

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Béjaia

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

**Activité antioxydante de l'huile d'olive
aromatisée**

Présenté par :

Amour Seloua & Birouche Thiziri

Soutenu le : **24 Juin 2018**

Devant le jury composé de :

M^f Tamendjari A.
Mme Lehouche R.
Mlle Touati N.

Professeur	Président
MCA	Encadreur
MAA	Examineur

Année universitaire : 2017 / 2018

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles afin d'accomplir ce travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à notre promotrice Mme Lelhouche, qui nous a encadré et dirigé avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'elle nous a accordé

Nous adressons nos profonds remerciements à Mr Tamendjari ; d'avoir accepté de présider notre jury ;

Nos vifs remerciements s'adressent à M^{lle} Touati d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos profonds remerciements s'adressent à Abbar Meriem pour son aide, ses encouragements, ses précieux conseils, ... tout au long de la réalisation de ce mémoire ;

Un grand merci à M^{me} Imadalou, M^{me} Guerfi et M^{me} Saadi-Ahmed qui nous ont beaucoup aidé et soutenu pendant notre travail pour leurs conseils ;

Nos remerciements s'adressent à tous les enseignants du département des sciences alimentaires

Nous remercions également toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail.

Thiziri & Seloua

Dédicaces

*A l'aide de Dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,
J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*A mes très chers parents (Brahem et Dalila), sans votre affection, vos
conseils, vos sacrifices, vos encouragements, vos prières et vos efforts
que vous avez déployé durant toute ma vie, ce travail n'aurait jamais
pu être réalisé. Je vous présente ma pleine gratitude et mon profond
respect, j'espère que Dieu vous accorde une longue vie pleine de santé
et de bonheur ;*

*A mon cher et aimable mari Mohamed, pour ses encouragements, son
dévouement et son appui à toutes mes entreprises ; ainsi qu'à toute sa
famille ;*

A mon adorable soeur: Samia

A mes frères : Missibssa et Youba

A mon oncle M'hend et sa famille;

A mes grands parents Bouelem et Thassadite;

A toute ma famille ;

*A mes chère amies : Menoun; Meriem; Zakia; Thassadite; Wassila ;
Djahida; Nawa; Houda; fatma;*

*A mon binôme Seloua qui a partagé avec moi les moments difficiles de
ce travail et sa
Famille;*

*A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de
ce mémoire;*

A tout la promotion QPSA (2017-2018).

Thiziri

Dédicace

En ce moment chaleureux dans ma vie, je tiens à remercier tout d'abord le bon Dieu le tout Puissant qui m'a procuré du courage et de la volonté pour réaliser ce travail que je dédie :

A la femme la plus courageuse, sensible, généreuse, à celle qui a su me donner amour et joie de vivre, à celle qui a toujours montré affection et compréhension à mon égard, ma mère que j'aime.

A l'homme de courage et de force, à celui qui a toujours été présent, qui m'a appris les vraies valeurs de la vie à celui qui m'a soutenu en toutes circonstances, mon père que j'aime.

A mon très cher fiancé Djahid, en signe d'amour et de gratitude pour m'avoir supporté, soutenu et surtout pour sa présence et sa patience, pour ces sacrifices, ces encouragements, sa fidélité et sa gentillesse et ainsi qu'à sa famille.

A mes chères seours Samia et son mari Abdelmalek, Zahia et son mari Nourdine, Fouzia et Kahina.

A mes chers frères : Mabrouk, Abdelhakime, Toufik et Mouhamed.

A mes neveux : Abelali et Abdeldjalil.

A mes nièces : Tinhinane, Amira, Nour elhouda, Salsabile, Halla, Tasnim et Tassnim.

A mon cher binôme et amie Thiziri ainsi que sa famille.

A mes grands-parents paternels et maternels.

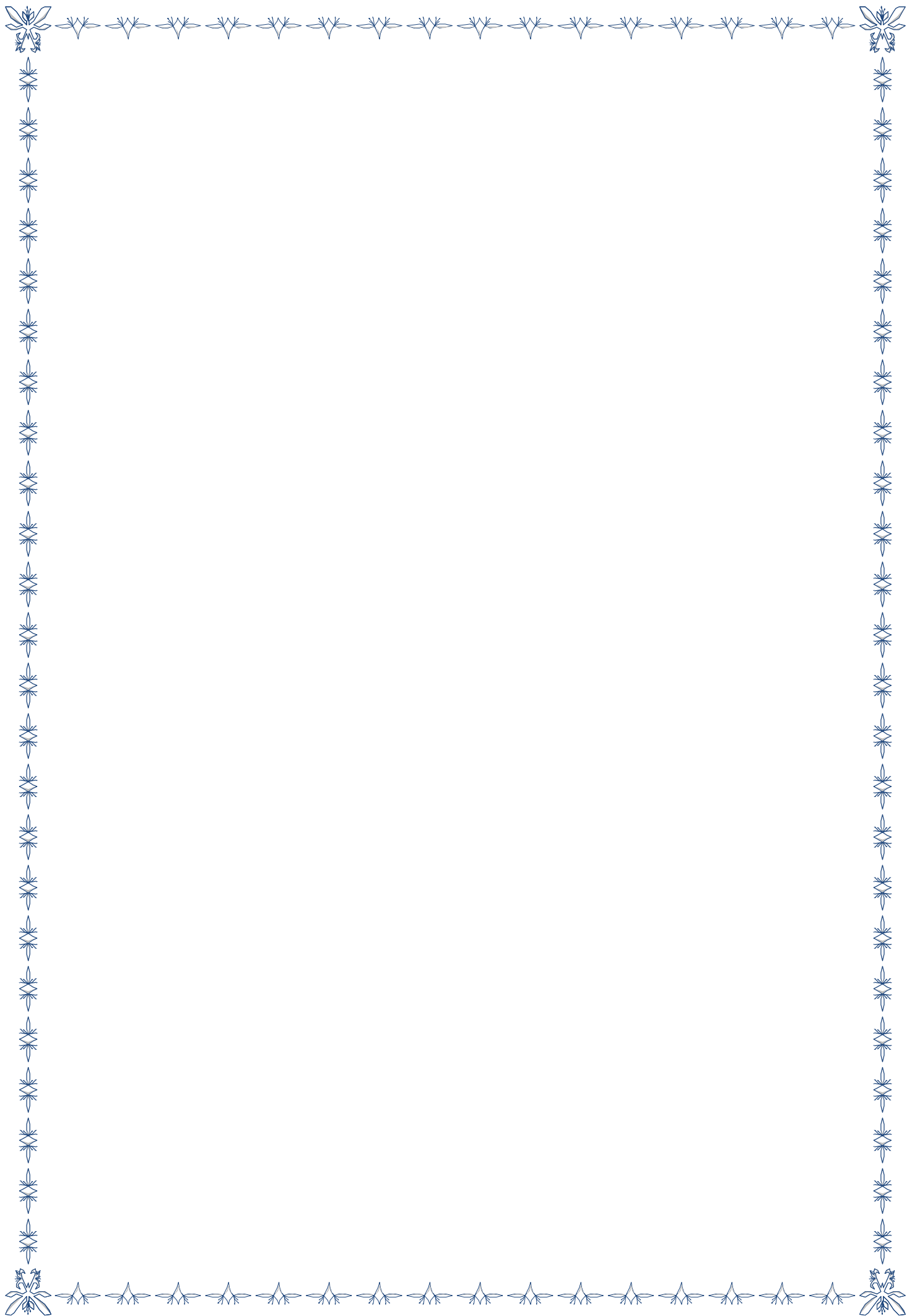
A tout mes amies : Hanifa, Wissam, Samiha.

A toute ma famille

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

A toute la promotion de QPSA (2017/2018).

Seloua



Liste des abréviations

ANOVA: Analysis of variance

COI : Conseil oléicole international

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

E.A.C : Equivalent en acide caféique

E.A.G : Equivalent en acide gallique

E.Q : Equivalent en quercétine

HAR : Huile aromatisée au romarin

HAT : Huile témoin aromatisée au thym

HT (t₀) : Huile sans stockage

HTm : Huile témoin

LSD : Least significant difference

T_{am} : Température ambiante

UV : Ultra-violet

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Structure des tocophérols.	16
2	Structure de β -carotène.	16
3	Photographie de la partie aérienne de <i>Thymus sp.</i>	19
4	Photographie de la partie aérienne de <i>Rosmarinus Officinallis</i>	20
5	Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH°.	23
6	Pouvoir réducteur des extraits méthanoliques des huiles d'olives vierges témoins et des huiles aromatisées au thym et au romarin.	28
7	Pourcentage d'inhibition du radical DPPH° des extraits méthanoliques des différents échantillons d'huiles d'olives témoins et d'huiles aromatisées au thym et au romarin .	30
8	Pourcentage d'inhibition du radical DPPH° des différents échantillons d'huile d'olive témoins et des huiles aromatisées au thym et au romarin.	31

Liste des figures en annexe

Figure	Titre	N° de l'annexe
1	Courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques totaux.	I
2	Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.	I
3	Courbe d'étalonnage pour le pouvoir réducteur.	I

