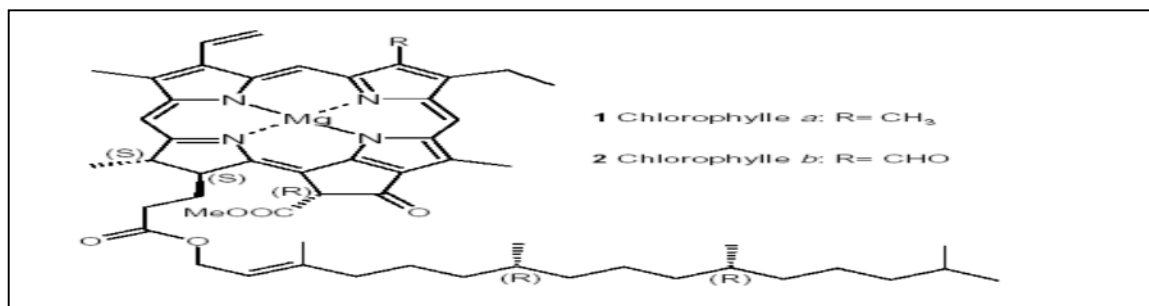


Figure 4 : structure de la chlorophylle (Folly, 2000)

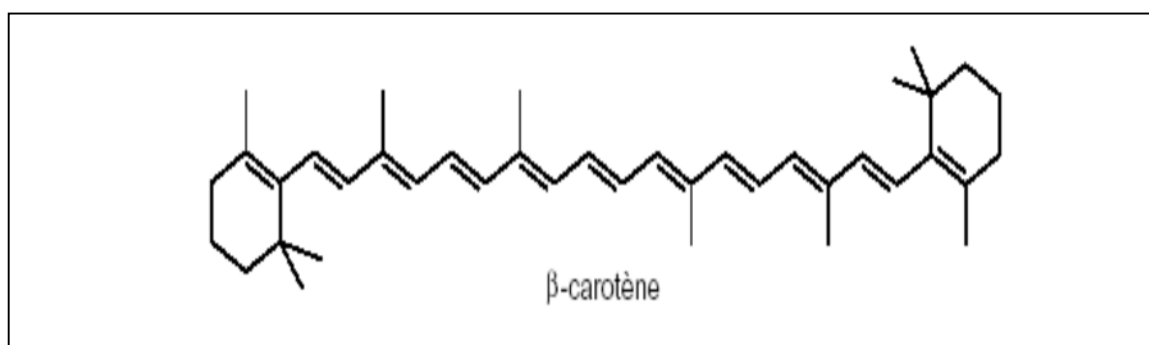


Figure 5 : Structure de β -carotène (Folly, 2000).

IV. Différentes catégories de l'huile d'olive

IV.1. Huile d'olive vierge

L'huile d'olive vierge est l'huile obtenue du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, particulièrement thermiques, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration (Benyahia et Zein, 2003). Selon COI, (2015) (annexe 3) différents classes sont distingués :

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

IV.2. Huile d'olive raffinée

C'est une huile obtenue à partir du raffinage des huiles d'olives vierges qui n'entraîne aucune altération de la structure glycéridique initiale, son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,3g/100g.

V. Propriétés biologiques de l'huile d'olive

V.1. Activité anti-oxydante

L'huile d'olive est une source importante d'antioxydants naturels, à savoir les tocophérols, les composés phénoliques, les caroténoïdes et autres. Ces antioxydants qui agissent par différents mécanismes contribuent différemment à la stabilité de l'huile (Bendini *et al.*, 2007).

Leurs propriétés anti-oxydantes sont dues à leur capacité à former une liaison hydrogène intramoléculaire entre l'hydrogène libre du groupement hydroxy et l'hydroxyle du radical phénoxy pour conduire à la formation d'une quinone (Figure 6).

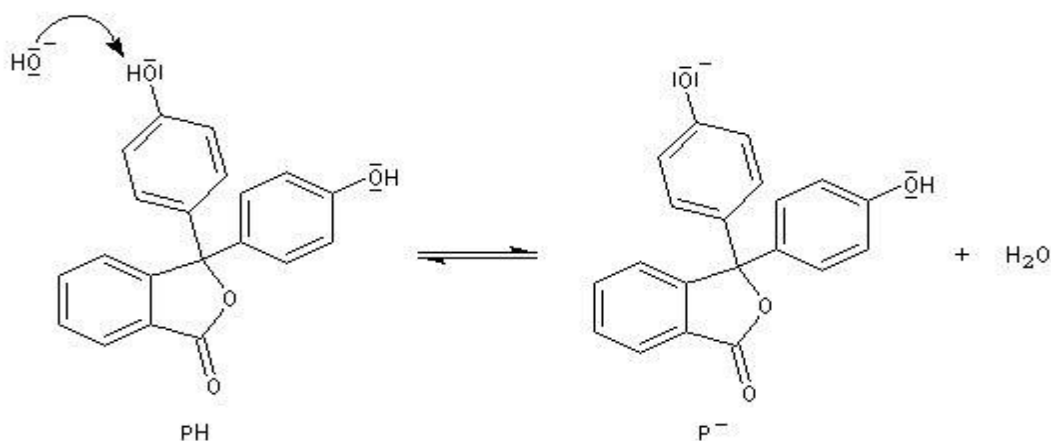


Figure 6 : Formation de quinone.

V.2. Activité antimicrobienne

Plusieurs études *in vitro* et *in vivo* ont été focalisées sur l'évaluation des propriétés antimicrobienne des polyphénols. A l'heure actuelle, cet effet est certain et démontré par de nombreuses recherches expérimentales. Les études de pouvoir inhibiteur des flavonoïdes sur la croissance bactérienne ont démontré que de nombreux composés flavoniques sont doués d'un effet important sur différentes souches bactériennes à Gram négatif (*Escherichia coli*) et Gram positif (*Staphylococcus aureus*) (Ulanowska *et al.*, 2007).

VI. Facteurs influençant la qualité de l'huile d'olive

VI.1. Facteurs agronomiques

a. Facteurs climatiques

Le climat a une influence importante sur la maturité des olives et donc sur la composition chimique de l'huile d'olive extraite. En outre, la lumière et la température affectent la concentration en acides gras de l'huile d'olive (Allalout *et al.*, 2011).

b. Facteurs géographiques

Les olives cultivées dans différentes zones géographiques présentent des caractéristiques différentes. Ainsi, la qualité de l'huile d'olive est affectée par l'altitude, notamment, sa composition en acides gras (acide oléique). De même, elle présente un effet sur l'acidité, l'indice de peroxyde et la teneur en polyphénols (Mousa *et al.*, 1996).

c. Facteurs pédologiques

L'influence du sol sur la qualité de l'huile d'olive est un phénomène complexe : la nature, le pH ainsi que la composition chimique du sol peuvent influencer la qualité de l'huile issue (Ranalli *et al.*, 1997).

VI.2. Facteurs propres au fruit

Il est bien démontré, dans plusieurs études, que le type de cultivar ainsi que le degré de maturité des olives, au moment de la récolte, influent sur la qualité de l'huile d'olive obtenue (Matos *et al.*, 2007).

VI.3. Influence de la technologie d'extraction

Les phases successives de récolte, de transport, de conservation et de transformation des olives ont des effets inévitables sur la qualité et les propriétés de l'huile d'olive extraite. De ce fait, les conditions de stockage de l'huile avant sa distribution, requiert l'emploi de techniques et de matériaux appropriés, et des précautions nécessaires afin d'empêcher l'apparition de défauts éventuels (Uceda *et al.*, 2010).

VII. Aspect nutritionnel et thérapeutique de l'huile d'olive





De nombreuses recherches récentes ont confirmé les bienfaits de l'huile d'olive pour la santé. Sa consommation a un indiscutable intérêt dans la médecine préventive; ainsi les maladies cardiovasculaires, digestives, hépatobiliaires, l'athérosclérose, et l'ostéoporose,

peuvent être prévenues ou diminuées par la consommation de quantités suffisantes de graisses mono insaturées de l'huile d'olive. Ces bienfaits de l'huile d'olive sont corrélés, d'une part, à sa composition en acides gras avec prédominance d'un acide gras mono insaturé (notamment l'acide oléique), et d'autres part, à sa relative richesse en composés mineurs, notamment en antioxydants, il s'agit, essentiellement, d'alpha tocophérol, de bêta-carotène et de composés phénoliques (en particulier l'hydroxytyrosol) (Gimeno *et al.*, 2002; Mansouri *et al.*, 2014).

I. Echantillonnage

Les olives utilisées dans la présente étude proviennent d'arbres adultes de quatre variétés d'olives: Azeradj et Aberkane, Azebouj et Chemlal récoltées à la main le 19 janvier 2018 dans la région d'Akbou, deux échantillons différents de chaque variété (2kg) sont prélevés et ont fait l'objet de la présente étude.

Tableau II : Caractéristiques morphologiques des variétés étudiées (source: l'ITAFV).

Variété	Caractéristiques morphologiques	Photographie de l'olive
Azebouj	Fruit avec poids très faible de forme ovoïde	
Azeradj	Fruit avec poids élevé de forme elliptique, légèrement asymétrique, sommet pointu, base arrondie.	
Aberkane	Fruit avec poids élevé de forme allongée, sommet arrondi, base arrondie.	
Chemlal	Fruit avec poids faible de forme allongé, asymétrique, sommet pointu et une base arrondie.	

L'extraction de l'huile est réalisée au niveau de l'institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne (ITAFV) de Bejaïa au moyen d'un oléodoseur, qui simule les conditions d'extraction industrielle; les olives ont été triturées dans un broyeur à marteaux, la pâte obtenue a subi un malaxage pendant 30minutes, puis centrifugée pour extraire l'huile. Les huiles obtenues sont récupérées dans des flacons ombrés étiquetés et conservés au réfrigérateur jusqu'au moment de l'analyse.

II. Analyses effectués sur les olives

II.1. Poids moyen des olives

Le poids moyen des olives permet d'évaluer la grosseur du fruit. Un échantillon de cent fruits est prélevé au hasard puis pesé par une balance analytique (El Antari *et al.*, 2003).

II.2. Indice de maturité du fruit

L'indice de maturité est un paramètre qui peut nous renseigner, d'une façon globale, sur la maturité des fruits (Ajana *et al.*, 1999). Sa détermination est basée sur l'appréciation de la coloration d'un lot de 100 fruits d'olives prélevé au hasard, sur ces fruits, la couleur est déterminée d'une façon visuelle, selon une échelle de coloration variante du vert intense jusqu'à une coloration noire sur toutes les parties des fruits. Cet indice varie de 0 à 7.

L'indice de maturité (IM) est déterminé selon la formule suivante :

$$\text{IM} = [(0 \cdot n_0) + (1 \cdot n_1) + (2 \cdot n_2) + (3 \cdot n_3) + (4 \cdot n_4) + (5 \cdot n_5) + (6 \cdot n_6) + (7 \cdot n_7)] / 100$$

Où : n est le nombre de fruits et les chiffres de 0 à 7 représentent:

0: épiderme vert intense;

1: épiderme vert jaunissant;

2: épiderme vert avec taches rougeâtres;

3: épiderme rougeâtre à violet;

4: épiderme noir à pulpe blanche;

5: épiderme noir et pulpe violette sur moins de la moitié de la pulpe;

6: épiderme noir et pulpe violette sur plus de la moitié de la pulpe

7: épiderme noir et pulpe entièrement violette.

III. Analyses effectuées sur les huiles

III.1. Taux d'humidité des huiles

Le taux d'humidité ou teneur en eau est la perte de masse que subit l'échantillon, après séchage à une température voisine de 105°C, dans une étuve isotherme et à une pression atmosphérique, jusqu'à stabilisation du poids (Agar *et al.*, 1998). Ce taux est exprimé en pourcentage massique selon la formule ci-après :

$$H (\%) = (P_0 - P_1 / P_0) * 100$$

Où :

H (%) : l'humidité est exprimée en pourcentage de masse.

P₀ : le poids de la capsule et la prise d'essai avant séchage.

P₁ : le poids de la capsule et la prise d'essai après le séchage.

III.2. L'acidité

L'acidité, nous renseigne sur le degré d'hydrolyse et le taux d'acide gras libres présents dans une huile. Selon la nature des matières grasses, elle est exprimée en acide oléique dans le cas de l'huile d'olive (U.I.C.P.A, 1979).

La méthode est basée sur la neutralisation d'une quantité connue de matière grasse avec une solution d'hydroxyde de potassium préparée dans l'éthanol à une normalité bien déterminée, pour donner des savons comme l'explique la réaction suivante :



Une masse de 0,5g d'huile d'olive a été ajoutée à 2,5ml d'un mélange d'éthane éther-pétrole 80% (V/V). Après agitation on titre le mélange avec une solution de KOH (0,02N) en présence de phénolphaléine jusqu'au virage de l'indicateur coloré et apparition d'une couleur rose pale, un essai témoin (sans matière grasse) a été réalisé dans les mêmes conditions.

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'acide oléique selon la formule suivante :

$$A\% (\text{Acide oléique}) = (V - V_0) * N * P / 10 * m$$

Où :

V : Volume de la solution KOH nécessaire (ml);

V_0 : Volume de la solution KOH à blanc (ml);

m : Prise d'essai en grammes ;

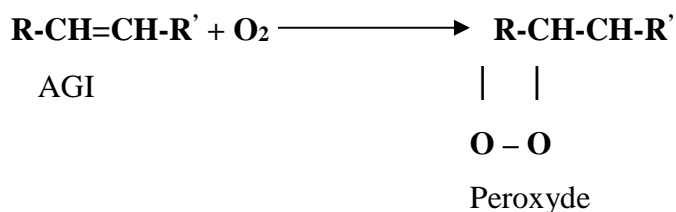
N : Normalité de la solution KOH ;

P : Poids moléculaire d'acide oléique : 282g/mole.