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Composition moyenne en acide gras de l'huile d'olive analysée par chromatographie en phase gazeuse (% m/m d'esters méthyliques).	4
II	Les classes majeures des composés phénoliques de l'huile d'olive vierge.	6
III	Classification systématique de <i>Thymus sp.</i>	10
IV	Classification systématique du <i>Rosmarinus officinalis</i> .	12
V	Dénomination des différents échantillons.	21
VI	Teneur en polyphénols totaux des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym et au romarin.	25

Liste des tableaux en annexe

Tableau	Titre	N° de l'annexe
I	Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour les analyses effectuées.	II

Remerciements
Dédicaces
Liste des abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux
Introduction 1

Partie bibliographique

Chapitre I : Huile d'olive

I.1 Définition de l'huile d'olive 2
I.2 Catégories de l'huile d'olive vierge 2
I.2.1 Huile d'olive vierge extra 2
I.2.2 Huile d'olive vierge 2
I.2.3 Huile d'olive vierge courante 2
I.2.4 Huile d'olive vierge lampante 2
I.3 Composition de l'huile d'olive 3
I.3.1 Fraction saponifiable 3
I.3.1.1 Glycérides 3
I.3.1.2 Acides gras 3
I.3.2 Fraction insaponifiable 4
I.3.2.1 Stérols 4
I.3.2.2 Tocophérols 5
I.3.2.3 Composés aromatiques 5
I.3.2.4 Composés phénoliques 5
I.3.2.5 Pigments 6
I.3.2.6 Hydrocarbures 7
I.5 Stockage et conditionnement de l'huile d'olive 7
I.6 Qualité de l'huile d'olive 7

Chapitre II : Thym et romarin

II.1 Thym 9
II.1.1 Définition 9
II.1.2 Description botanique 9
II.1.3 Classification botanique 9

II.1.4 Principes actifs du thym	10
II.1.5 Propriétés du thym	11
II.2 Romarin	11
II.2.1 Définition.....	11
II.2.2 Description botanique.....	11
II.2.3 Classification botanique.....	11
II.2.4 Principes actifs du romarin.....	12
II.2.3 Propriétés du romarin	12

Chapitre III : Antioxydants et oxydation de l'huile d'olive

III.1 Oxydation d'huile d'olive	14
III.2 Principaux antioxydants de l'huile d'olive.....	15
III.2.1 Composés phénoliques.....	15
III.2.2 Tocophérols.....	15
III.2.3 Caroténoïdes.....	16
III.2.4 Squalène	16
III.3 Stress oxydant	17
III.3 Mécanisme d'action des antioxydants	17

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal.....	19
I.1.1. Huile d'olive	19
I.1.2. Thym et romarin.....	19
I.2. Préparation du mélange huile/plante aromatique	20
I. 3 Méthodes d'analyses	21
I.3.1 Extraction et dosage des composés phénoliques.....	21
I.3.1.1 Extraction.....	21
I.3.1.2 Dosage des polyphénols totaux.....	22
I.3.1.3 Dosage des flavonoïdes	22
I.3.2 Etude de l'activité antioxydante de l'huile d'olive.....	23
I.3.2.1 Pouvoir réducteur.....	23
I.3.2.2 Mesure de l'activité antiradicalaire	23

a) Activité scavenger de l'extrait méthanoliques sur le radical DPPH	23
b) Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH	24
I.5. Etude statistique	24

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1 Composés phénoliques.....	25
II.1.1 Dosage des polyphénols totaux.....	26
II.1.2 Dosages des flavonoïdes	27
II.2. Détermination de l'activité antioxydante	28
II.2.1. Pouvoir réducteur	28
II.2.2. Activité antiradicalaire	29
II.2.2.1. Activité scavenger des extraits méthanoliques sur le radical DPPH	29
II.2.2.2. Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH	31
Conclusion.....	33
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

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 (**Gharbi et al., 2014**).

La production d'olive et sa transformation en huile ont un impact socio-économique en Algérie, classée parmi les pays producteurs après l'Union Européenne. Il est donc impératif pour notre pays du point de vue économique de garantir des conditions optimales pour obtenir des huiles de haute qualité (**Benaziza et Semad, 2016**).

L'huile d'olive possède une composition nutritionnelle équilibrée en acides gras, modérée en acide palmitique et très riche en acide oléique. Néanmoins, c'est la présence des composés phénoliques particuliers qui lui confère une haute stabilité contre l'oxydation lors du stockage avec une couleur et une saveur uniques la distinguant des autres huiles (**Gigon et Le Jeune, 2010; Tanouti et al., 2011**).

À l'instar d'autres huiles végétales, les huiles d'olives vierges (HOV) subissent une oxydation pendant leur stockage, résultant de l'auto-oxydation qui dépend de plusieurs facteurs qui sont entre autre, le degré d'insaturation de l'huile, les acides gras libres, la présence des ions métalliques et de l'eau, l'emballage utilisé, la température ambiante, l'oxygène de l'atmosphère et l'exposition à la lumière du jour pour les emballages transparents et de la photo-oxydation (**Benlemlih et Ghannam, 2012; Hadjou et al., 2013**).

Les plantes aromatiques sont à l'origine de la forte valeur ajoutée, et elle sont largement étudiées et très connues pour leurs richesses en huiles essentielles qui leurs confèrent un pouvoir aromatique (**Jean-Christophe et Chadouli, 2012**).

L'objectif de ce travail à court terme est d'étudier l'activité antioxydante de l'huile d'olive aromatisée par deux plantes : Le thym (*Thymus sp.*) et le romarin (*Rosmarinus officinallis*).

Notre travail est subdivisé en deux parties:

- La première partie « théorique » est consacrée à une synthèse bibliographique sur la composition et la qualité de l'huile d'olive, le thym et le romarin et sur les antioxydants et l'activité antioxydante de l'huile d'olive.
- La seconde partie « pratique » comporte la présentation du matériel et méthodes d'analyses utilisées, suivi des résultats obtenus et leur discussion.

Chapitre I : Huile d'olive

I.1 Définition de l'huile d'olive

C'est une huile provenant uniquement du fruit d'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 (COI, 2001). L'huile d'olive vierge est obtenue uniquement par des procédés mécaniques, physiques et thermiques qui n'altèrent pas l'huile. Elle ne doit subir d'autre traitement que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration (Pouyet *et al.*, 2014).

I.2 Catégories de l'huile d'olive vierge

L'huile d'olive vierge est un résultat d'une simple pression du fruit, elle est classée selon l'acidité et les caractéristiques organoleptiques (Chibois *et al.*, 1999). On distingue plusieurs classes:

I.2.1 Huile d'olive vierge extra

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8 g/100 g et dont les autres caractéristiques correspondent à celles indiquées pour cette catégorie (Codex alimentarius, 2015).

I.2.2 Huile d'olive vierge

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique avec un maximum de 2 g/100 g et dont les autres caractéristiques correspondent à celles prescrites pour cette catégorie (Codex alimentarius, 2015).

I.2.3 Huile d'olive vierge courante

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique à un maximum de 3,3 g/100 g et dont les autres caractéristiques correspondent à celles prescrites pour cette catégorie (Codex alimentarius, 2015).

I.2.4 Huile d'olive vierge lampante :

C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique à un maximum de 3,3 g/100 g et les autres caractéristiques sont conformes à celle prévues pour cette catégorie (C.O.I., 2015).

I.3 Composition de l'huile d'olive

Les lipides de l'huile d'olive contiennent une fraction principale dite saponifiable (triglycérides, etc.) et une fraction mineure insaponifiable (stéroïdes, caroténoïdes, etc.) (Veillet, 2010).

Cette composition dépend largement de la variété du fruit, des conditions agronomiques, du degré de maturité, des procédés d'extraction et des conditions de stockages (Cichelli et Pertesana, 2004).

I.3.1 Fraction saponifiable

Cette fraction représente 99 % de l'huile d'olive et elle est constituée fondamentalement d'acides gras et de glycérols (Karleskind, 1992; Benlemlih et Ghanam, 2012).

I.3.1.1 Glycérides

Ce sont les composants majoritaires de l'huile d'olive (95,4%), les diglycérides ne représentent qu'environ 1-2,8% (Zarrouk *et al.*, 1996; Boskouet *et al.*, 2006). Les principaux triglycérides de l'huile d'olive sont : la trioléine « OOO », la dioléopalmitine « POO », la dioléolinoléine « OOL », la palmitooléolinoléine « POL » et la dioléostéarine « SOO » (Giovanna *et al.*, 1999).

I.3.1.2 Acides gras

L'huile d'olive présente un profil en acides gras (Tableau I) dominé par l'acide oléique (C18: 1) présent en grande quantité (55 à 83 %) et renferme une faible teneur en acides gras polyinsaturés (Ryan *et al.*, 1998).

La composition de l'huile d'olive en acides gras joue un rôle important au niveau de sa qualité nutritionnelle (Douzane *et al.*, 2012).

Tableau I: Composition moyenne en acides gras de l'huile d'olive analysée par chromatographie en phase gazeuse (% m/m d'esters méthyliques) (COI, 2015).