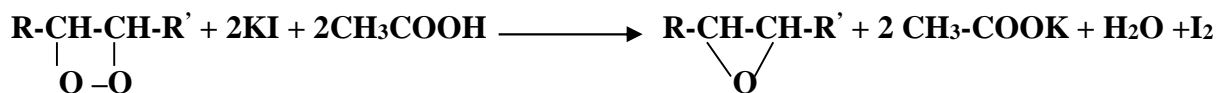
III.3. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde nous renseigne sur le degré d'oxydation du corps gras. Il consiste en un traitement d'une quantité d'huile dans de l'acide acétique et du chloroforme, par une solution d'iodure de potassium (KI) puis on titre l'iode libéré par le thiosulfate de sodium (0,01N) en présence d'empois d'amidon.

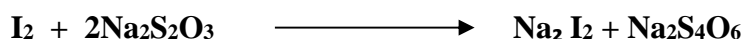
Les acides gras insaturés entrant dans la composition du corps gras s'oxydent partiellement en présence de l'oxygène de l'air pour donner des peroxydes.



La réaction d'iodure de potassium en milieu acide est la suivante :



L'iode libéré va agir avec le thiosulfate de sodium suivant cette réaction :



Une masse d'huile d'olive (0,5g) est mise en solution avec 2,5 ml de chloroforme, un volume de 2,5ml d'acide acétique et 0,25ml d'iodure de potassium saturé (KI) sont ajoutés. Après une réaction pendant 5 min à l'obscurité, un volume de 2,5ml d'eau distillée est additionné, en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon (0,1%). Le mélange est titré avec le thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0,01N, en agitant vigoureusement jusqu'à disparition de la couleur. Un essai à blanc est effectué simultanément.

L'indice de peroxyde (IP) est exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme d'huile selon la formule suivante:

$$I_p \text{ (meq d'O}_2\text{/Kg)} = N * (V - V_0) * 1000 / m$$

Où:

N:Normalité de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) (0,01N);

V, V₀: Volumes de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ nécessaires pour le titrage de l'échantillon et de l'essai à Blanc, respectivement (ml).

m: masse de la prise d'essai (0,5g).

III.4. Indice d'amertume

L'indice d'amertume est évalué, après extraction des composés amers de l'huile d'olive, selon le protocole décrit par Morello *et al.*, (2004). Un échantillon d'huile d'olive filtrée (1g) est dissout dans 4ml d'hexane puis introduit dans la colonne d'octadecyle C18 préalablement activée (6 ml de méthanol et 10 ml d'hexane). Celle-ci est lavée avec 10ml d'hexane pour éliminer toute trace de gras et la fraction polaire retenue est éluée ainsi avec 25ml du méthanol (80%). L'absorbance de la solution est mesurée à 225nm. Les résultats sont exprimés en termes d'absorbances.

III.5. Analyse des Absorbances dans l'ultraviolet

Cette analyse consiste à déterminer les absorbances à 232nm et à 270nm qui correspondent au maximum d'absorbance des hydroperoxydes et des produits secondaires d'oxydations, respectivement (U.I.C.P.A, 1979).L'extinction spécifique est déterminée selon la méthode décrite par le COI (2003).Après filtration des échantillons d'huile d'olive, on prend 0,1g dans une fiole de 10 ml, ajuster avec du cyclohexane. L'absorbance est mesurée à deux longueurs d'ondes 232nm et 270nm.

Les coefficients d'extinction K_{232} et K_{270} sont exprimés selon l'équation suivante:

$$K = A_{\lambda} / C * L$$

Où:

K: Extinction spécifique à la longueur d'onde λ ;

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

C: La concentration de la solution (g/100ml) ;

L: Epaisseur de la cuve en centimètre.

III.6. Dosage des pigments

Le protocole décrit par Minguez-Mosquera *et al.*, (1991), est adopté pour estimer la teneur des pigments (chlorophylles et caroténoïdes). Pour cela, une masse de 3g d'huile d'olive est filtrée et introduite dans une fiole de 10 ml. Le volume est ajusté avec du cyclohexane et l'absorbance est mesurée à 670 nm pour les chlorophylles et à 470 nm pour les caroténoïdes.

Les teneurs sont déterminées selon la formule suivante:

$$\text{Chlorophylle (ppm)} = (A_{670} * 10^6) / (613 * 100 * L)$$

$$\text{Caroténoïde (ppm)} = (A_{470} * 10^6) / (2000 * 100 * L)$$

Où:

A_λ : absorbance à la longueur d'onde λ ;

L: épaisseur de la cuve en centimètre (1cm) ;

613: Coefficient spécifique de la phéophytine comme standard ;

2000: Coefficient spécifique de la lutéine comme standard.

III.7. Composés phénoliques

III.7.1. Préparation des extraits

L'extraction des composés phénoliques est réalisée selon le protocole décrit par Favati *et al.* (1994). Deux gramme d'huile d'olive filtrée sont dissout dans 10 ml d'hexane. Cette solution est introduite dans une colonne d'octadecyl C18 préalablement activée avec 6ml de méthanol et 10ml d'hexane. Les composés phénoliques sont récupérés en versant (8ml \times 2) du méthanol après lavage de la colonne avec 15 ml d'hexane.

III.7.2. Dosage des composés phénoliques totaux

Le principe de la réaction de dosage des composés phénoliques est basé sur leur capacité de réduire les acides phosphotungstiques ($H_3PM_{12}O_{40}$) et phosphomolybdiques ($H_3PW_{12}O_{40}$), présents dans le réactif de Folin-Ciocalteu, en oxyde de tungstène et molybdène (couleur bleu) (Vuorela, 2005).

La teneur en composés phénoliques totaux est déterminée selon la méthode décrite par Kahkonen *et al.*, (1999). Un volume de 0,2ml d'extrait est mélangé avec 0,7ml du réactif de Folin-Ciocalteu. Le mélange est agité pendant 3 minutes puis additionné d'un volume de 0,4 ml de carbonate de sodium (5%). Après 30 minutes d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 720 nm. La concentration en composés phénoliques totaux est estimée en mg

équivalent d'acide gallique par Kg d'huile en se référant à une courbe d'étalonnage (Annexe I figure 1).

III.7.3. Dosage des flavonoïdes

Un volume de 0,1 ml d'extrait est mélangé avec 0,4 ml d'eau distillée, 0,03 ml de nitrite de sodium et 0,02 ml de chlorure d'aluminium. Après incubation pendant 5 min, le mélange est additionné de 0,2 ml d'hydroxyde de sodium (1M) et de 0,25 ml d'eau distillée (Kim *et al.*, 2003). L'absorbance est mesurée à 510 nm. La teneur en flavonoïdes est exprimée en mg équivalent de catéchine par Kg d'huile en se référant à une courbe d'étalonnage (Annexe I, figure 4).

III.7.4. Dosage des flavonols

La méthode rapportée par Kumaran et Karunakaran (2007) est utilisée pour estimer la teneur en flavonols: un volume de 0,5 ml du chlorure d'aluminium (2%) et 0,75 ml d'acétate de sodium sont ajoutés à 0,5 ml d'extrait. Après incubation pendant 30 min à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 440 nm.

La concentration en flavonols est exprimée en mg équivalent de quercétine par kg d'huile par référence à une courbe d'étalonnage (Annexe I, figure 2).

III.7.5. Dosage des *Ortho*-diphénols

La teneur en *ortho*-diphénols est estimée selon la méthode de Tovar *et al.* (2002): Un volume de 2 ml d'extrait est additionné de 0,5 ml de molybdate de sodium (5%). Après agitation et incubation pendant 15 minutes, l'absorbance est mesurée à 350nm. La concentration des *ortho*-diphénols est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par kg d'huile par référence à une courbe d'étalonnage (Annexe I, figure 3).

III.8. Activité anti-oxydante

III.8.1. Pouvoir réducteur

Ce test mesure la capacité d'un antioxydant à réduire le fer ferrique Fe_3^+ ($FeCl_3$) en fer ferreux Fe_2^+ ($FeCl_2$) en présence d'un agent chromogène ferricyanure de potassium $K_3[Fe(CN)_6]$. Ceci se traduit par le virage de la couleur de ferricyanure de potassium vers une

couleur bleu verte dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur de l'antioxydant (Chou *et al.*, 2003).

Le pouvoir réducteur est estimé par la méthode de Gülçin *et al.* (2002): Un volume de 0,25 ml d'extrait est mélangé avec 0,25ml de tampon phosphate (0,2M, pH 6,6) et 0,25 ml de ferricyanure de potassium (1%). Après incubation à 50°C/20 min, un volume de 0,25 ml d'acide trichloroacétique (10%) est additionné au mélange. Après 5min d'incubation, 0,2ml de chlorure ferrique (0,1%) sont ajoutés et l'absorbance est mesurée à 700 nm.

Le pouvoir réducteur des extraits est exprimé en mg équivalent d'acide ascorbique/kg d'huile par référence à une courbe d'étalonnage (Annexe I, figure 5).

III.8.2. Détermination de l'activité anti radicalaire

La méthode utilisant le radical DPPH• (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est largement employée pour évaluer l'activité anti-oxydante. Elle est rapide et facile et s'effectue à température ambiante.

La délocalisation d'un électron autour de la molécule de DPPH• qui est un radical responsable de sa couleur violette foncée, en présence d'une substance anti-oxydante et après libération d'un proton ou d'un électron, le radical DPPH• est converti en DPPH. La réduction des radicaux DPPH• implique une baisse de l'absorbance. Sous la forme radicalaire, le DPPH• absorbe à 515 nm (Williams et al, 1995).

Un volume de 0,1 ml d'extrait est additionné de 1 ml de la solution DPPH•. Le mélange est incubé à l'obscurité pendant 30 min. Un témoin est préparé en mélangeant une quantité de la solution de DPPH avec la même quantité de méthanol. L'absorbance est mesurée à 515 nm. L'activité anti radicalaire est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH• selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition (\%)} = (A_t - A_e / A_t) * 100$$

Où ;

A_t : Absorbance du témoin ;

A_e : Absorbance de l'extrait.

III.8.3. Détermination de l'activité inhibitrice de peroxyde d'hydrogène

La capacité des extraits d'huiles à piéger le peroxyde d'hydrogène est mesurée selon la méthode rapportée par Atmani *et al.* (2009). Un volume de 0,15 ml d'extrait est ajouté à 1 ml d'une solution de peroxyde d'hydrogène et 1,35 ml de tampon phosphate (0,1 M ; pH 7,4). Un

blanc a été préparé suivant les mêmes conditions en remplaçant l'extrait par le solvant d'extraction (méthanol). L'absorbance des échantillons est mesurée à 230 nm après une incubation de 20 min.

Le pouvoir antioxydant est exprimé en % d'inhibition du peroxyde d'hydrogène selon la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition (\%)} = [(A_t - A_e) / A_t] * 100$$

Où ;

A_t : Absorbance du témoin ;

A_e : Absorbance de l'échantillon.

III.8.4. Test de blanchissement du β -carotène

L'évaluation de l'activité anti-oxydante par le test au β -carotène repose sur la mesure à 470 nm la décoloration du β -carotène résultant de son oxydation par les produits de décomposition de l'acide linoléique ajouté lors de la préparation de la solution.

Un volume de 2 ml d'une solution de β -carotène est additionné de 0,1 ml d'extrait, après une agitation, l'absorbance est mesurée à 470 nm au début de l'essai et après 5 heures d'incubations à 50°C. Le degré de décoloration est évalué par la différence entre ces deux absorbances (Samanigo-Sánchez *et al.*, 2007). Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$\text{Inhibition du blanchissement de } \beta\text{-carotène(\%)} = (A_0 - A_1) * 100$$

Où :

A_0 : Absorbance avant incubation.

A_1 : Absorbance après incubation

IV. Activité antimicrobienne

L'évaluation de l'activité antimicrobienne a été réalisée par la méthode de diffusion en puits.

IV.1. Les souches microbiennes

Trois souches (tableau II), sur lesquelles nous avons testées l'activité antibactérienne des extraits ont été sélectionnées en fonction de leur pouvoir pathogène pour l'homme.

Tableau III : Les souches microbiennes testées.

Souche	Type
<i>Staphylococcus aureus</i>	Gram positif
<i>Salmonella typhi</i>	Gram négatif
<i>Candidas albicans</i>	Levure

IV.2. Préparation du milieu de culture

- milieu Plate Count Agar (PCA)

La gélose PCA est un milieu recommandé pour le dénombrement standardisé des bactéries, préparé comme suit :

Mettre en suspension (23) g de la gélose PCA dans un litre d'eau distillée, porter le milieu à ébullition sous agitation constante jusqu'à dissolution complète, répartir en flacons puis auto-claver pendant 20 minute à 121 °C et introduire dans des boites de Pétri stérile.

- Muller-Hinton

Le milieu de culture approprié à cette étude est le milieu Muller-Hinton, préparé comme suit :

Dissoudre (54,5) g de la gélose Muller-Hinton dans un litre d'eau distillée. Faire bouillir avec agitation jusqu'à dissolution complète, répartir en flacons puis auto-claver pendant 20 minute à 121°C et finalement couler le milieu dans les boites de Pétri.