Acides gras	Symboles	Limite de variabilité(%)
Acide myristique	C14 :0	≤ 0,03
Acide palmitique	C16 :0	7,5 – 20,0
Acide palmitoléique	C16 :1	0,3 – 3,5
Acide heptadécanoïque	C17 :0	≤ 0,3
Acide heptadécénoïque	C17 :1	≤ 0,3
Acide stéarique	C18 :0	0,5 – 5,0
Acide oléique	C18 :1	55,0 – 83,0
Acide linoléique	C18 :2	2,5 – 21,0
Acide linoléinique	C18 :3	≤ 1,0
Acide arachidique	C20 :0	≤ 0,6
Acide gadoléique	C20 :1	≤ 0,4
Acide béhénique	C22 :0	≤ 0,2
Acide lignocérique	C24 :0	≤ 0,2

I.3.2 Fraction insaponifiable

La fraction insaponifiable contient des constituants dits « mineurs » car ils présentent de faibles proportions dans la composition chimique de l'huile d'olive, mais qui lui apportent une valeur biologique d'une grande importance. L'insaponifiable représente de 0,4 à 0,8 % de l'huile d'olive (Henry, 2003).

I.3.2.1 Stérols

Les stérols constituent une fraction importante de l'insaponifiable ; ils en représentent entre 10 à 15 %. La quantité totale de stérols dans l'huile d'olive extra vierge varie de 113 à 265 mg/100 g (Essiari, 2014). Plusieurs études ont identifié trois principaux stérols dans les huiles d'olive : le β -sitostérol, le campestérol et le stigmastérol (Stiti *et al.*, 2002; Bentemime *et al.*, 2008).

I.3.2.2 Tocophérols

Les tocophérols se présentent sous quatre formes ; α tocophérols (comprend 95% des tocophérols totaux), β , γ tocophérols et δ tocophérols. Ils diffèrent par le nombre et la position des groupements méthyles sur le noyau aromatique (**Azzi et Stocker, 2000**). Ils contribuent à la stabilité oxydative et aux qualités nutritionnelles de l'huile d'olive (**Haddam et al., 2014**).

I.3.2.3 Composés aromatiques

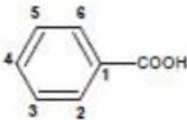
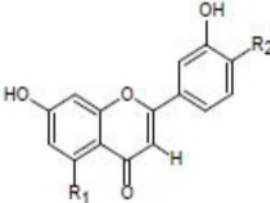
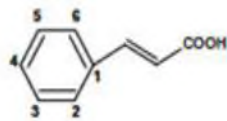
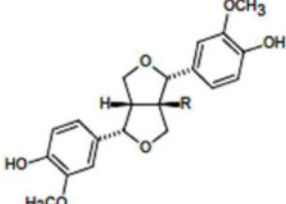
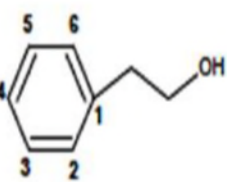
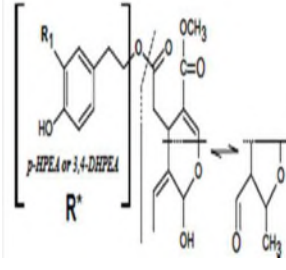
L'huile d'olive est intéressante d'un point de vue nutritionnel, elle est surtout appréciée pour son goût et ses arômes particuliers. Les composés aromatiques sont des molécules de faible poids moléculaire possédant une volatilité à température ambiante (**Veillet, 2010**). Ils sont constitués d'un mélange de composés volatils tels que les hydrocarbures, les aldéhydes, les alcools, les cétones, les furanes et les esters (**Vichi et al., 2003; Luna et al., 2006**). L'odeur de l'huile est due à la capacité de certaines de ces molécules volatiles à atteindre les récepteurs olfactifs du nez (**Angerosa, 2002**).

I.3.2.4 Composés phénoliques

L'huile d'olive est riche en composés phénoliques mineurs, en particulier l'hydroxytyrosol; molécule bioactive, puissante comme antioxydant et représentant une action anti-inflammatoire (**Jose et al., 2015; Antoni et al., 2016**). Ces substances sont responsables de la bonne stabilité à l'oxydation des huiles d'olive vierges et possèdent d'intéressantes propriétés nutritionnelles et organoleptiques (**Ollivier et al., 2004**).

Les composés phénoliques de l'huile d'olive sont répartis en quatre classes (**Tableau II**): des phénols simples issus de la décarboxylation de l'acide shikimique. On trouve parmi les phénols simples l'acide gallique, l'acide vanillique qui sont des dérivés hydroxybenzoïques, l'acide caféique et l'acide sinapique qui sont des dérivés hydroxycinnamiques (**Ramirez-Tortosa et al., 2006**). D'un autre côté, l'huile d'olive contient des sécoiridoïdes qui sont des composés glycosylés issus du métabolisme secondaire des terpènes, ils dérivent de l'oléuropéine, du méthyleuropéine et du ligtoside (**Soler, 2000; Servili et al., 2004**) et des molécules plus complexes comme les lignanes (4,15mg/100g dans l'huile vierge extra et 0,73mg/100g dans l'huile raffinée) (**Owen et al., 2000**). Enfin, les flavonoïdes qui constituent une énorme classe de composés phénoliques naturels peuvent se présenter sous forme de monomères, de dimères et d'oligomères supérieurs (**Macheix et al., 2005**). Les flavonoïdes sont subdivisés en flavones, flavonols, flavonone et flavanols (**Bendini et al., 2007**).

Tableau II : Classes majeures des composés phénoliques de l'huile d'olive vierge
(Servili *et al.*, 2004; Bendini *et al.*, 2007).

Composé	Structure générale	Composé	Structure générale
Acides benzoïques -Acide vanillique -Acide syringique -Acide gallique -Acide hydroxybenzoïque		Flavonoïdes - Apigénine - Lutéoline	
Acides cinamiques -Acide p-coumarique -Acide o-coumarique -Acide caféique -Acide férulique		Lignanes - (+)-1-Acétoxypinoresinol - (+)-Pinoresinol	
Alcools phénoliques -Hydroxytyrosol Tyrosol(3,4-Dihydroxyphenyl)éthanol-glucoside		Secoiridoïdes - Oleupéine aglycone - Ligstrosideaglycone -Oleuropéine Forme dialdéhydique d'oleuropeine aglycone	

I.3.2.5 Pigments

Ils sont responsables de la couleur vert et jaunâtre de l'huile d'olive (Cichelli *et al.*, 2004), on distingue deux types :

- **Caroténoïdes**

Le β -carotène et la lutéine sont les caroténoïdes les plus importants dans l'huile d'olive à raison de 1,0 à 2,7 ppm et 0,9 à 2,3 ppm respectivement (Psomiadou et Tsimidou, 2002). Leur teneur dans l'huile d'olive dépend de la variété, du degré de maturité, des conditions environnementales, du procédé d'extraction et des conditions de stockages (Criado *et al.*, 2004; Giuffrida *et al.*, 2007).

- **Chlorophylles**

Les chlorophylles a et b sont naturellement présentes dans les olives fraîches; les phéophytines a et b présentent 40 à 80% des chlorophylles totaux de l'huile et qui sont formées durant l'extraction (Ghalmi, 2012 ; Criado *et al.*, 2007).

I.3.2.6 Hydrocarbures

Le squalène est le principal hydrocarbure de l'huile d'olive, sa présence dans l'huile d'olive est d'environ 400-450mg/100g, l'huile d'olive contient aussi d'autres hydrocarbures, mais en très faibles quantités tels que le β -carotène (**Kiritsakis et Markakis, 1988**).

I.5 Stockage et conditionnement de l'huile d'olive

Au cours du stockage, l'huile subit une oxydation et un rancissement, c'est pour cela qu'il est recommandé de conserver l'huile dans des cuves en inox ou dans des bouteilles en verre coloré, plutôt que le verre blanc (**Benyahia et al., 2003; Jean-Claude, 2013**).

Les changements de températures de conservation des olives favorisent la dégradation de l'huile. En effet, les basses températures de stockage (5°C) retardent la disparition des composés phénoliques par rapport à la températures de 12°C (**Maestro et al., 1993**). De même l'obscurité réduit considérablement le taux de perte des composés phénoliques de l'huile d'olive (**Okogeri et Tasioula-Margari, 2002**).

A fin d'éviter l'augmentation de l'acidité, la destructions de la vitamine E et la modification des acides gras, l'huile doit être à l'abri de l'air, de la lumière et des fluctuations de température (**Benlemlih et al., 2016**).

L'huile subit aussi durant le stockage des altérations dues à l'activité enzymatique propre à la matière elle-même et également au développement microbien (**Ouaouich et Chimi, 2007**).

I.6 Qualité de l'huile d'olive

Selon la norme du Conseil Oléicole International, la qualité des huiles d'olive est un ensemble de caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques permettant le classement des huiles en différentes catégories (**Boulfane et al., 2015**). Cette qualité dépend de divers facteurs liés à la variété, aux conditions climatiques et culturelles ainsi qu'aux conditions de trituration (durée et conditions de stockage, mode de trituration traditionnel ou industriel) , aussi bien que la taille, la fertilisation et l'irrigation des oliviers (**Luciano, 2002; Ouedrhiri et al., 2017**).