IV.3. Préparation de l'inoculum

Les souches bactériennes sontensemencées dans la gélose nutritive et incubées à 37C° pendant 24 h, pour optimiser leur croissance. On racle à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et identiques de chacune des souches bactériennes à testées (10^{+7} UFC/ml). Décharger l'anse dans 5 ml d'eau physiologique.

IV.4. Diffusion en puits

L'activité antimicrobienne des différents extraits a été étudiée pour chaque souche bactérienne. A partir d'une culture de 24h (10^{+7} UFC/ml). L'ensemencement de l'inoculum est réaliser en surface du milieu Muller-Hinton préalablement couler dans des boites de Pétri, des puits ont été découpés à l'aide de pipettes Pasteur (l'extrémité épaisse) ensuite 50µl d'extrait distribué dans chaque puits. Les cultures sont incubées dans des étuves à la

température de 37 °C pendant 24h et les auréoles d'inhibition sont mesurées par un pied à coulisse le diamètre des puits est inclus dans le tableau des résultats (Tableau VI).

V. Analyse statistique

Les résultats obtenus pour chaque échantillon représentent la moyenne de trois essais. L'étude statistique a été réalisée pour la comparaison de ces résultats et la mise en évidence des différences significatives ou non entre les échantillons, et ce, pour chaque paramètre à l'exception des paramètres physico-chimiques et l'activité anti microbienne en appliquant une analyse de la variance (ANOVA) à l'aide d'un logiciel STATISTICA 5,5. Le seuil de signification des résultats est pris à la probabilité $p < 0,05$.

I. Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les variétés d'olives et d'huiles d'olives sont représentés dans le tableau IV.

Tableau IV : Résultats des analyses physico-chimiques des variétés d'olives et d'huiles d'olives étudiées.

Paramètres physico-chimiques	Variétés	Résultats	
Analyses physico-chimiques effectuées sur les olives			
Poids moyen (g)	Azebouj	71,17	
	Aberkane	172,11	
	Chemlal	98,47	
	Azeradj	216,08	
Indice de maturité	Azebouj	6,96	
	Aberkane	6,38	
	Chemlal	4,43	
	Azeradj	4,51	
Analyses physico-chimiques effectuées sur les huiles d'olives			
Taux d'humidité (%)	Azebouj	0,25	
	Aberkane	0,03	
	Chemlal	0,12	
	Azeradj	0,01	
Acidité (%) (Acide oléique)	Azebouj	0,11	
	Aberkane	0,06	
	Chemlal	0,09	
	Azeradj	0,27	
Indice d'amertume	Azebouj	4,10	
	Aberkane	2,11	
	Chemlal	2,58	
	Azeradj	2,14	
Indice de peroxyde (Meq d'O ₂ /Kg)	Azebouj	1,5	
	Aberkane	2,9	
	Chemlal	1,9	
	Azeradj	2,4	
Extinction spécifique dans l'UV Coefficient d'extinction (K) à $\lambda = 232 \text{ nm}$ et $\lambda = 270 \text{ nm}$	Azebouj	K₂₃₂=2,859	K₂₇₀=1,241
	Aberkane	K₂₃₂=2,915	K₂₇₀=1,277
	Chemlal	K₂₃₂=2,794	K₂₇₀=1,061
	Azeradj	K₂₃₂=2,857	K₂₇₀=1,048

I.1. Analyses effectuées sur les olives

La variété Azeradj présente le poids moyen le plus élevé (2,16 g) suivi de la variété Aberkane (1,72 g), tandis que les olives des variétés, Azebouj et Chemlal présentent des poids moyens faibles (<2 g). Selon le COI (1997), les variétés analysées peuvent être classées dans la catégorie des olives à poids faible, à l'exception de la variété Azeradj qui est classée dans la catégorie des olives à poids moyen et qui peut être destinée aussi à la conserverie, contrairement aux variétés précédentes qui sont uniquement des variétés à l'huile.

Parmi les variétés étudiées, la variété Azebouj présente l'indice de maturité le plus élevé, contrairement à la variété Chemlal qui enregistre la valeur la plus faible. En effet, l'indice de maturité varie selon la variété, la date de récolte et la charge des oliviers car lorsque cette dernière est importante, il se produit une grande compétition entre ces fruits (Cimato, 1990).

I.2. Analyses effectuées sur les huiles d'olives

La variété Azebouj renferme le taux d'humidité le plus élevé suivi de la variété Chemlal. Les résultats obtenus sont conformes aux valeurs établies par le COI, (2003).

Concernant l'indice d'acidité, l'huile de la variété Azeradj renferme l'acidité la plus élevée (0,27 %) suivie de celle d'Azebouj (0,11 %) et Chemlal (0,09%) et enfin par celle de la variété Aberkane (0,06%). Les huiles des variétés étudiées présentent des acidités inférieures à celles des variétés tunisiennes et turques analysées par Grati kamoun *et al.*, (1999) et Tanilgan *et al.*, (2007). Selon la norme établie par le COI (2015), les huiles des variétés analysées sont classées dans la catégorie d'huile d'olive extra vierge dont l'acidité est inférieure à 0,8 %.

Quant à l'indice d'amertume, la variété Azebouj présente l'indice le plus élevé (4,10) suivi de l'huile de la variété Chemlal (2,58) et Azeradj (2,14) tandis que la variété Aberkane enregistre l'indice le plus faible (2,11) ; cela confirme qu'il existe une relation inversement proportionnelles avec l'indice de maturité.

Concernant l'indice de peroxyde, la variété Aberkane présente la valeur la plus élevée suivie de celle de la variété Azeradj puis Chemlal, tandis que le plus faible indice a été enregistré dans la variété Azebouj. On constate que toutes les valeurs d'indice de peroxyde des huiles analysées sont inférieures à la limite établie par le COI (2015). Cela est à l'origine de l'absence de peroxyde et d'hydro peroxydes dans les huiles, et/ou à la richesse des huiles

en antioxydants puissants (les polyphénols, tocophérols, caroténoïdes) qui agissent contre l'oxydation (Arslan *et al.*, 2012).

L'absorbance dans l'ultraviolet à 270 nm la plus élevée a été enregistrée dans l'huile de la variété Aberkane (1,277), suivi de celle de la variété Azebouj puis Chemlal qui est de 1,241 et 1,061 respectivement, tandis que l'huile de la variété Azeradj présente l'absorbance la plus faible (1,048).

On constate que la valeur minimale du coefficient K_{232} caractérise l'huile de la variété Chemlal (2,794) contrairement à l'huile de la variété Aberkane (2,915). Les valeurs obtenues ne sont pas conformes aux normes de COI, (2015). En effet les deux coefficients d'extinction sont significativement influencés par le système d'extraction, l'état sanitaire et le stockage inadapté ou prolongé (Dhifi *et al.*, 2002).

II. Pigments (caroténoïdes et chlorophylles)

L'analyse statistique a révélé des différences significatives de la teneur en pigments entre les variétés d'huiles d'olives étudiées ($p < 0,05$), (figure 7). La variété Azebouj renferme la teneur la plus élevée en caroténoïdes (3,54 ppm), contrairement à la variété Azeradj (1,29 ppm). D'autre part, l'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative des teneurs en chlorophylles entre les variétés analysées. Ces valeurs sont similaires à celle des variétés italiennes analysées par Di Giovachino, (1994).

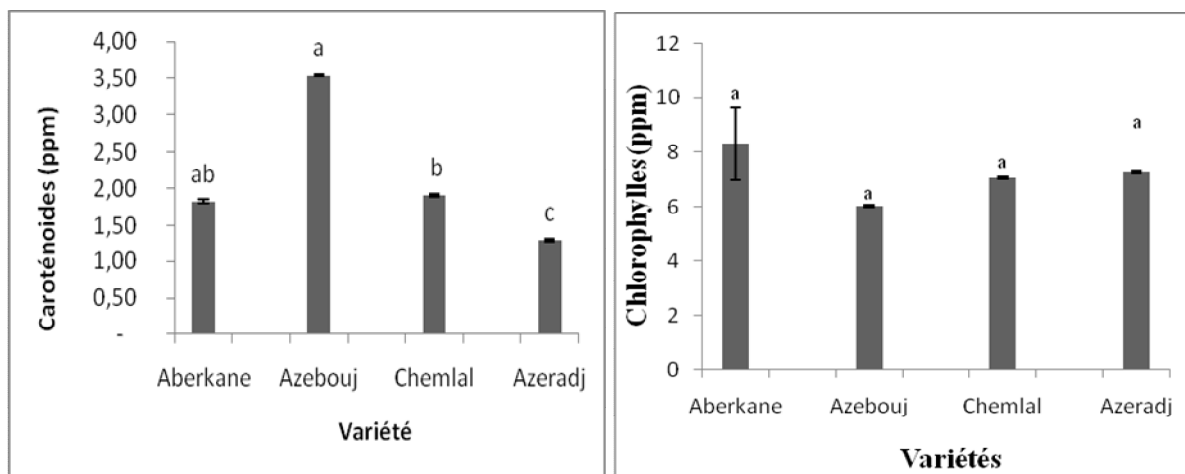


Figure 7 : Teneur en pigments des variétés étudiées.

Les valeurs portant des lettres différentes présentent une différence significative ($p < 0,05$),
 $a > b > c$.

Les barres verticales représentent les écarts types.

III. Composés phénoliques

III.1. Composés phénoliques totaux

L'étude statistique a révélé des différences significatives de la teneur en composés phénoliques entre les huiles d'olives étudiées ($p < 0,05$) (figure 8) ; l'huile de la variété Azebouj et Aberkane renferment les teneurs les plus élevées en polyphénols (560,4mg/Kg), suivie de celle de la variété Chemlal (419,8 mg/Kg), par contre la variété Azeradj renferme la teneur la plus faible (289,6 mg/kg).

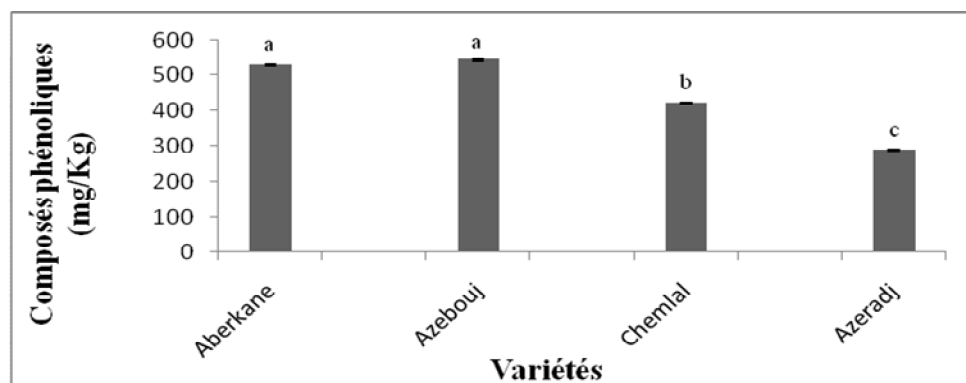


Figure 8: Teneur en polyphénols totaux des variétés d'huiles étudiées.

. Les valeurs portant les lettres différentes présentent une différence significative ($p < 0,05$),

$$a > b > c.$$

Les barres verticales représentent les écarts types

Les teneurs en polyphénols totaux sont similaires à celles de quelques variétés tunisiennes et italiennes (Zarrouk *et al.*, 2008 ; Esti *et al.*, 2009), en revanche, elles sont supérieures à celles de quelques variétés espagnoles étudiées par Allalout *et al.* (2009).

D'après Gomez-Alonso *et al.* (2002), les principales variables pouvant affecter le contenu phénolique d'une huile d'olive vierge sont la variété d'olive, la qualité des fruits d'olives, le système d'extraction employé, et les conditions de stockage de l'huile.

III.2. Ortho-diphénols

Les teneurs en *ortho*-diphénols déterminées dans les huiles étudiées sont illustrées dans la figure 9. L'étude statistique a révélé des différences significatives de la teneur en *ortho*-diphénols entre les variétés d'huiles d'olives analysées ($p < 0,05$).

La variété Azebouj renferme la teneur la plus élevée, suivi de la variété Chemlal puis Aberkane par contre la plus faible teneur a été enregistrée dans la variété Azeradj, les

différences constatées entre ces variétés peuvent être dues à l'effet variétal et /ou conditions de culture des variétés (altitude et zone géographiques oléicole).

Les teneurs en *ortho*-diphénols des variétés étudiées sont relativement similaires à celles des variétés tunisiennes (Guerfel *et al.*, 2009 ; Zarrouk *et al.*, 2008).

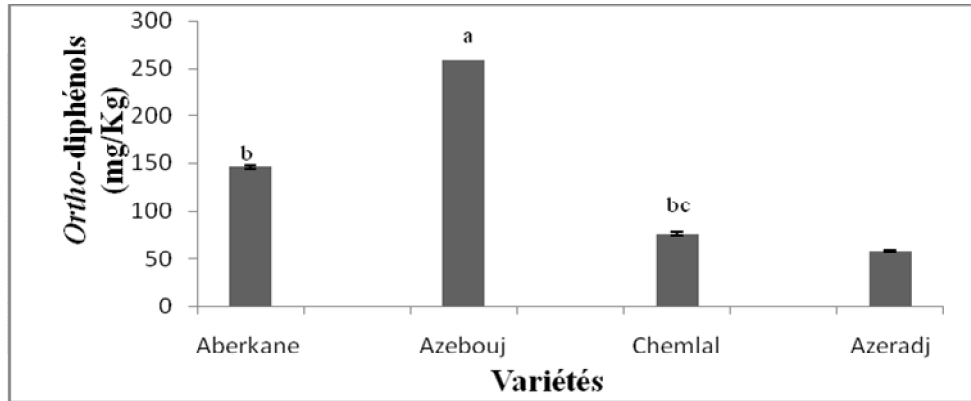


Figure 9: Teneur en *ortho*-diphénols des variétés d'huiles étudiées.

Les valeurs portant les lettres différentes présentent une différence significative ($p < 0,05$)

$a > b > c$.

Les barres verticales représentent les écarts types.

On constate que le taux des *ortho*-diphénols des variétés analysées oscille entre 18 et 49%, donc ces composés sont prédominants dans les variétés analysées, ceci suscite leurs intérêts, vu leur rôle important en tant que piègeurs de radicaux libres.

III.3. Flavonoïdes

Les teneurs en flavonoïdes des huiles étudiées sont illustrées dans la figure 10. L'analyse statistique a révélé des différences significatives entre les variétés d'huiles d'olives analysées (figure 10). La variété Azebouj se caractérise par la teneur la plus élevée (1666,6mg/Kg), alors que les variétés Chemlal, Aberkane et Azeradj renferment les teneurs les plus faibles (870,5 mg/Kg).

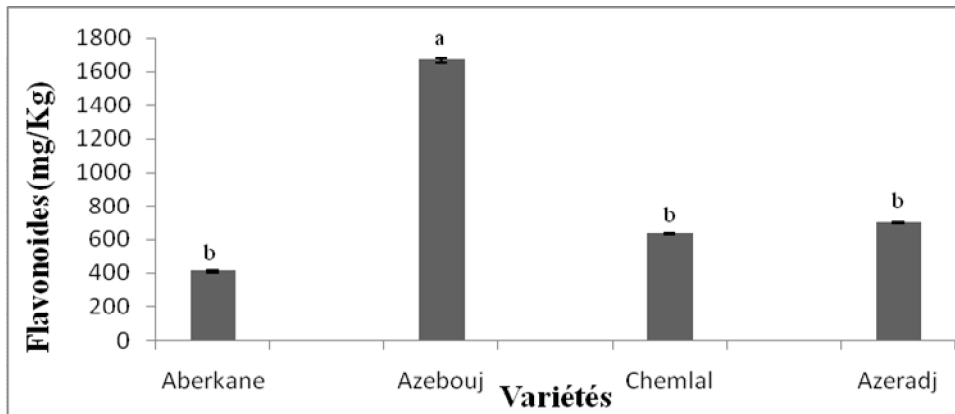


Figure 10: Teneur en flavonoïdes des variétés d’huiles étudiées.

Les lettres différentes indiquent des différences significatives entre les variétés analysées, $a > b$.

Les barres verticales représentent les écarts types.

Par comparaison ces teneurs sont supérieures à celles des composés phénoliques totaux, cela est peut-être dû aux réactifs utilisés lors de la manipulation.

III.4. Flavonols

L’analyse statistique montre qu’il existe des différences significatives ($p < 0,05$) entre les variétés d’huiles d’olives. La variété Aberkane renferme la teneur la plus élevée en flavonols (658,5mg/Kg) suivi de la variété Azebouj (613,4mg/Kg) puis les variétés Chemlal et Azeradj qui ne présentent pas de différence significative avec une teneur moyenne de 566,3mg/Kg.

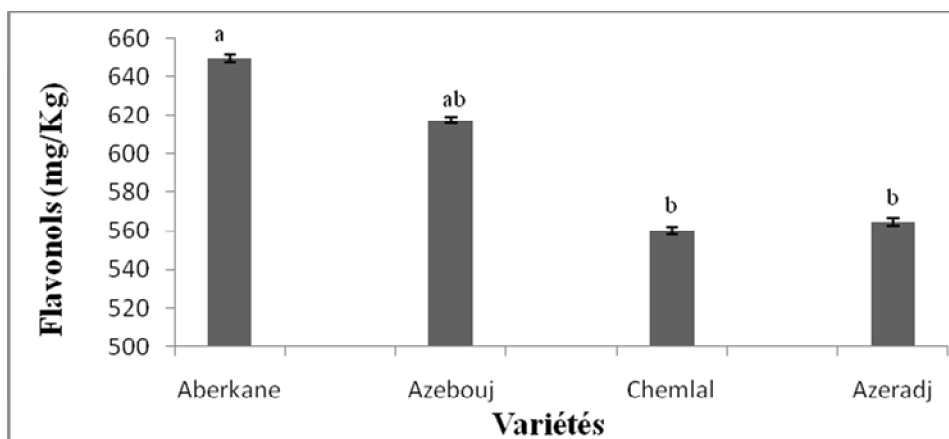


Figure 11: Teneurs en flavonols des variétés d’huiles étudiées.

Les lettres différentes indiquent des différences significatives entre les variétés analysées, $a > b$

Les barres verticales représentent les écarts types.

IV. Activité anti-oxydante

IV.1. Pouvoir réducteur

Les résultats obtenus pour le pouvoir réducteur des différents extraits sont illustrées dans la figure 12. L'analyse statistique a révélé des différences significatives du pouvoir réducteur entre les variétés d'huiles analysées ($p < 0,05$). Les extraits des variétés Chemlal et Azebouj exercent le pouvoir réducteur le plus élevé (388,8mg/Kg), contrairement à ceux des variétés Aberkane et Azeradj (177,6mg/Kg).

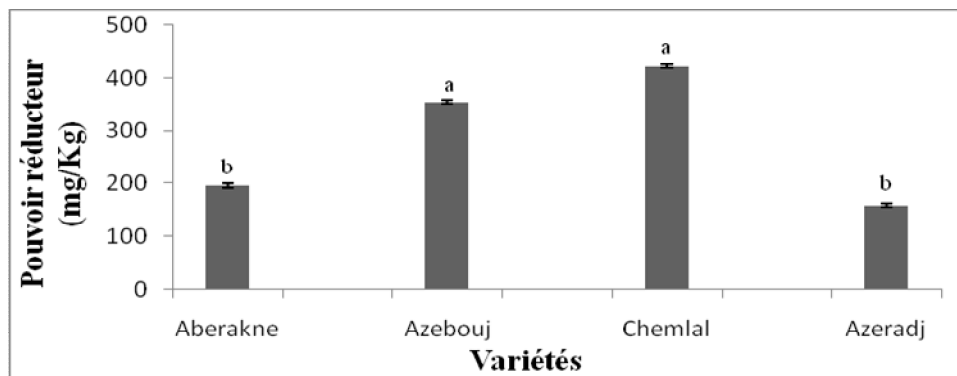


Figure 12: Pouvoir réducteur des variétés d'huiles étudiées.

Les valeurs portant les lettres différentes présentent une différence significative ($p < 0,05$), $a > b$.

Les barres verticales représentent les écarts types.

Selon Moreira. (2008), les différences du pouvoir réducteur constatées entre les extraits analysés pourraient être liées à la teneur en composés donneurs d'électrons (composés phénoliques) qui entraînent la réduction de fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}).

IV.2. Activité anti radicalaire vis-à-vis du radical DPPH'

L'activité anti radicalaire des extraits d'huiles analysées est représentée dans la figure 13. L'analyse statistique montre des différences significatives entre les variétés d'huiles analysées ($p < 0,05$). Les extraits de la variété Azebouj exercent la meilleure activité avec un taux d'inhibition de 47,05 %, cependant le pourcentage d'inhibition le plus faible a été enregistré par les extraits de la variété Chemlal (27,56%). L'activité anti radicalaire la plus élevée a été enregistrée dans les extraits de la variété Azebouj ; ceci peut s'expliquer par sa richesse en *ortho*-diphénols, vu le rôle de tels composés comme piègeurs de radicaux libres.

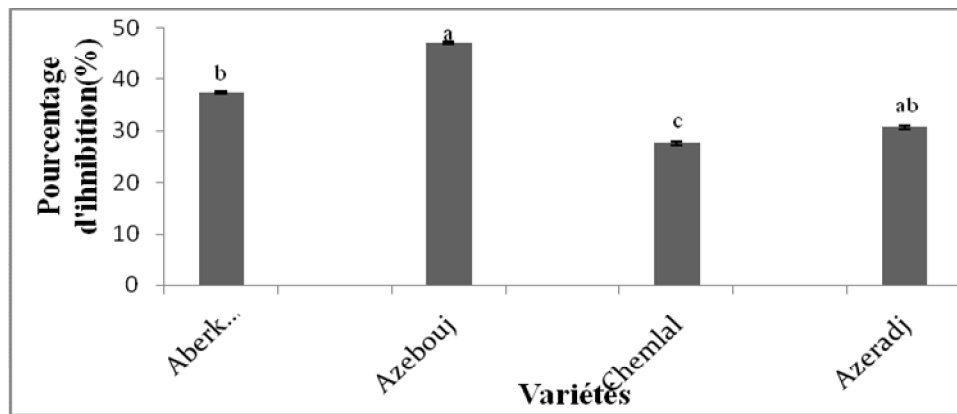


Figure 13: Activité anti radicalaire des extraits d'huiles étudiées.

Les barres verticales représentent les écarts types. Les valeurs portant les lettres différentes présentent une différence significative ($p < 0,05$), $a > b > c$.

IV.3. Activité inhibitrice du peroxyde d'hydrogène

La figure 14 montre le taux d'inhibition de peroxyde d'hydrogène des différents extraits d'huiles d'olives.

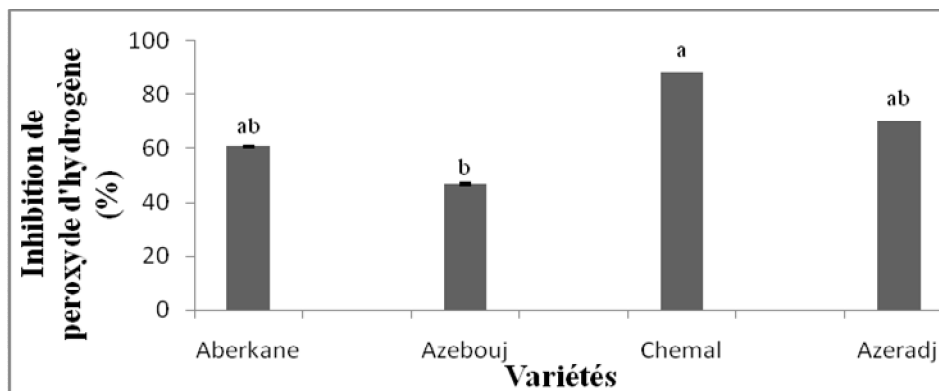


Figure 14: Activité inhibitrice de peroxyde d'hydrogène.

Les valeurs portant les lettres différentes présentent une différence significative ($p < 0,05$), $a > b$.

Les barres verticales représentent les écarts types.

L'extrait de la variété Chemlal exerce une très forte activité inhibitrice du peroxyde d'hydrogène (88,08%), suivie des variétés Azeradj et Aberkane qui possèdent des taux d'inhibition similaires avec une moyenne de 65,35 %, tandis que la variété Azebouj présente le taux d'inhibition le plus faible (46,85 %).

IV.4. Test du blanchissement de β -carotène

La figure 15 illustre le taux d'inhibition du blanchissement de β - carotène par les extraits d'huiles d'olives analysées.

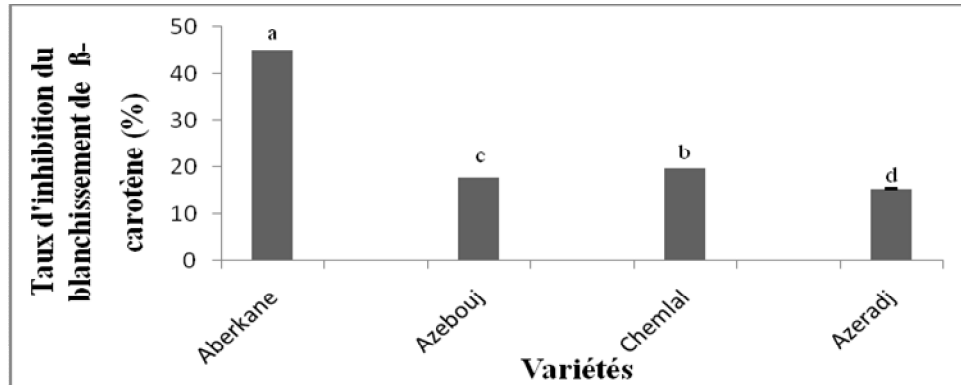


Figure 15: Taux d'inhibition du blanchissement du β -carotène par les extraits d'huile d'olive.

Les barres verticales représentent les écarts types.

L'analyse statistique a révélé des différences significatives entre les variétés d'huiles d'olives étudiée. L'extrait de la variété Aberkane exerce une très forte activité inhibitrice du blanchissement de la β -carotène (45,01%), suivie de la variété Chemlal qui possède un pourcentage d'inhibition de 19,79%, cependant la variété Azeradj présente le pourcentage d'inhibition le plus faible (15,38%). Les résultats obtenus sont similaires à ceux enregistré par Samanigo-Sánchez., (2007) qui ont mené une étude sur des variétés espagnoles.

V. Etude de la corrélation entre les composés phénoliques et l'activité anti-oxydante

Des coefficients de corrélation ont été établis entre les activités anti-oxydantes des extraits étudiés et les différentes classes phénoliques (polyphénols totaux, flavonols, flavonoïdes et *ortho*-diphénols) (tableau V).