Les conditions climatiques exercent une influence marquée sur les caractéristiques des huiles. Cette caractérisation est fondée sur des paramètres de qualité d'une part (acidité, indice de peroxyde et de l'extinction dans l'UV) et d'autre part sur la composition des huiles (**Douzane, 2004; Djenontin, 2006; Benaziza et al., 2016**).

L'acidité est le principal indicateur chimique de la qualité des huiles d'olive, c'est aussi le plus anciennement utilisé dans les transactions (**Pinatel et Artaud, 2014**).

La composition en acides gras totaux est un paramètre de qualité et d'authenticité des huiles. Elle joue un rôle important dans la qualité nutritionnelle et organoleptique; les acides gras mono-insaturés ont des effets sur la stabilité oxydative des huiles. Les composés phénoliques sont des antioxydants, qui possèdent d'intéressantes propriétés nutritionnelles et organoleptiques. Également, les pigments (chlorophylle et caroténoïdes) jouent un rôle d'antioxydants naturels de l'huile d'olive (**Essiari et al., 2014; Benaziza et al., 2016**).

Enfin, la maîtrise des bonnes pratiques oléicoles, des conditions de stockage et conditionnement seraient indispensables pour préserver la qualité de l'huile d'olive (**Tanouti et al., 2011**).

Chapitre II : Thym et romarin

L'histoire des plantes aromatiques est associée à l'évolution des civilisations. Ces plantes ont toujours occupé une place importante dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires (**Bouzouita et al., 2008**).

Le thym et le romarin appartiennent à la famille des Lamiacées qui contient une très large gamme de composés, ce qui a permis d'isoler un grand nombre de substances connues pour leurs diverses activités biologiques tels que, les polyphénols et les huiles essentielles, qui sont responsables de l'odeur et la saveur caractéristique des Lamiacées (**Hammoudi, 2015; Bendif, 2017**).

Le thym et le romarin constituent une grande source d'antioxydants et d'agents antibactériens naturels, ces plantes aromatiques jouent un rôle important dans plusieurs domaines (pharmaceutiques, cosmétique et l'industrie agroalimentaire) (**Fadili et al., 2015**).

II.1 Thym

II.1.1 Définition

Le nom de « thym » vient de grec :

- Thyein ou thymos qui signifie « fumée » ;
- Thumos, venant du mot grec (theo) parfum ou plante odoriférante (**Stahl-Biskup, 2002**);
- Thymus ou thymon qui signifie « courage » et « force » (**Ursula et al., 2008**).

II.1.2 Description botanique

Sous-arbrisseau ramifié à tige ligneuse (**Lesley, 2011**), avec des feuilles rose mauve légère, il fleurit pendant l'été, ces fleurs sont petites avec une couleur blanche ou bien rosée, elles se réunies en épis globuleux avec une odeur aromatique et un goût piquant chaud (**Abdulrahman, 2017**).

II.1.3 Classification botanique

La classification de la plante est résumée dans le **tableau III** :

Tableau III : Classification systématique de *Thymus sp.* (Baba Aissa, 2000).

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Décotylédone
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Sous-famille	Stachyoideaes
Genre	Thymus

II.1.4 Principes actifs du thym

❖ Composés phénoliques

Les études phytochimiques sur les extraits de *Thymus sp.* ont révélé la présence de:

a) Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont présents en abondance dans le thym et sont divisés en deux classes : les dérivés de l'acide benzoïque et les dérivés de l'acide cinnamique. Les acides les plus fréquents sont les acides hydroxycinnamiques qui comprennent essentiellement l'acide p-coumarique, caféique, férulique et sinapique (Pandey et Rizvi, 2009).

b) Flavonoïdes

Thymus sp. fait partie des espèces riches en flavonoïdes, elle contient des hespéridines, eriotrécines et narirutines (Takeuchi *et al.*, 2004).

❖ Huiles essentielles

La composition chimique des huiles essentielles des espèces du thym et surtout leur teneur en flavonoïdes joue un rôle important dans la taxonomie (Belmalha *et al.*, 2015).

Les huiles essentielles sont synthétisées à travers les voies métaboliques secondaires de thym comme molécules de défense, elles sont responsables du goût et arôme du thym (Stahl-Biskup et Saez, 2002). Le thymol et le carvacrol sont les principaux composés retrouvés dans la plupart des huiles essentielles de thym (Safaei-Ghomi *et al.*, 2009).

II.1.5 Propriétés du thym

Le thym a été l'objet de nombreuses indications thérapeutiques dans la médecine traditionnelle. Il est employé dans le traitement de grippe, toux, les maux de gorge, la cystite, l'insomnie, la bronchite et l'indigestion (**Bendif, 2017**). En Suisse, le thym vulgaire est utilisé principalement par des secteurs alimentaires (bonbons, tisane) (**Vouillamoz et al., 2009**).

Il est utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés antiseptique, antispasmodiques (**Zayyad et al., 2014**), expectorantes, antitussives et comme drogues pour le traitement de désordres de la peau (**Costa et al., 2012**).

Les extraits de cette plante possèdent des effets antioxydants (**Belmalha et al., 2015**), antibactériens et antifongiques. Cependant, ils ont une action anti-helminthique (**Bremness, 2011; Saadia et al., 2015**).

II.2 Romarin

II.2.1 Définition

Le nom de « romarin » viendrait du latin :

- « ros marinus » qui signifie rosée de mer ;
- « rhus marinus » qui signifie sumac de mer.

Et de Grec « rhops myrinos » qui signifie buisson aromatique (**Alain, 1992**).

II.2.2 Description botanique

Le romarin est un arbuste très répandu dans le bassin méditerranéen (**Hensel, 2010**). Il peut atteindre 50-150 cm de hauteur avec des rameaux très ramifiés (**Hofmann, 2014**), les feuilles sont persistantes, étroites et coriaces, avec des fleurs bleutées, elles sont caractérisées par une odeur d'encens (**Couplan et al., 2013**).

II.2.3 Classification botanique

La classification de la plante est résumée dans le **tableau IV** :

Tableau IV : Classification systématique du romarin (Quezel et Santa, 1963)

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Décotylédone
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae, labiées
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i>

II.2.3 Principes actifs du romarin

❖ Huiles essentielles

Les travaux scientifiques sur la plante ont révélé la présence des composés majoritaires qui sont la camphre et le 1.8 cineol et d'autres composés comme les carnosiques, l'acide rosmarinique, le pinène et comphène limonène (Mudasir *et al.*, 2012; Zermane *et al.*, 2016).

❖ Composés phénoliques

Les études phytochimiques sur les extraits de romarin ont révélées la présence de plusieurs composés phénoliques :

- a) **Flavonoïdes** : On distingue le genkwanine et le cirsimaritrine (Cavero *et al.*, 2005).
- b) **Acides phénoliques** : On distingue l'acide vanillique, l'acide caféique et l'acide p-coumarique (Ramirez *et al.*, 2004; Herrero *et al.*, 2005).

II.2.4 Propriétés du romarin

Le romarin est souvent cultivé pour son huile aromatique et il est considéré utile pour contrôler l'érosion du sol. Dans la médecine traditionnelle ses parties aériennes sont utilisées par voie orale pour traiter les dysménorrhées et comme antispasmodique (Touafek *et al.*, 2004). En plus, il est utilisé comme aromate, condiment et additif (Zermane *et al.*, 2016; Bendif, 2017).

Le romarin est une herbe médicinale bien connue et considérablement évaluée, largement répandue dans les produits pharmaceutiques et la médecine traditionnelle. Elle est très appréciée pour ses propriétés aromatiques, antioxydantes grâce à la présence des composés phénoliques tels que; le carnosol du diterpène phénolique et l'acide du carnosique (**Erkan et al., 2008; Kholoud et al., 2013**) et autres diterpènes phénoliques (rosmanol, epirosmanol, etc.) (**Edburga, 2000; Farzad, 2015**). Les propriétés anti-inflammatoires sont dues à la présence d'acide rosmarinique et de flavonoïdes, il présente aussi des propriétés antimicrobiennes et anti-tumorales (**Paul, 2001**).

Chapitre III : Antioxydants et oxydation de l'huile d'olive

L'huile d'olive vierge contient plusieurs agents antioxydants naturels (en plus de la vitamine E), qui sont favorables pour l'amélioration de la santé humaine, ils sont capables de ralentir ou d'inhiber le risque de plusieurs maladies et de prévenir le vieillissement (**Jacotot *et al.*, 1996; Jean, 2002**).

III.1 Oxydation de l'huile d'olive

L'oxydation est un mécanisme qui se produit par plusieurs réactions, ce qui provoque la formation des radicaux libres, ces derniers sont des espèces chimiques (atomes ou molécules) qui possèdent un électron non apparié sur la couche électronique externe. L'oxydation constitue un facteur majeur pour la détérioration de la qualité de l'huile d'olive. Plusieurs facteurs influencent l'oxydation des huiles tels que; la température, la lumière, etc. (**C.O.I., 2011; Pristouri *et al.*, 2010; Ash *et al.*, 2014**). Ces facteurs affectent la qualité d'huile d'olive par la perte de la valeur nutritionnelle, développement de l'odeur désagréable et le goût de rance (**Hrncirik *et al.*, 2005; Miao *et al.*, 2018**).

L'huile d'olive vierge subit une oxydation pendant son stockage, cette oxydation est le résultat de la photo-oxydation et de l'auto-oxydation. Cette dernière dépend du degré d'insaturation de l'huile et la photo-oxydation qui est influencée par la quantité totale de pigments chlorophylliens et d'antioxydants naturels (bêta- carotène, tocophérols, phénols) contenus dans l'huile d'olive vierge (**Ben Tekaya *et al.*, 2005; Papadimitriou *et al.*, 2006; Pristouri *et al.*, 2010**).

La stabilité de l'huile est influencée par les antioxydants, qui sont définis comme étant « toute substance qui, lorsqu'elle est présente à des faibles concentrations par rapport à ceux d'un substrat oxydable, retarde considérablement ou empêche l'oxydation de ce substrat » (**Papadimitriou *et al.*, 2006; Benlemlih *et al.*, 2016**).

III.2 Principaux antioxydants de l'huile d'olive

III.2.1 Composés phénoliques

L'huile d'olive est riche en composés phénoliques qui ont des propriétés antioxydantes qui réduisent les risques des maladies cardiovasculaires. Ceci est surtout vrai pour les *ortho*-diphénols comme l'hydroxytyrosol et l'oléuropéine aglycone (Ollivier *et al.*, 2004; Essiari, 2014). Leurs propriétés antioxydantes 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 (Ollivier *et al.*, 2004). Ils ont aussi la capacité de donner un atome d'hydrogène aux radicaux libres formés pendant la propagation (Cinquanta *et al.*, 2001).

III.2.2 Tocophérols

Les tocophérols (**figure 01**) contribuent à la stabilité oxydative et aux qualités nutritionnelles de l'huile d'olive (Ryan *et al.*, 1998; Gimeno *et al.*, 2002). Ce sont de puissants agents antioxydants capables de lutter contre l'attaque des radicaux libres (Simppoulos *et al.*, 2000).

L'alpha tocophérol est le tocophérol prédominant dans l'huile d'olive, il montre un effet inhibiteur de l'auto- et la photo-oxydation. À l'obscurité, l'alpha tocophérol interrompt la réaction en chaîne du processus radicalaire en agissant avec les radicaux hydroperoxydes par transfert d'hydrogène avec la formation d'hydroperoxydes et d'autres radicaux, qui se couplent avec les autres radicaux hydroperoxydes dans une réaction de terminaison, pour former des produits non radicalaires.

À la lumière, l'alpha tocophérol agit par une désactivation de l'oxygène singulet à l'oxygène atmosphérique mais aussi par une réaction chimique avec lui pour former des produits de dégradation tels que; les quinones tocophéroliques et les époxydes de quinones. L' α -tocophérol montre un effet synergiste avec le bêta carotène en présence de la lumière (Ben Tekaya *et al.*, 2007).

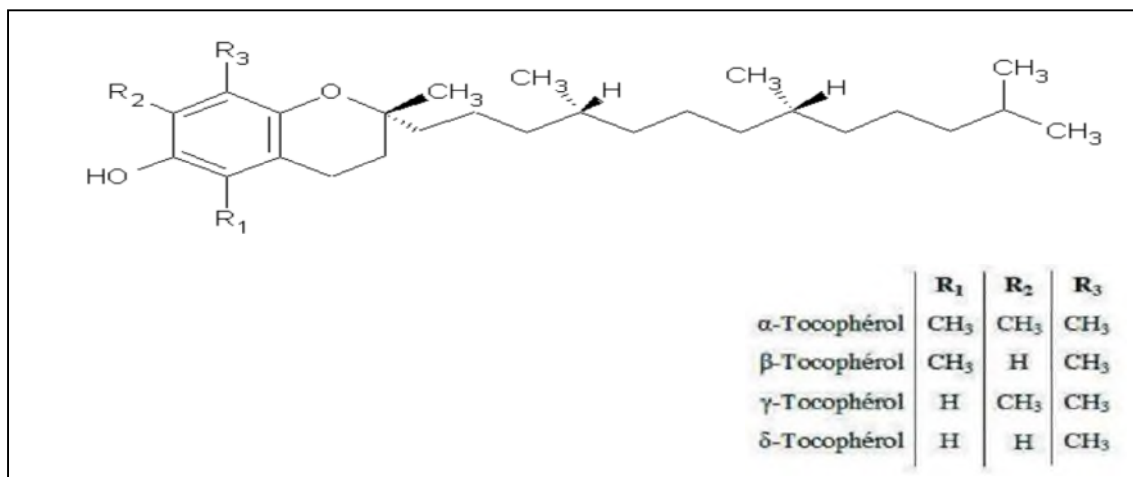


Figure 01 : Structure des tocophérols (Leger, 1999).

III.2.3 Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des substances antioxydantes naturelles liposolubles, le plus important c'est le β-carotène (figure 02) (Benaziza et al., 2016) qui présente une capacité à agir comme un protecteur, tout en désactivant l'oxygène singulet produit par les chlorophylles, en outre, le bêta carotène filtre les longueurs d'onde actives des radiations lumineuses en protégeant ainsi l'huile contre l'activation de l'oxygène par la lumière. Son effet diminue progressivement au cours de l'exposition de l'huile à la lumière (Ben Tekaya et al., 2007).

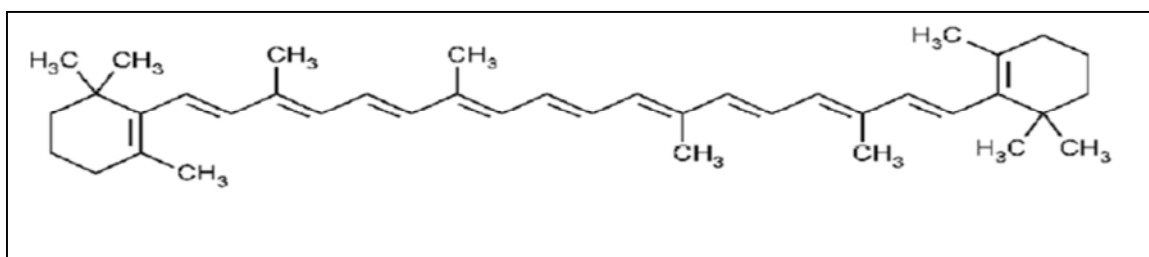


Figure 02 : Structure de β-carotène (Sagrati et al., 2012).

III.2.4 Squalène

C'est un triterpène impliqué dans la stabilité oxydative de l'huile d'olive; il protège les acides gras non saturés de l'oxydation. De plus, il est considéré comme protecteur contre le cancer et les maladies cardio-vasculaires (Sagrati et al., 2012).

Le squalène joue un rôle important dans l'inhibition de l'oxygène singulet, qui lui confère une activité antioxydante durant la photo-oxydation de l'huile d'olive exposée à la lumière (Psomiadou et Tsimidou, 2002).

III.3 Stress oxydant

Le stress oxydant se définit comme étant un déséquilibre entre la génération d'espèces oxygénées activées (EOA) et les défenses antioxydantes de l'organisme. Il peut se produire en raison de la surproduction d'oxydants, la diminution de la défense antioxydante ou une combinaison de ces deux facteurs et sous même une exposition environnementale à des facteurs pro-oxydants (Tabac, alcool, médicaments, rayons ultraviolets, pesticides, ozone, amiante, métaux toxiques) (**Kohen et Nyska, 2002 ; Haleng, 2007**).

Les radicaux libres sont produits en permanence en faible quantité, cette production physiologique est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense. Dans ces circonstances normales, on dit que la balance antioxydants/prooxydants est en équilibre. Si tel n'est pas le cas, que ce soit par déficit en antioxydants ou par suite d'une surproduction énorme de radicaux, l'excès de ces radicaux est appelé « stress oxydant ». Cette rupture d'équilibre, lourde de conséquence, peut avoir de multiples origines. Elle peut provenir d'une défaillance nutritionnelle ou de la carence en un ou plusieurs antioxydants apportés par la nutrition (**Favier, 2003**).

Les protéines ainsi que les lipides sont les cibles principales des espèces réactives d'oxygène (ERO). Ces derniers causent la peroxydation lipidique, l'oxydation des protéines et les altérations de l'ADN, provoquant ainsi le développement du cancer, du diabète, des maladies neurodégénératives et des maladies cardiovasculaires. L'organisme humain a développé des systèmes de défense pour traiter le phénomène du stress oxydant et lutter contre les espèces réactives qui sont préjudiciables à la vie humaine (**Beaudeau et al., 2006**).

III.3 Mécanisme d'action des antioxydants

L'oxygène est une molécule indispensable pour la vie, il est susceptible d'entraîner des effets dommageables dans l'organisme via la formation de radicaux libres et d'espèces réactives d'oxygène (**Haleng et al., 2007**).