Tableau V : Les coefficients de corrélation entre l'activité anti-oxydante et les composés phénoliques.

Coefficients de corrélation (r)				
A.antioxydante C.phénoliques	DPPH	H ₂ O ₂	β-carotène	P. réducteur
C .phénoliques Totaux	0,356	0,512	0,523	0,417
Flavonols	0,031	0,158	0,856	0,144
Flavonoïdes	0,413	0,204	0,366	0,118
Ortho-diphénols	0,847	0,505	0,384	0,225

Des corrélations linéaires sont obtenues entre l'activité anti radicalaire des extraits d'huiles des variétés analysées et les teneurs en composés phénoliques totaux, flavonoïdes, flavonols et *ortho*-diphénols avec des coefficients de corrélation de $r = 0,356$; $r = 0,413$; $r = 0,031$; $r = 0,847$, respectivement. D'après ces résultats, on constate que les *ortho*-diphénols sont des bons piègeurs des radicaux DPPH'. Cette constatation concorde avec celle de Visioli et Galli (1998) et Sroka et Cisowski (2003). En effet, la forte activité anti radicalaire des extraits d'huiles est liée au modèle de substitution présent dans la structure des *ortho*-diphénols ayant trois groupements hydroxyles attachés au noyau aromatique en position *ortho*.

Des coefficients de corrélation ont été également enregistrés entre l'activité inhibitrice de peroxyde d'hydrogène et les teneurs en composés phénoliques totaux, flavonoïdes, flavonols et *ortho*-diphénols avec des coefficients de corrélation de $r = 0,512$; $r = 0,204$; $r = 0,158$; $r = 0,505$, respectivement. Il semble que les composés phénoliques totaux jouent un rôle important dans l'inhibition du peroxyde d'hydrogène.

Parmi les corrélations établies, la corrélation entre les flavonols et l'activité antioxydante mesurée par le blanchissement du β-carotène, est considérée comme la plus importante ($r=856$), ceci suggère le rôle de tels composés dans l'activité antioxydante.

D'autre part, des corrélations ont été obtenues entre le pouvoir réducteur et les teneurs en composés phénoliques des extraits d'huiles des variétés d'olive analysées avec des coefficients de $r = 0,417$ pour les polyphénols totaux, $r = 0,118$ pour les flavonoïdes, $r = 0,144$ pour les flavonols, et $r = 0,225$ pour les *ortho*-diphénols. Ces résultats confirment le rôle des composés phénoliques comme donneurs d'électrons.

VI. Activité antimicrobienne

Les résultats de l'activité antimicrobienne des variétés d'huiles d'olives étudiées sont illustrés dans le tableau VI.

Tableau VI : Résultats de l'activité antimicrobienne des variétés d'huiles d'olives étudiées.

Echantillon	Essai	Diamètre des zones d'inhibition (mm)		
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella typhi</i>	<i>Candidas albicans</i>
Azebouj 1	1	--	--	--
	2	--	--	--
	3	--	--	--
Azebouj 2	1	--	--	--
	2	--	--	--
	3	--	--	--
Aberkane 1	1	14	--	9,5
	2	9	--	8,5
	3	11	--	8,5
Aberkane 2	1	--	--	--
	2	--	--	--
	3	--	--	--
Chemlal 1	1	--	--	11
	2	--	--	12
	3	--	--	8,5
Chemlal 2	1	--	--	15,5
	2	--	--	12,5
	3	--	--	14
Azeradj 1	1	--	8	--
	2	--	7	--
	3	--	6	--
Azeradj 2	1	--	--	--
	2	--	--	--
	3	--	--	--

(--): pas de zones d'inhibitions observées.

Les trois souches bactériennes révèlent une résistance pour l'extrait de la variété Azebouj. Néanmoins, l'échantillon 1 de la variété Aberkane a présenté une tendance à l'inhibition de la bactérie Gram positif *S. aureus* et de la levure *C. albicans*. Toutefois, aucune activité antagoniste n'a été enregistrée à l'encontre de la bactérie Gram négatif *S. Typhi*. Contrairement à l'échantillon 2 qui n'a présenté aucune activité antimicrobienne.

Par ailleurs, un effet antagoniste remarquable a été observé uniquement à l'encontre de la levure *C. albicans* pour les deux échantillons de la variété Chemlal.

Parmi les deux échantillons de la variété Azeradj, seule l'échantillon 1 exerce un effet antimicrobien sur la souche *Salmonella Typhi* avec des valeurs relativement faibles.

A la lumière de ces résultats, il y'a lieu de conclure que l'effet antagoniste le plus important et intéressant ayant à la fois une activité antibactérienne (Gram positif et négatif) mais également anti levure pathogène *C. albicans* est la variété Chemlal.

Les différences de l'activité antimicrobienne entre les échantillons d'huiles étudiées sont peut être due à la composition chimique, en effet il serait souhaitable de tester l'activité antimicrobienne sur d'autres souches.

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'étude de quelques propriétés biologiques (activités anti oxydante et anti microbienne) d'huiles d'olives issues de quatre variétés de la région d'AKBOU. Cette étude est complétée par la détermination des teneurs en différentes classes phénoliques ainsi que les paramètres physicochimiques.

Il ressort des résultats que la variété Azebouj renferme des teneurs élevées en poly phénols totaux, en *ortho*-diphénols et en flavonoïdes, en outre, elle présente l'indice d'amertume le plus élevé. Cependant, les concentrations les plus élevées en flavonols ont été notées dans l'huile de la variété Aberkane.

Les variétés Azebouj et Chemlal montrent une très bonne activité anti-oxydante. Par conséquent les huiles issues des variétés Chemlal et Azebouj peuvent résister mieux aux phénomènes d'oxydation au cours de stockage.

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits d'huiles d'olive révèle que l'échantillon 1 de la variété Aberkane possède un effet inhibiteur sur les deux souches bactériennes (*Staphylococcus aureus* et *Candidas albicans*). Une très forte activité antimicrobienne a été enregistrée pour l'échantillon 2 de la variété Chemlal vis-à-vis la souche *Candidas albicans*. Contrairement à la variété Azebouj qui n'exerce aucune activité inhibitrice vis-à-vis des trois souches testés. Ceci démontre que l'activité antimicrobienne pourrait être liée également à d'autres composés autres que les antioxydants.

Des coefficients de corrélation ont été établis entre les différentes activités anti-oxydantes des extraits étudiées et les teneurs en composés phénoliques. Ceci témoigne du rôle important des composés phénoliques totaux dans l'inhibition du peroxyde d'hydrogène.

La présente étude nous a permis de démontrer que les propriétés biologiques des huiles d'olive dépendent des caractéristiques des olives qui sont liées à la variété.

Dans le but de compléter cette étude, il serait souhaitable:

- D'élargir l'échantillonnage sur l'ensemble du territoire national
- De déterminer le profil phénolique des variétés analysées ainsi que la composition en acides gras.
- D'effectuer l'analyse sensorielle.

A

Agar T., Hess– Pierce B., Sourour M. M et Kader A.M. (1998). Quality of fruit and oil of black-ripe olives is influenced by cultivar and storage period. *Journal of agricultural and Food Chemistry*, 46: 3415-3421.

Ajana H., EL Antari A et Hafidi A. (1999). Evolution of biometric parameters and chemical composition of olives from Moroccan Picholine variety fruit ripenes. *Grasas y Aceites*, 50: 1-16.

Allalout A., Krichène D., Methenni K., Taamalli A., Oueslati I., Daoud D et Zarrouk M. (2009). Characterization of virgine olive oil from super intensive Spanish and Greek varieties grown in northern Tunisia. *Scientia Horticulturae*, 120: 77-83.

Allalout A., Krichène D., Methenni K., Taamalli A., Daoud D et Zarrouk M. (2011). Behavior of super-intensive Spanish and Greek olive cultivars grown in northern Tunisia. *Journal of Food Biochemistry*, 35: 27-43.

Arslan D., Schreiner M. (2012). Chemical characteristics and antioxidant activity of olive oils from Turkish varieties grown in Hatay province. *Scientia Horticulturae*, 144:141-152.

Atmani D., Chafer N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N., Atmani Dj. (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. 112: 303-309.

B

Bandino G., et Dettori S., (2001). Manuale di olivicoltura. Italy. Ed Regione Autonoma della Sardegna-Consortio Interprovinciale per la Frutticoltura Cagliari- Oristano Nuoro, Cagliari. P : 378.

Bendini A., Cerretani L., Carrasco Pancorbo A., Gomez-Caravaca A.M., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. (2007). Phenolic molecules in virgin olive oils: A survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An overview of the last decade. *Molecules*, 12: 1679-1719.

Benyahia N et Zein K. (2003). Analyse des problèmes de l'industrie de l'huile d'olive et solutions récemment développées .Contribution Spéciale de Sustainable Business Associates (Suisse) à AESEC II. 1-8.

Berra B. (1998). Les composants mineurs de l'huile d'olive : aspects biochimiques et nutritionnels. *Olivae*, 73: 29-30.

Bianchi G, (2003). Lipids and phenols in table olive. *European Journal of lipids and Science Technology* 105: 229-242.

C

Cerratani L., Bendini A., Del Caro A., Piga A., Vacca V., Caboni M.F et Toschi T.G. (2006). Preliminary characterization of virgin olive oils obtained from Different cultivars in Sardinia. *European Food Research and Technology*, 226: 1251- 1258.

Chou S.T., Chao W.W et Chung Y.C. (2003). Antioxydative activity and safety of 50% ethanolic red bean extract (*Phaseolus Radiatus L. var. Aurea*). *Journal of Food Science*, 68 :21-25.

Cimato A, (1990). La qualité d'huile d'olive vierge et les facteurs agronomiques. *Oliva*, 31:20-31.

Conseil Oléicole International. (1997). Méthodologie pour la caractérisation secondaire des variétés d'olivier en collection. RESGEN-CT, 96/97.

Conseil Oléicole International. (2001). Olive-Olive growing, olive oil and table olives. P2.

Conseil Oléicole International. (2003). Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive COI/T.15/NC N°3/Rev.1.P :16.

Conseil Oléicole International. (2015). Norme commerciale applicable aux huiles d'olives et aux grignons d'olives. P : 17.

Conseil Oléicole International. (2017). L'huile d'olive et ses propriétés anti-oxydantes.

Criado M.N., Morello J.R., Motilva M.J et Romero M.P. (2004). Effect of growing area on pigment and phenolic fractions of virgin olive oils of the Arbequina variety in Spain. *Journal of American Oil Chemist Society*, 81: 633-640.

D

Dhifi W, Malaoui B, Zitoun B et Merzouk B. (2002). Influence du système d'extraction sur la qualité organoleptique de l'huile d'olive de Tunisie. *La rivista italiana delle sostanze grasse*, 11 : 245-249.

DI Giovacchino, L. (1994). L'extraction de l'huile des olives par les systèmes de pression de la centrifugation et de percolation : incidence de technologie d'extraction sur le rendement en huile. *Oliva*, 36, P. 15.

E

El Antari A., El Moudni H., Ajana H. et Cert A. (2003). Etude de la composition lipidique de deux compartiments du fruit d'olive (pulpe et amande) de six variétés d'oliviers cultivées au Maroc. *Oliva*, 98: 20-28.

Esti M., Contini M., Moneta E. et Sinesio F. (2009). Phenolics compounds and temporal perception of bitterness and pungency in extra – virgin olive oils: Changes occurring throughout storage. *Food Chemistry*, 113: 1095-1100.

F

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

Fedeli, E. (1997). Technologie de production et de conservation de l'huile. In « encyclopédie mondiale de l'olivier » ; *Barcelone : Palza* ; P : 253-273.

Folly, P. (2000). Catabolisme de la chlorophylle, structures, mécanismes et synthèse. Thèse Doctorat en sciences naturelles : Fribourg (Suisse) : Faculté des sciences de l'université de Fribourg. N°1287, P: 200.

G

Gandulrojas B et Minguezmsquera M.I. (1996). Chlorophyll and carotenoid composition in virgin olive oils from various Spanish olives varieties. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 72: 31-39.

Garcia-Gulfraz M., Kasuar R., Arshad G., Mehmood S., Minhas N., Asad M.J Ahmad A et Siddique F. (2009). Isolation and characterization of edible oil from wild olive. *African Journal of Biotechnology*, 8: 3734-3738.

Gimeno E., Fito M., Lamuela-Raventos R.M., Castellote A.I., Covas M., Farré M., De la Torre-Boronat M.C et Lopez-Sabater M.C. (2002). Effect of ingestion of virgin olive oil on human low-density lipoprotein composition. *European Journal of clinical Nutrition*. 56: 114-120.

Gimeno E., Fito M., Lamuela-Raventos R.M., Castellote A.I., Covas M., Farré M., De la Torre-Boronat M.C et Lopez-Sabater M.C. (2002). The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, α -tocopherol, and β -carotene) in virgin olive oil. *Food Chemistry*. 78: 207-211.

Gomez-Alonso S., Salvador M.D et Fregapane G. (2002). Phenolic compounds profile of Cornicabra virgin olive oil. *Agricultural Food Chemistry*. 50: 6812-6817.

Grati kamoun N., Knhlif M., Ayadi M., Rekik H., Rekik B et Hamidi M.T. (1999). Evolution des caractéristiques chimiques de l'huile olive au cours de la maturation des olives. *Revue ezzaitouna*, 5 : 1-2.