Les antioxydants est une vaste catégorie de molécules qui jouent un rôle crucial dans le processus de lutte contre les espèces hautement réactives. Elles permettent de protéger notre organisme contre les radicaux libres et ainsi, ils permettent l'amélioration de la santé humaine par la prévention de nombreuses maladies tout en diminuant leur risque (**Jean, 2002**). Les antioxydants comprennent diverses substances hydrophiles et hydrophobes à faible ou à haut poids moléculaire tels que les polyphénols, les tocophérols, les

caroténoïdes, etc. Le mode d'action de cette classe d'antioxydants est de réagir avec les radicaux libres pour former des radicaux moins réactifs incapables de réagir avec les biomolécules, ou pour réparer chimiquement une cible endommagée. Par conséquent, cette classe de composés est souvent nommée « piègeurs de radicaux libres ».

Les radicaux libres sont piégés d'une façon efficace par les polyphénols de l'huile d'olive ce qui explique leur grand pouvoir antioxydant (**Benlemlih *et al.*, 2016**).

Chapitre I : Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal

I.1.1. Huile d'olive

Notre étude est portée sur l'huile d'olive extra vierge commerciale dénommée « Zzit IFRI », qui est produite par la société IFRI située à Ighzer Amokrane, Ahrik, commune Ouzellaguen, Bejaia, pendant la campagne oléicole 2017/2018.

I.1.2. Thym et le romarin

Nous avons utilisé deux plantes aromatiques qui sont le thym (*Thymus sp.*) (**Figure 03**) et le romarin (*Rosmarinus officinallis*) (**Figure 04**). Ces deux plantes ont été récoltées au niveau d'une région montagneuse de la commune d'**ADEKAR**.

Après la récolte, les plantes sont nettoyées, puis lavées à l'eau plusieurs fois. Ensuite, nous avons étalé les plantes sur un papier d'aluminium pour réaliser un séchage à l'air libre.



Figure 03 : Photographie de la partie aérienne de *Thymus sp.*



Figure 04 : Photographie de la partie aérienne de *Rosmarinus officinalis L.*

I.2. Préparation du mélange huile/plante aromatique

Après homogénéisation de chaque compartiment de notre échantillon, nous avons réalisé un mélange huile/thym à 10% et deux mélanges huile/romarin à 10% et à 5%. Les huiles témoins et les mélanges huile/plante sont conditionnés dans des flacons en verre fumé, remplis à plein, bien scellés et stockés à deux températures différentes: température ambiante et 30 °C. Nous avons réalisé les analyses après 20 jours, 30 jours et 40 jours de stockage.

Avant d'effectuer les différentes analyses, nous avons procédé à une filtration des échantillons d'huile d'olive sur un papier filtre pour éliminer les différents débris de la plante.

La dénomination des différents échantillons est donnée dans le tableau suivant :

Tableau V : Dénomination des différents échantillons

Echantillon	Signification
(HT _t)	Huile témoin sans stockage
HTm/20J/Tam°C	Huile témoin stockée à température ambiante pendant 20 jours
HTm/20J/30°C	Huile témoin stockée à température 30°C pendant 20 jours
HAT/20J/Tam°C/10%	Huile aromatisée au thym à 10% stockée à température ambiante pendant 20 jours
HAT/20J/30°C/10%	Huile aromatisée au thym à 10% stockée à température 30°C pendant 20 jours
HAR/20J/Tam°C/5%	Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température ambiante pendant 20 jours
HAR/20J/30°C/5%	Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température 30°C pendant 20 jours
HAR/20J/Tam°C/ 10%	Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température ambiante pendant 20 jours
HAR/20J/30°C/ 10%	Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température 30°C pendant 20 jours
HTm/30J/Tam°C	Huile témoin stockée à température ambiante pendant 30 jours
HTm/30J/30°C	Huile témoin stockée à température 30°C pendant 30 jours
HAT/30J/Tam°C/10%	Huile aromatisée au thym à 10% stockée à température ambiante pendant 30 jours
HAT/30J/30°C/10%	Huile aromatisée au thym à 10% stockée à température 30°C pendant 30 jours
HAR/30J/Tam°C/5%	Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température ambiante pendant 30 jours
HAR/30J/30°C/5%	Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température 30°C pendant 30 jours
HAR/30J/Tam°C/10%	Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température ambiante pendant 30 jours
HAR/30J/30°C/10%	Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température 30°C pendant 30 jours
HTm/40J/Tam°C	Huile témoin stockée à température ambiante pendant 40 jours
HTm/40J/30°C	Huile témoin stockée à température 30°C pendant 40 jours
HAT/40J/Tam°C/10%	Huile aromatisée au thym à 10% stockée à température ambiante pendant 40 jours
HAT/40J/30°C/10%	Huile aromatisée au thym à 10% stockée à température 30°C pendant 40 jours
HAR/40J/Tam°C/5%	Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température ambiante pendant 40 jours
HAR/40J/30°C/5%	Huile aromatisée au romarin à 5% stockée à température 30°C pendant 40 jours
HAR/40J/Tam°C/10%	Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température ambiante pendant 40 jours
HAR/40J/30°C/10%	Huile aromatisée au romarin à 10% stockée à température 30°C pendant 40 jours

I. 3 Méthodes d'analyses

I.3.1 Extraction et dosage des composés phénoliques

I.3.1.1 Extraction

L'extraction des composés phénoliques a été réalisée selon le protocole décrit par Favati *et al.* (1994). Après activation de la colonne (C₁₈) avec 6 ml de méthanol et 10 ml d'hexane, on a dissout 1 g d'huile dans 10ml d'hexane, le mélange a été élué à travers la

colonne d'octadecyle (C₁₈). Puis, on lave avec 2×5 ml d'hexane et enfin, l'élution est réalisée avec 2×4 ml du méthanol.

I.3.1.2 Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par le réactif de Folin-Ciocalteu, ce dernier est un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMo₁₂O₄₀) de couleur jaune. Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite, dont l'absorption maximum est comprise entre 725 et 750 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (**Nathalie et al., 2006**).

La méthode utilisée pour le dosage des polyphénols totaux est celle de **Favati et al. (1994)**. Dans des fioles de 20ml ; un volume de 2 ml de l'extrait méthanolique a été mélangé avec 5 ml de l'eau distillée et 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 3 min d'incubation, on ajoute 4 ml de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 10% et on ajuste avec de l'eau distillée jusqu'à 20 ml. Après incubation pendant 90 min à l'obscurité, les échantillons sont filtrés et l'absorbance est mesurée à 765 nm.

Les concentrations en polyphénols totaux des extraits méthanoliques d'huile d'olive sont exprimées en mg d'E.A.G/Kg d'huile d'olive, en se référant à une courbe d'étalonnage préparée avec l'acide gallique (**annexe I**).

I.3.1.3 Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes est basé sur les propriétés chélatrices des flavonoïdes essentiellement les flavones et les flavols qui possèdent la fonction 4-céto-5-hydroxyle qui interagit avec les ions Al⁺³, ces derniers forment un complexe jaune très stable avec les groupements hydroxydes (OH) des phénols et qui est quantifié à une longueur d'onde de 430 nm (**Apak et al., 2007**).

Le contenu en flavonoïdes des extraits est estimé par la méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl₃) décrite par **Branz (2012)**. Un volume de 2 ml de l'extrait est mélangé à 1ml de la solution de trichlorure d'aluminium AlCl₃ à 2%. Après incubation à l'obscurité pendant 15 min et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 430 nm.

La concentration des flavonoïdes dans les extraits a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage établie avec la quercétine. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercétine dans un Kg d'huile (mg E.Q/Kg) (**Annexe I**).

I.3.2 Etude de l'activité antioxydante de l'huile d'olive

I.3.2.1 Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est estimé par 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 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Ceci se traduit par le virage de la couleur jaune du ferricyanure de potassium vers une couleur bleu verte dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur de l'antioxydant (Chou *et al.*, 2003).

L'activité réductrice des extraits a été mesurée en suivant la méthode décrite par d'Amro *et al.* (2002). Un volume de 2,5 ml d'extrait est mélangé avec 2,5 ml de tampon phosphate (0,2M, pH 6,6) et 2,5 ml de ferricyanure de potassium (1%). Après incubation à 50°C pendant 20 min, un volume de 2,5 ml d'acide trichloracétique (10%) est additionné au mélange. Après 10 min d'incubation, 0,5ml de chlorure ferrique (0,1%) est ajouté et l'absorbance est mesurée à 700 nm.

Le pouvoir réducteur est exprimé en mg équivalent d'acide caféïque dans un kg d'huile, en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide caféïque (Annexe I).

1.3.2.2 Mesure de l'activité antiradicalaire

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^\bullet . Le principe de ce test se résume par la capacité de l'extrait à réduire le radical libre DPPH^\bullet de couleur violette foncée, qui se transforme en coloration jaunâtre (après réduction) (Figure 05) (Merouane, 2014).

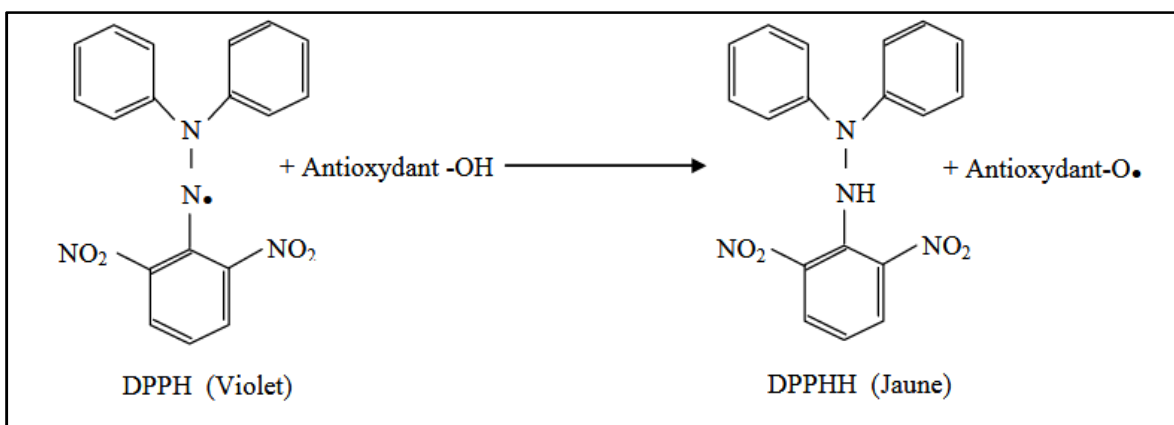


Figure 05 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH^\bullet (Talbi, 2015)

a) Activité scavenger de l'extrait méthanoliques sur le radical DPPH

Cette activité a été mesurée selon le protocole décrit par Lesage-Messen *et al.* (2001) ; Un volume de 1,5 ml d'extrait est mélangé avec un même volume de solution

méthanolique de DPPH (10^{-4}). La décoloration par rapport au témoin, contenant le DPPH et le solvant, est mesurée au spectrophotomètre à 515nm après 60 min d'incubation à l'obscurité.

L'activité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH° selon la formule suivante:

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

- **Ac:** Absorbance du contrôle
- **Ae :** Absorbance de l'échantillon

b) Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH°

L'évaluation de l'activité antioxydante des échantillons d'huile d'olive est estimée selon la méthode décrite par **Ramadan et Morsel (2006)**; un volume de 3,9 ml de la solution de DPPH qui a été préparée dans le toluène (10^{-4}) est additionné à un volume de solution d'huile diluée dans le toluène avec une concentration de 0,6 g/ml. Le mélange est agité pendant 10 secondes à l'aide d'un vortex, après 60 min d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 515 nm.

L'activité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH selon la même formule citée précédemment.

I.5. Etude statistique

Toutes les données représentent la moyenne de trois essais et les résultats sont exprimés par la moyenne \pm l'écart type. Le traitement des résultats obtenus a été fait à l'aide d'une étude statistique en utilisant le logiciel STATISTICA (5,5). En appliquant une analyse de la variance (ANOVA), suivie du test LSD. Le degré de signification des résultats est pris à la probabilité ($p < 0,05$).

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1 Composés phénoliques

La teneur en composés phénoliques est un facteur important à prendre en considération lors de l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive vierge puisque ces composées présentent une activité antioxydante et contribuent significativement à la stabilité oxydative des huiles d'olive vierges (Lerma-Garcia, 2009).

Les résultats obtenus pour les teneurs en polyphénols totaux et en flavonoïdes sont illustrés dans le tableau VI.

Tableau VI : Teneur en polyphénols totaux des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym et au romarin.

Echantillons	Polyphénols totaux (mg E.A.G/Kg)	Flavonoïdes (mg E.Q/Kg)
HT(t ₀)	79,66 ± 14,502 k	46,85 ± 2,941 l
HTm/20j/Tam°C	41,86 ± 2,339 ef	12 ± 0 cd
HTm/30j/Tam°C	52,92 ± 4,262 ghi	5,66 ± 0,77 a
HTm/40j/Tam°C	44,26 ± 1,200 efg	9 ± 0 b
HTm/20j/30°C	48,33 ± 1,827 fj	9 ± 0 b
HTm/30j/30°C	21,16 ± 0,725 ab	9 ± 1 b
HTm/40j/30°C	65,77 ± 8,678 j	12,66 ± 0,577 de
HAT/20j/Tam°C/10%	39,1 ± 2,752 de	24 ± 4 j
HAT/30j/Tam°C/10%	42,25 ± 2,616 ef	16 ± 0 fg
HAT/40j/Tam°C/10%	63,1 ± 6,913 j	13 ± 1 de
HAT/20j/30°C/10%	39,1 ± 3,659 de	27,66 ± 1,527 k
HAT/30j/30°C/10%	26,33 ± 1,527 bc	16,56 ± 1,109 fgh
HAT/40j/30°C/10%	32,8 ± 4,36 cd	17 ± 0 gh
HAR/20j/Tam°C/5%	60,43 ± 1,925 ij	16 ± 0 fg
HAR/30j/Tam°C/5%	26,74 ± 1,831 bc	12 ± 1 cd
HAR/40j/Tam°C/5%	58,49 ± 0,577 ij	19,66 ± 0,577 i
HAR/20j/Tam°C/10%	20,43 ± 1,455 ab	9,33 ± 0,577 b
HAR/30j/Tam°C/10%	26,73 ± 2,553 bc	11,66 ± 0,577 cd
HAR/40j/Tam°C/10%	18,74 ± 1,515 ab	14,66 ± 0,577 ef
HAR/20j/30°C/5%	57,28 ± 5,363 hij	13 ± 3 de
HAR/30j/30°C/5%	17,04 ± 4,134 a	13 ± 1 de
HAR/40j/30°C/5%	49,47 ± 13,364 fgh	12,66 ± 0,577 de
HAR/20j/30°C/10%	36,46 ± 1,285 de	10 ± 0 bc
HAR/30j/30°C/10%	21,89 ± 2,180 ab	18,66 ± 1,527 hi
HAR/40j/30°C/10%	32,61 ± 3,338 cd	22,33 ± 0,577 j

*Les valeurs portant les mêmes lettres dans une même colonne ne montrent aucune différence significative (p < 0,05).

II.1.1 Dosage des polyphénols totaux

Les résultats relatifs aux polyphénols totaux (**Tableau VI**) montrent que les teneurs en ces derniers oscillent entre 17,04 mg E.A.G/Kg (HAR/30 j/30°C/5%) et 79,66 mg E.A.G/Kg pour l'échantillon témoin (HT_{t0}). D'après l'analyse statistique, l'échantillon d'huile d'olive témoin (HT_{t0}) présente une augmentation significative ($p < 0,05$) par rapport au reste des échantillons.

Les teneurs en polyphénols totaux des échantillons témoins stockés à différentes températures ont enregistré des diminutions significatives ($p < 0,05$) par rapport à l'échantillon témoin (HT_{t0}) et les valeurs varient entre 21,16 mg E.A.G/Kg pour HT_m/30J/30°C et 65,77 mg E.A.G/Kg pour HT_m/40j/30°C.

À l'exception de l'échantillon d'huile aromatisée au thym (HAT) stocké à température ambiante à 40 jours, en général, tous les autres échantillons aromatisés au thym ont enregistré des diminutions souvent significatives ($p < 0,05$) par rapport à leurs échantillons témoins correspondants.

À température ambiante et au cours du stockage, nous avons relevé une augmentation progressive de la teneur en polyphénols totaux, au cours du temps pour l'échantillon aromatisé au thym, avec une valeur significativement élevée à 40 jours (HAT/40j/Tam°C : 63,1 mg E.A.G/Kg).

À l'exception de l'échantillon HAR/Tam°C/10%, tous les autres échantillons d'huile aromatisé au romarin ont enregistré une diminution progressive et significative ($p < 0,05$) de la teneur en polyphénols totaux au cours de 30 jours de stockage, suivi d'une augmentation significative ($p < 0,05$) au bout de 40 jours de stockage.

Une augmentation significative ($p < 0,05$) de la teneur en polyphénols totaux a été relevée pour les échantillons HAR/20j/Tam°C/5% et HAR/40j/Tam°C/5% par rapport à leurs témoins respectifs (HT_m/20j/Tam°C et HT_m/40j/Tam°C).

En comparant les huiles aromatisées aux deux plantes à 10%, on remarque, en général, que les échantillons aromatisés au thym sont plus riches en polyphénols totaux par rapport aux huiles aromatisées au romarin, et ces dernières à 5% sont plus riches par rapport à 10%.

L'augmentation des teneurs en polyphénols totaux peut être expliquée par la décomposition des phénols complexes en libérant de l'hydroxytyrosol et de tyrosol (Perrin, 1992; Ollivier, 2004).

L'ajout de deux plantes aromatiques à l'huile (thym et romarin) pourrait être à l'origine de l'augmentation de la teneur en polyphénols totaux.

La diminution des polyphénols totaux est due à la dégradation des polyphénols ou à l'activité de l'enzyme polyphénols-oxydase (Zanoni *et al.*, 2005).