Guerfel M., Ouni Y., Taamalli A., Boujnah D., Stefanoudaki E et Zarrouk M. (2009). Effect of location on virgin olive oils of the two main Tunisian olive cultivars. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111: 926-932.

Gulcin D., Oktay M., Kufrevioğlu D et Aslan A. (2002). Determination of antioxidants activity of lichens *Cetrariaislandica*(L) Ach. *Journal of Ethnopharmacology*. 79:325-329.

J

Jacotot, B. (1997). Intérêt nutritionnel de la consommation de l'huile d'olive. *Oléagineux, corps gras et lipides* 4 : 373-734.

K

Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J-P., Pihlaja K., Kujala T.S et Heinonen M. (1999). Antioxidant Activity of Plant Extracts Containing Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 3954-3962.

Karliskind A, 1992. Manuel des corps gras. Ed.: *Tech & Doc*. 2: 1198-1212.

Kim D-O., Chun O.K., Kim Y.J., Moon H-Y et Lee C.Y. (2003). Quantification of Polyphenolics and Their Antioxidants Capacity in Fresh Plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6509-6515.

Kumaran A et Karunakaran R.J. (2007). In vitro antioxidant activities of methanol extracts of *Phyllanthus* species from India. *Lebens-Wiss Technol*. 40: 344-352.

L

Lee J., Koo N et Min D.B. (2004). Reactive oxygen species, aging and antioxidant Nutraceuticals. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*. 3: 21-33.

M

Mansouri F., Ben Moumen A., Houmy N., Richard G., Fauconnier M.L., Sindic M., Serghini-Caid H et Elamrani A. (2014). Évaluation de la stabilité oxydative d'huiles d'olive issues de l'assemblage d'huile d'Arbequina à d'autres huiles d'olive monovariétales 120 : 23-30.

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

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

Minguez-Mosquera I., Rejano J.L., Gandul B., Higinio A et Garrido J. (1991). Colour pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of American Oil Chemist's Society*. 68: 669-671.

Moreira L., Dias L.G., Pereira J.A et Estevinho L. (2008). Anti-oxydant properties, total phenols and pollen analysis of propolis samples from Portugal. *Food and chemical Toxicology*. 46: 3482-3485.

Morelló J.R., Motilva M.J., Tovar M.J et Romero MP. (2004). Changes in commercial virgin olive oil (Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chemistry*.85: 357-364.

MousaY.M., Gerasopoulos D., Metzidakis I et Kiritsakis A. (1996). Effect of altitude on fruit and oil quality characteristics of "Mastoides" olives. *Journal of Science of Food and Abiculture*, 71: 345-350.

O

Ollivier D., Richard M., Guérére M., Pinatel C., Petit C et Artaud J, (2003). Les caractéristiques physico-chimiques des huiles de l'AOC « huile d'olive de Nyons », *Chimus Oléic*. 34: 12-17.

P

Perrin, J.L, (1992). Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Revue française des Corps Gras*:1 : 25.

Pinellia P., Galardia C., Mulinaccia N., VincieriaF.F., A. Cimatob et Romania Minor A. (2003). Polar compound and fatty acid analyses in monocultivar virgin olive oils from Tuscany. *Food Chemistry* 80: 331–336.

R

Ranalli A., De Mattia G., Ferrante M. L. et Giansante L. (1997).Incidence of olive cultivation area on the analytical characteristics of the oil. 501-508.

Ruiz L.F., Rodriguez A.G.O., Fernandez M.H., Marquez A.J., Pozo P.L.D., Bernardino J.M., Ayusu T.R et Ojeda M.U., (1999). Consejeria de Agricultura y pesca. 2eme Ed. *Informacione stécticasc omunidad europea*.P : 17-44.

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

Ryan D et Kevin, K, (1998). School of Science and Technology. Charles Strut University (Australie), P: 28.

S

Samanigo-Sánchez C., Troncoso Gonzalez A.M., Garcia-Parrilla M.C., Quesada Granados J.J., Lopez Garcia de la serrana H et Lapez Martinez M.C. (2007). Different radical scavenging tests in virgin olive oil and their relation to the total phenol content. *Analytica Chimica Acta*. 593: 103-107.

Servili M., Selvaggini R., Esposito S., Taticchi A., Mantodoro G.F. et Morrozi G. 2004. Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *Journal Of Chromatography*. 154: 113-127.

Sroka Z et Cisowski W. (2003). Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids. *Food and Chemical Toxicology*. 41 : 753–758.

T

Tanilgan K., Ozcan M.M. et Unver A. (2007). Physical and chemical characteristics of five Turkish olive (*Olea europaea* L.) varieties and their oils. *Grasas y Aceites*, 58: 142 -147.

Tovar M.J., Paz Romero M., Girona J et Motilva M.J. (2002). L-phenylalanine ammonia-lyase activity and concentration of phenolics in developing olive (*Olea europaea* L. cv Arbequina) fruit grown under different irrigation regimes. *Journal of Science of food and Agriculture*, 82: 892-898.

Tuck K.L., Hanyball P.J. (2002). Major phenolics compounds in olive oil: metabolism and health effects. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 13: 636-644.

U

Uceda M., Herrera Aguilera Ma Paz et Mazzucchelli I. (2010). Manual de cata y maridaje del aceite de oliva. 1ª edición. *Editorial Almuzara, S.L.*

UICPA (Union internationale de chimie pure appliquée) (1979). Méthodes d'analyse de la Matière grasse et dérivés. 53 : 324-329.

Ulanowska K., Majchrzyk A., Moskot M., Jakobkiewicz-Banecka J et Wejrzyn G. (2007). Assessment of antibacterial effects of flavonoids by estimation of generation times in liquid bacterial cultures. *Biologia, Bratislava*. 62: 132-135.

V

Venkateshwarlu G., Let M.B., Meyer A.S., Jacobsen C. (2004). Modeling the sensory impact of defined combinations of volatile lipid oxidation products on fishy and metallic off-flavors. 52: 1635-1641.

Visioli F et Galli C. (1998). Olive Oil Phenols and Their Potential Effects on Human Health. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 46 : 4292-4296.

Vuorela S. (2005). Analysis, isolation, and bioactivities of rapeseed phenolics: 1343 :1-75.

W

Williams W.B., Cuvelier M.E et Berset C. (1995). Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm-Wiss U-Technol*. 28: 25-30.

Y

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

Z

Zarrouk W., Haddada F.M., Baccouri B., Oueslati I., Taamalli W., Fernandez Z., Lizzani-Cuvelier L., Daoud D. et Zarrouk M. (2008). Characterization of virgin olive oil from Southern Tunisia. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110: 81-88.

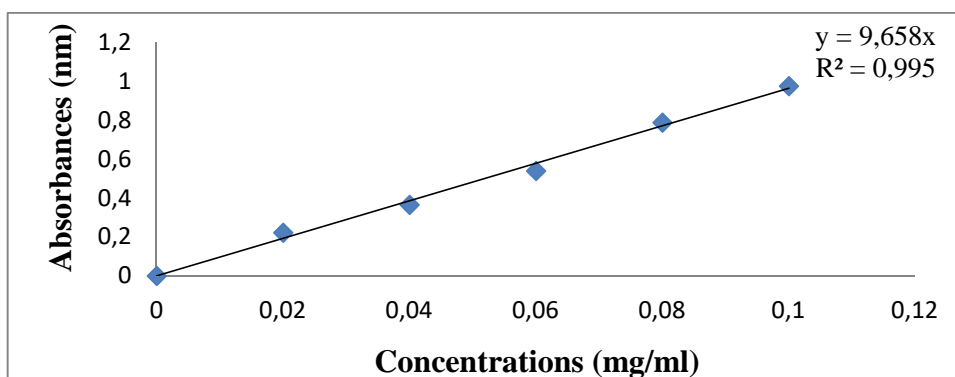


Figure 1 : Courbe d'étalonnage des composées phénoliques avec l'acide gallique.

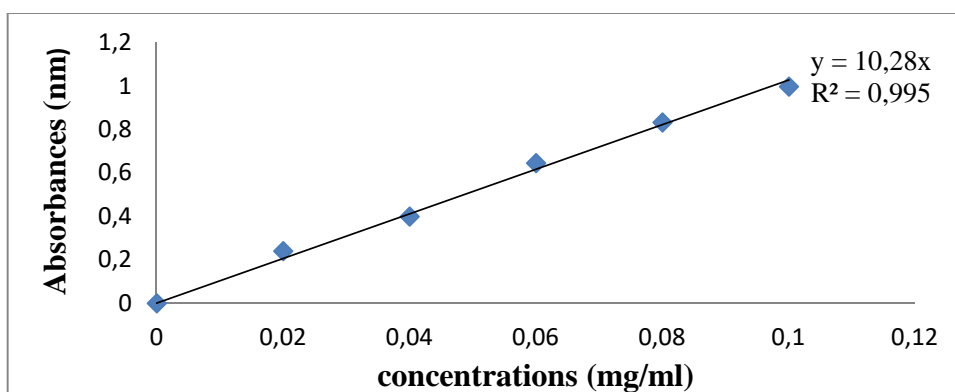


Figure 2 : Courbe d'étalonnage des flavonols avec la quercétine.

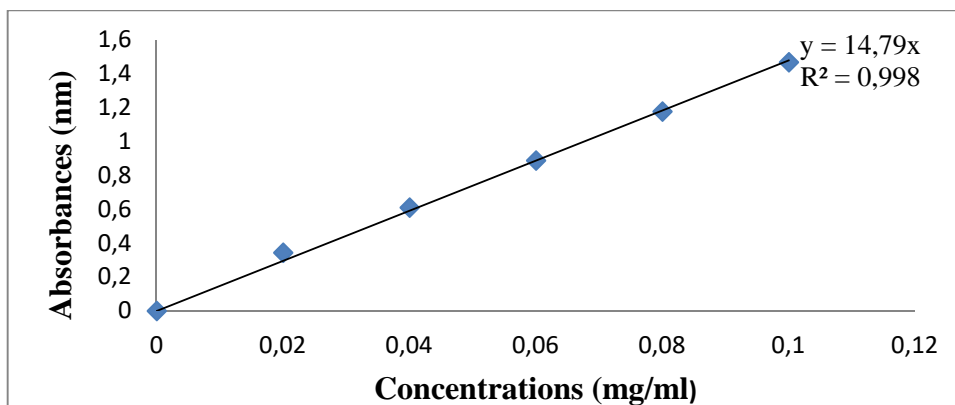


Figure 3 : Courbe d'étalonnage des ortho-diphénols avec l'acide gallique.

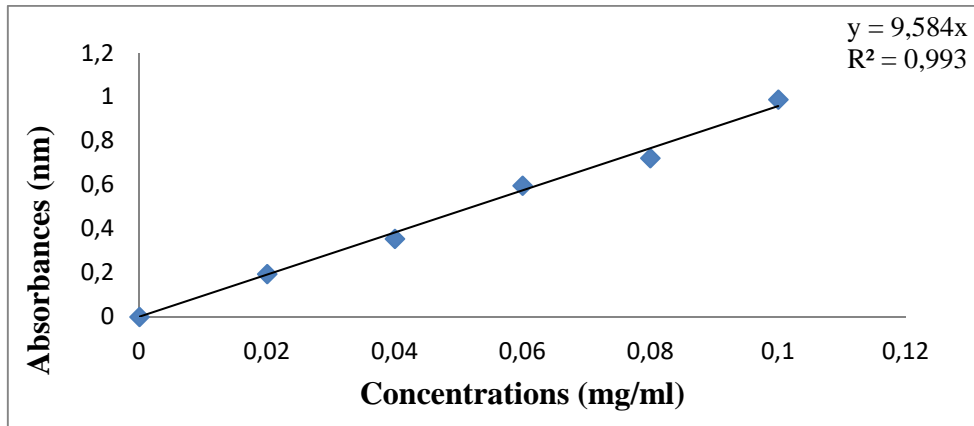


Figure 4 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes avec catéchine.

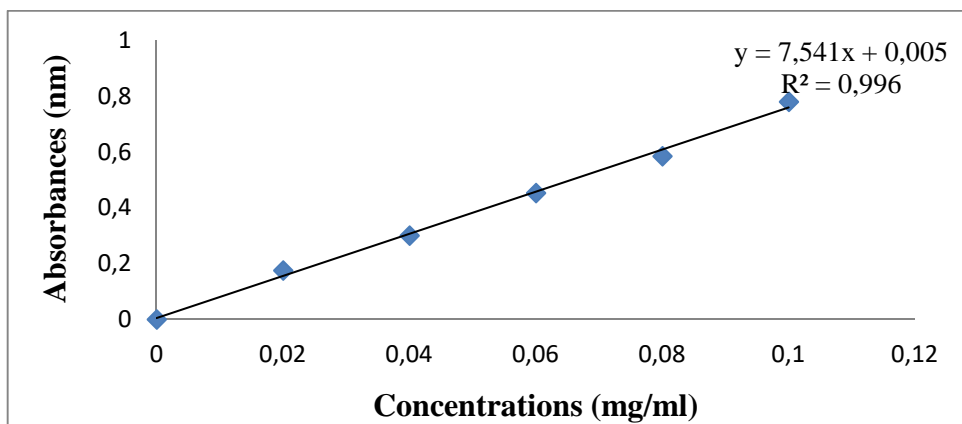


Figure 5 : Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur avec l'acide ascorbique.

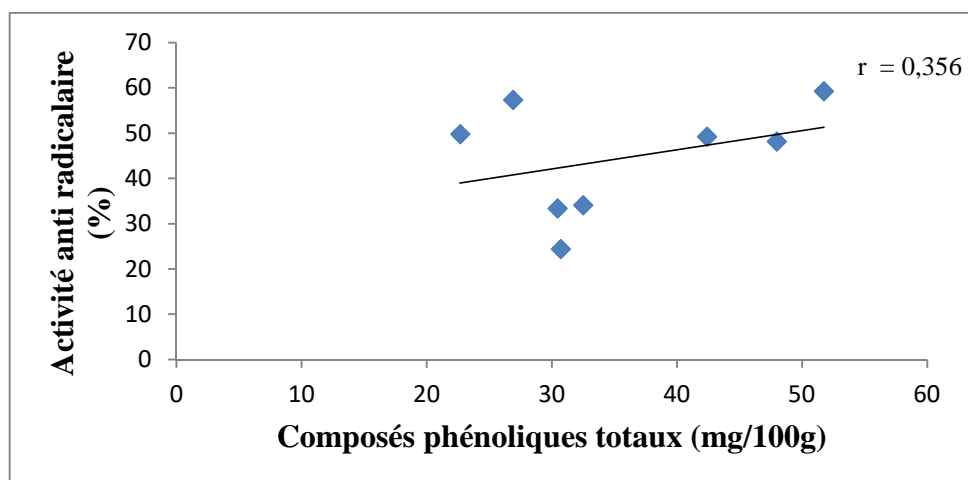


Figure 6 : Corrélation entre composés phénoliques totaux et l'activité anti-radicalaire.

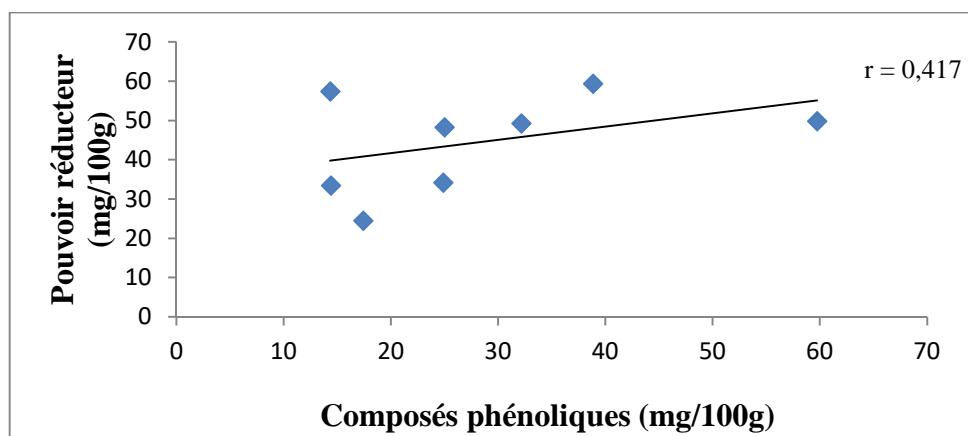


Figure 7 : Corrélation entre les composés phénoliques totaux et le pouvoir réducteur.

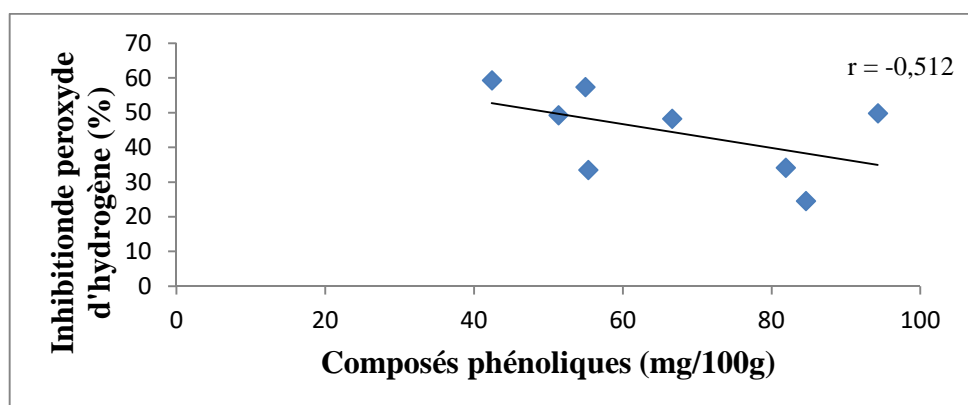


Figure 8 : Corrélation entre les composés phénoliques totaux et l'inhibition de peroxyde d'oxygène.

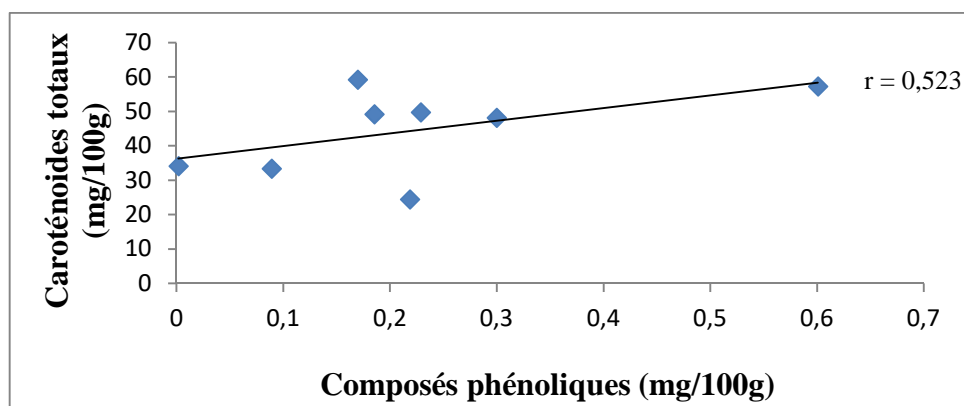


Figure 9 : Corrélation entre les composés phénoliques totaux et les caroténoïdes totaux.

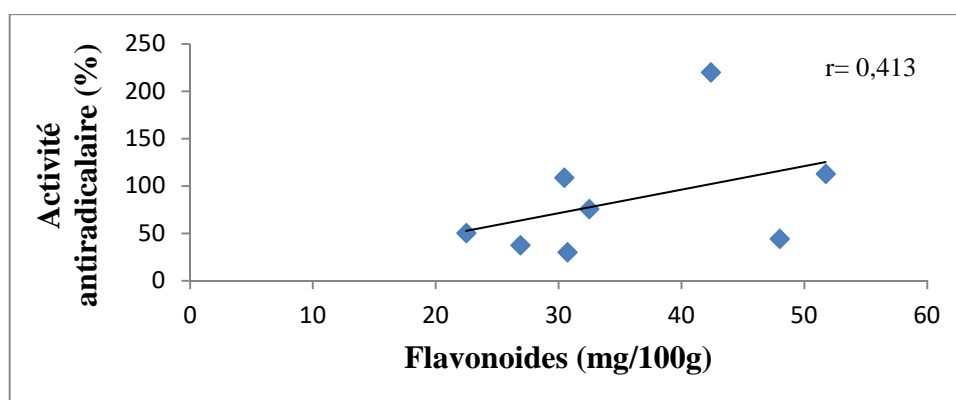


Figure 10 : Corrélation entre les flavonoïdes et l'activité anti-radicalaire.

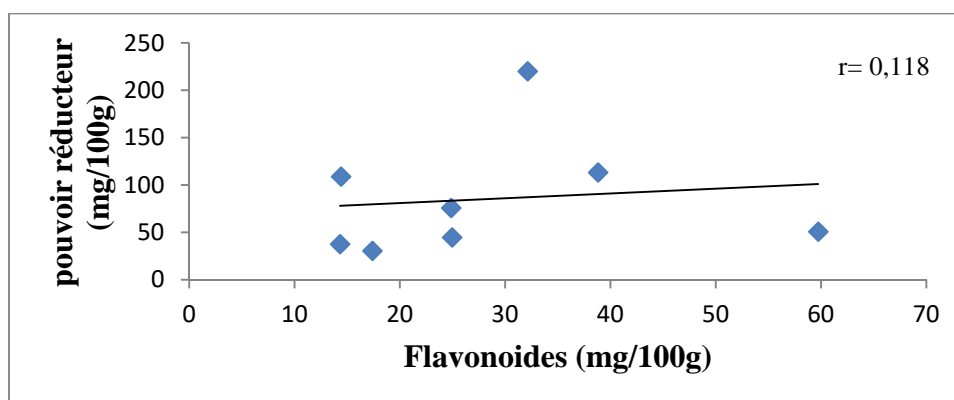


Figure 11 : Corrélation entre les flavonoïdes et le pouvoir réducteur.

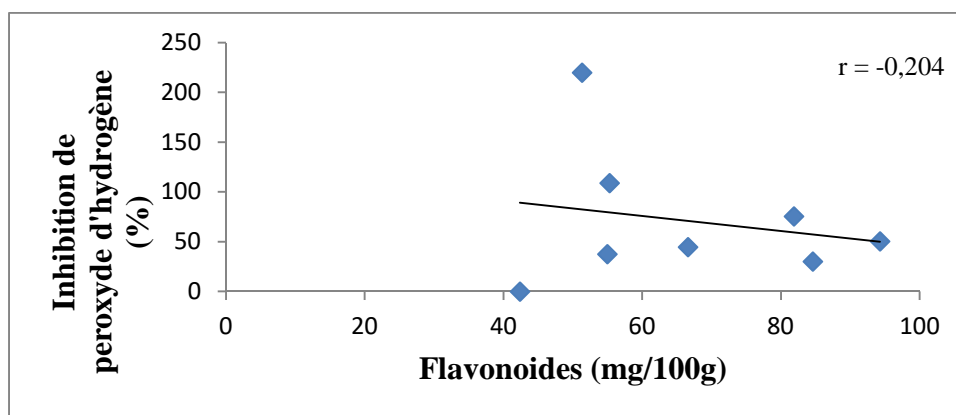


Figure 12 : Corrélation entre les flavonoïdes et l'inhibition de peroxyde d'hydrogène.

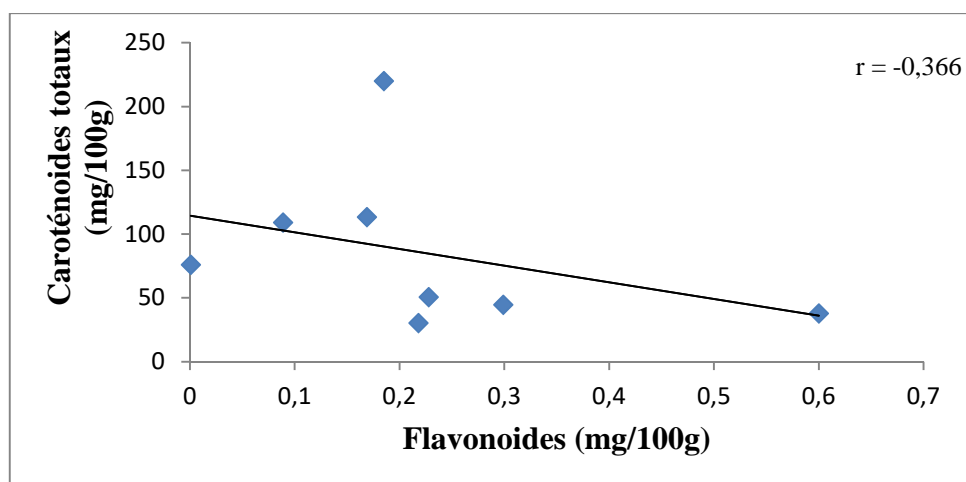


Figure 13 : Corrélation entre les flavonoïdes et les caroténoïdes totaux.

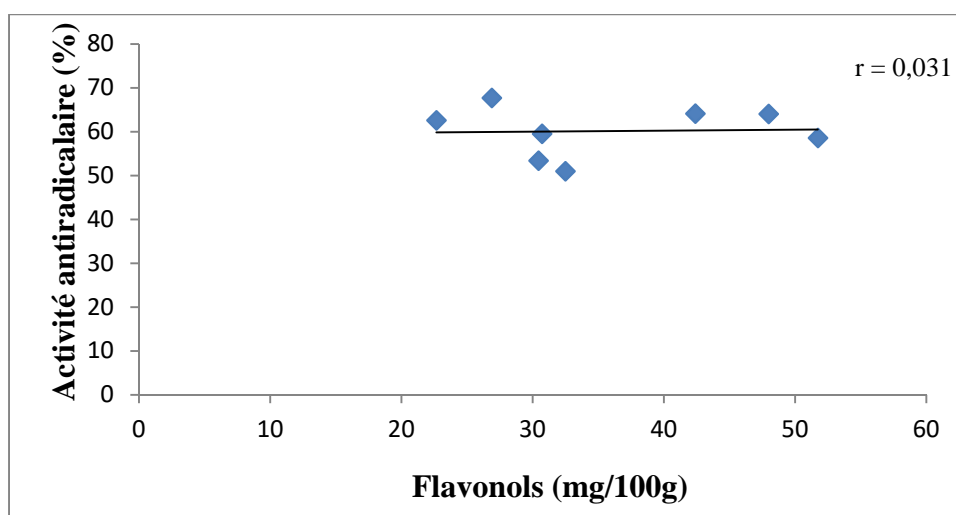


Figure 14 : Corrélation entre les flavonols et l'activité anti-radicalaire.

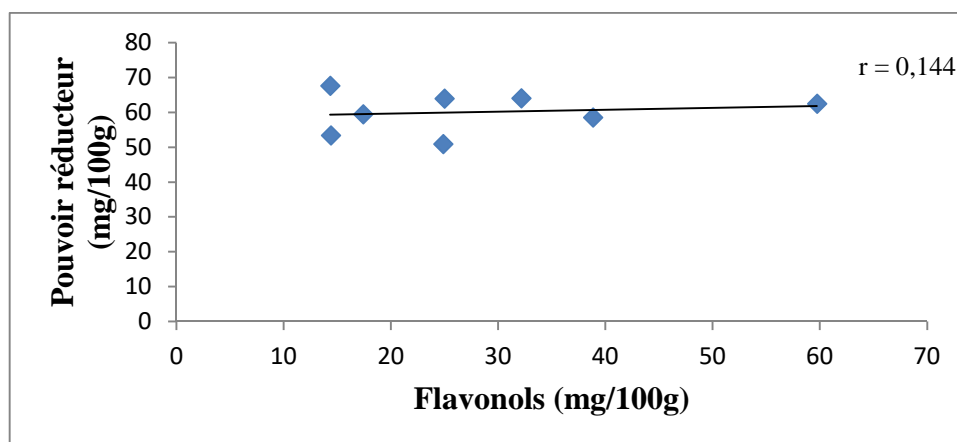


Figure 15 : Corrélation entre les flavonols et le pouvoir réducteur.

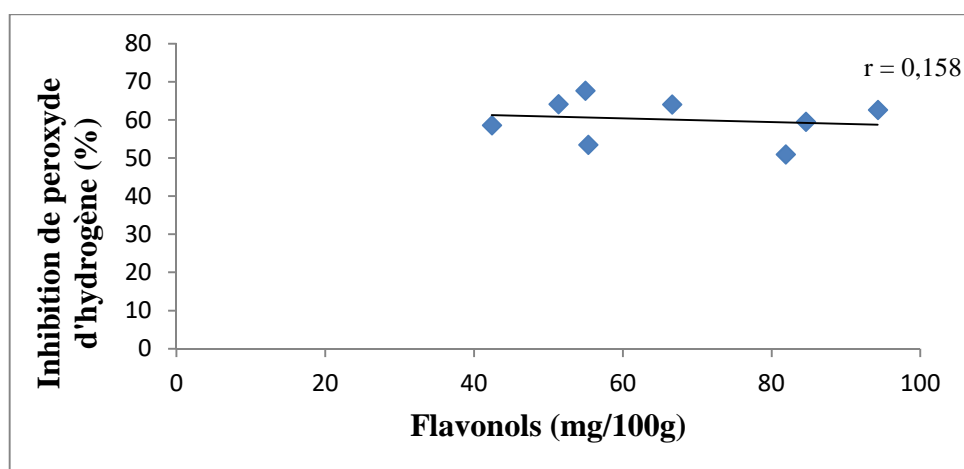


Figure 16 : Corrélation entre les flavonols et l'inhibition de peroxyde d'hydrogène.

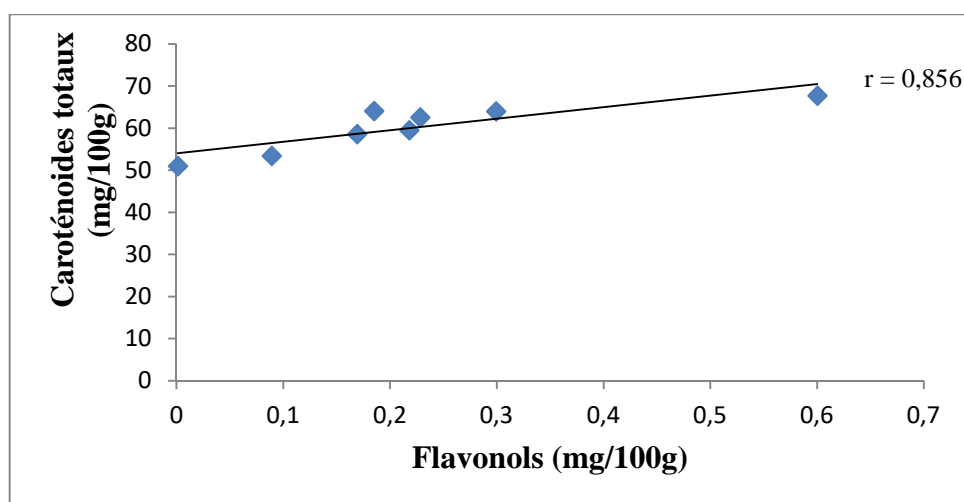


Figure 17 : Corrélation entre les flavonols et les caroténoïdes totaux.

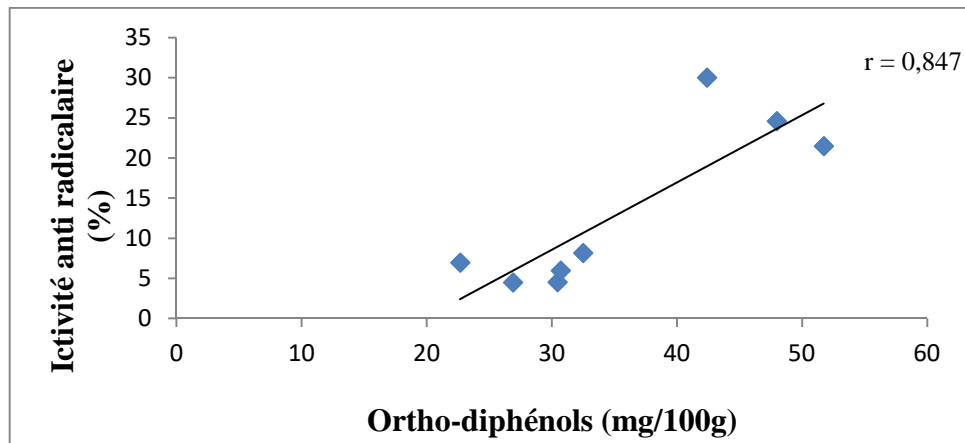


Figure 18 : Corrélation entre les ortho-diphénols et l'activité anti-radicalaire.

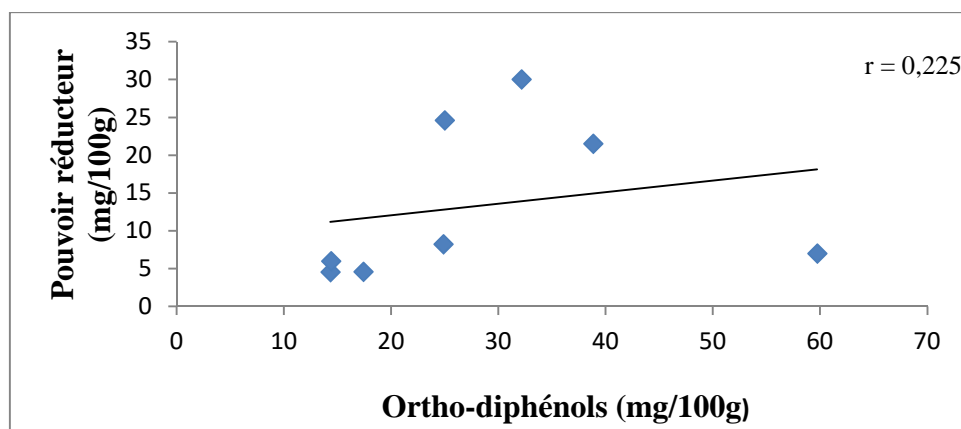


Figure 19: Corrélation entre les ortho-diphénols et le pouvoir réducteur.

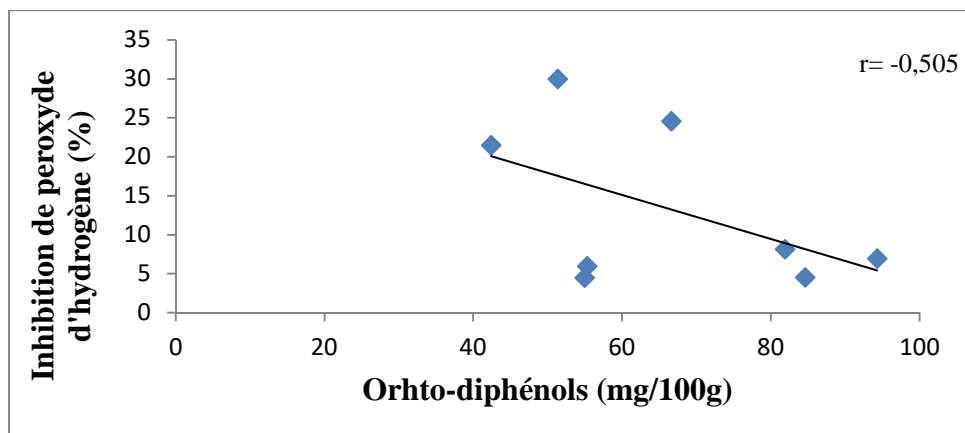


Figure 20: Corrélation entre les ortho-diphénols et l'inhibition de peroxyde d'hydrogène.

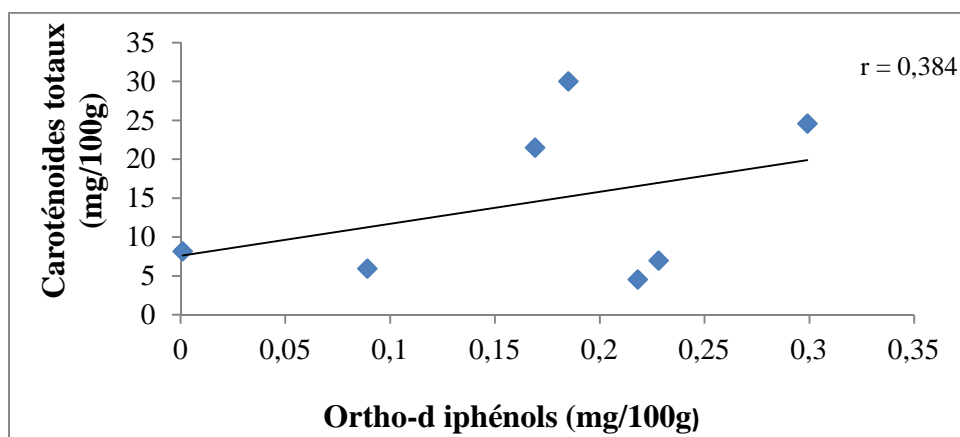


Figure21: Corrélation entre les ortho-diphénols et les caroténoïdes totaux.

Tableau I : La classification des huiles d'olive (COI, 2015).

Catégories	Huile d'olive extra	Huile d'olive vierge	Huile d'olive courante	Huile d'olive lampante (Impropre à la consommation)
Acidité libre en % d'acide oléique	≤ 0.8	≤ 2	≤ 3.3	>3.3
Indice de Peroxyde (en meqd'O₂/kg)	≤ 20	≤ 20	≤ 20	Non limité
Absorbance dans l'UV - à 270nm - à 232nm - AK	≤ 0.22 ≤ 2.5 ≤ 0.01	≤ 0.25 ≤ 260 ≤ 0.01	≤ 0.3 ≤ 0.01	-
Teneur en eau et en matière volatiles	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.3
Médiane de fruité	>0	>0	-	-
Médiane des défauts	$=0$	$0 < Me < 3.5$	$3.5 < Me < 6.0$	$Me > 6.0$

Résumé

L'objectif de ce travail est l'étude de quelques propriétés biologiques (l'activité anti-oxydante et antimicrobienne) des huiles d'olive issues de quatre variétés (Azeradj, Aberkane, Chemlal et Azebouj) récoltées dans la région d'Akbou (Bejaia). Les paramètres physico-chimiques, les teneurs en composés phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes, flavonols et *ortho*-diphénols) ainsi que l'activité anti oxydante sont déterminés. Les résultats obtenus concernant les indices de qualité ont révélé que les huiles analysées sont classées dans la catégorie des huiles d'olives vierges extra. L'analyse statistique a révélé de différences significatives entre les variétés analysées. Parmi les variétés étudiées, la variété Azebouj renferme des teneurs importantes en polyphénols, *Ortho*-diphénols et en flavonoïdes ainsi qu'une activité anti radicalaire la plus élevée. Cependant, la variété Aberkane renferme une teneur élevée en flavonols (658,5mg/Kg). Des corrélations significatives ont obtenues entre les teneurs en composés phénoliques ainsi que l'activité anti oxydante.

Mots clés : Huile d'olive, variété, activité anti-oxydante, activité antimicrobienne.

Abstract

The objective of this work is the study of some biological properties (anti-oxidant and antimicrobial activity) of olive oils from four varieties (Azeradj, Aberkane, Chemlal and Azebouj) harvested in the Akbou region (Bejaia). The physicochemical parameters, the phenolic compound contents (total polyphenols, flavonoids, flavonols and *ortho*-diphenols) as well as the antioxidant activity are determined. The results obtained for the quality indices revealed that the oils analyzed are classified in the category of extra virgin olive oils. Statistical analysis revealed significant differences between the varieties analyzed. Among the varieties studied, the Azebouj variety contains significant levels of polyphenols, *ortho*-diphenols and flavonoids, of the same variety for anti-free radical activity (47.5%). However, the Aberkane variety has a high content of flavonols (658.5 mg / kg). Significant correlations were obtained between the levels of phenolic compounds as well as the antioxidant activity.

Key words: Olive oil, variety, antioxidant activity, antimicrobial activity.

CONCLUSION

Synthèse
bibliographique

Introduction

Sommaire

Partie pratique

Matériel et méthode

Références bibliographiques

Résultats et discussion

Annexe