II.1.2 Dosages des flavonoïdes

Les résultats relatifs aux flavonoïdes (**Tableau IV**) montrent que les teneurs en ces derniers oscillent entre 5,66 mg E.Q/Kg (HTm/30j/Tam°C) et 46,85 mg E.Q/Kg pour l'échantillon (HTt₀). D'après l'analyse statistique, aucune différence significative ($p < 0,05$) n'est observée entre l'échantillon témoin (HTt₀), le HTm/30j/Tam°C, le HAT/20j/30°C/10% et le reste des échantillons.

Les échantillons d'huile témoin (HTm) stockés à différentes températures et périodes de stockages ont enregistré des diminutions significatives ($p < 0,05$) par rapport à l'échantillon témoin (HTt₀).

Nous avons noté une diminution progressive et significative ($p < 0,05$) au cours du temps de stockage de la teneur en flavonoïdes pour les huiles aromatisées au thym stockées à température ambiante.

Tous les échantillons aromatisés au thym ont enregistré une augmentation significative ($p < 0,05$) de la teneur en flavonoïdes par rapport à leurs échantillons témoins correspondants.

À partir de 20 jours de stockage, nous avons relevé une augmentation progressive et significative ($p < 0,05$) de la teneur en flavonoïdes au cours du temps pour les échantillons aromatisés au romarin à 10% pour les deux températures de stockage.

À l'exception des échantillons HAR/20j/Tam°C/10%, HAR/40j/30°C/5% et HAR/20j/30°C/10%, tous les autres échantillons aromatisés au romarin ont noté une augmentation significative ($p < 0,05$) par rapport à leurs échantillons témoins correspondants.

En général, nous avons noté des augmentations des teneurs en flavonoïdes pour les huiles aromatisées cela pourrait être dû à l'enrichissement des huiles par les plantes ajoutées et le meilleur enrichissement a été noté pour l'échantillon aromatisé au thym : HAT/20j/30°C (27,66 mg E.Q/Kg).

Pour les huiles enrichies au romarin, la meilleure valeur en flavonoïdes est notée pour l'échantillon HAR/40j/30°C/10% : 22,33 mg E.Q/Kg.

II.2. Détermination de l'activité antioxydante

II.2.1. Le pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est l'aptitude d'un composé dit « antioxydant » à donner un électron et/ou un atome d'hydrogène ce qui permet de prévenir les biomolécules de l'action des espèces radicalaires (Dorman *et al.*, 2003).

Les résultats relatifs au pouvoir réducteur des différents échantillons sont illustrés dans la **figure 06**.

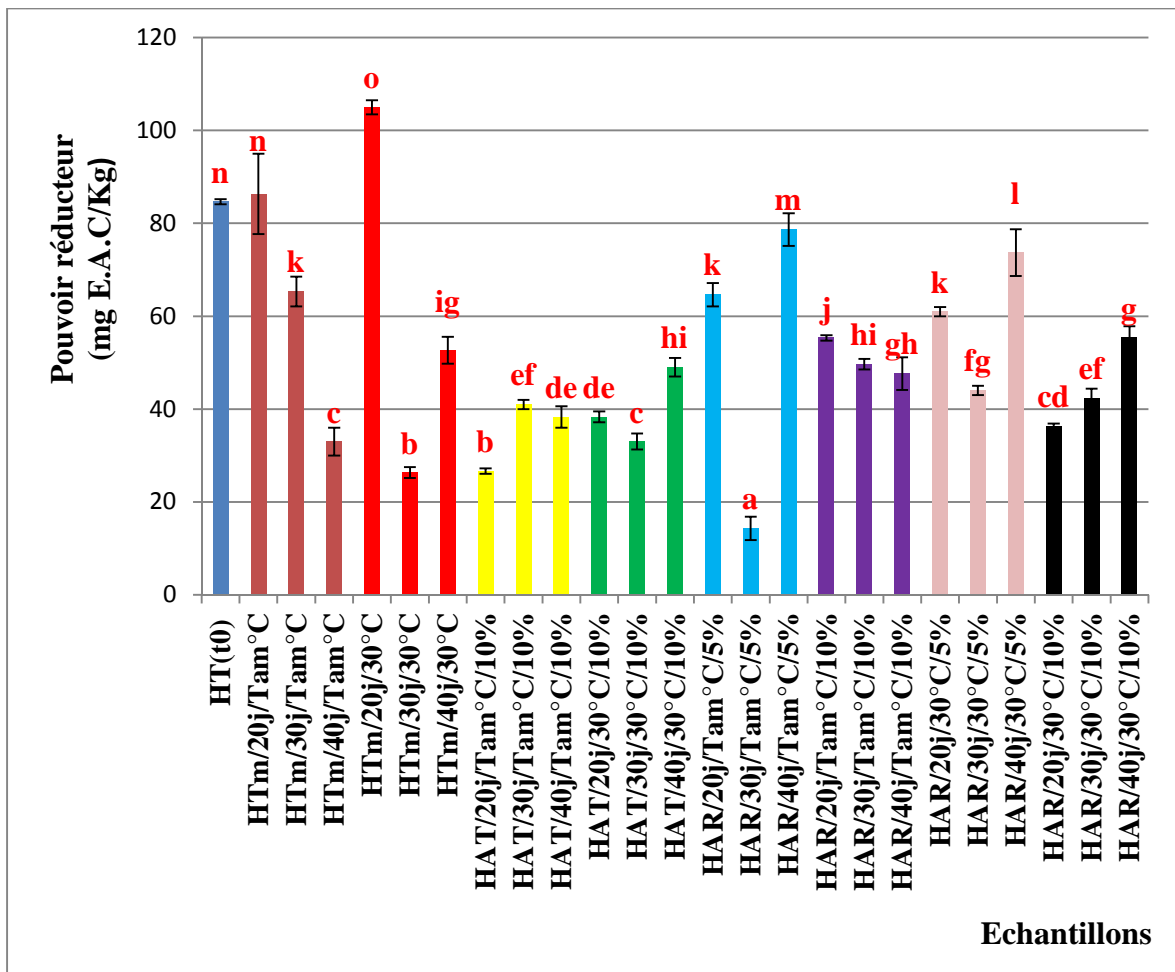


Figure 06 : Pouvoir réducteur des extraits méthanoliques des huiles d'olives vierges témoins et des huiles aromatisées au thym et au romarin.

*Les valeurs portant les mêmes lettres ne montrent aucune différence significative ($p < 0,05$),

*Les barres verticales représentent les écarts types.

Les résultats obtenus montrent que les valeurs des pouvoirs réducteurs oscillent entre 14,33 mg E.A.C/Kg pour l'échantillon HAR/30j/Tam °C/5% et 105 mg E.A.C/Kg pour le HTm/20j/30°C. D'après l'analyse statistique, on remarque la présence de différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons HTm/20j/30°C, HAR/30j/Tam °C/5%,

HAR/40j/Tam°C/5%, HAR/20j/Tam°C/10%, HAR/40j/30°C/5% et le reste des échantillons.

Les échantillons d'huile témoin (HTm) stockés à température ambiante ont enregistré une diminution progressive et significative ($p < 0,05$) du pouvoir réducteur à partir de 20 jours de stockage. Par contre, nous avons noté une augmentation progressive et significative ($p < 0,05$) du pouvoir réducteur pour les échantillons aromatisés au romarin (10%), stockés à 30°C à partir de 20 jours de stockage.

À 30°C et après 30 jours de stockage, nous avons noté des diminutions significatives ($p < 0,05$) du pouvoir réducteur pour les échantillons HTm, HAT/10%, HAR/5%. À la même période de stockage et à température ambiante, nous avons relevé aussi une diminution significative ($p < 0,05$) de ce paramètre avec la plus petite valeur pour le HAR/30j/Tam°C/5% (14,33 mg E.A.C/Kg).

Les meilleurs pouvoirs réducteurs sont obtenus : à 20 jours de stockage pour les huiles témoins et à 40 jours de stockage pour les échantillons aromatisés au romarin et qui sont : HAR/Tam°C/5%, HAR/30°C/5% et HAR/30°C/10%.

Nous avons enregistré un coefficient de corrélation de 0,491 entre les polyphénols totaux et les pouvoirs réducteurs.

Un tableau récapitulatif de tous résultats obtenus un cette étude est illustré en annexe II

II.2.2. Activité antiradicalaire

II.2.2.1. Activité scavenger des extraits méthanoliques sur le radical DPPH°

Les résultats obtenus pour ce paramètre sont illustrés dans la **figure 07**.

Nos résultats montrent une variabilité de l'activité scavenger des extraits méthanoliques sur radical DPPH° des différents échantillons; la plus faible teneur est notée pour l'échantillon HTm/30j/Tam°C (12,86%) et le pourcentage le plus élevé est enregistré pour l'échantillon HAR/40j/30°C/10% (48,28%).

L'analyse statistique révèle l'absence de différence significative ($p < 0,05$) entre les échantillons HTm/30j/Tam°C, HTm/20j/30°C et HTm/30j/30°C et ces trois échantillons présentent des pourcentages d'inhibition du radical DPPH° significativement moins élevé par rapport aux valeurs enregistrées par le reste des échantillons.

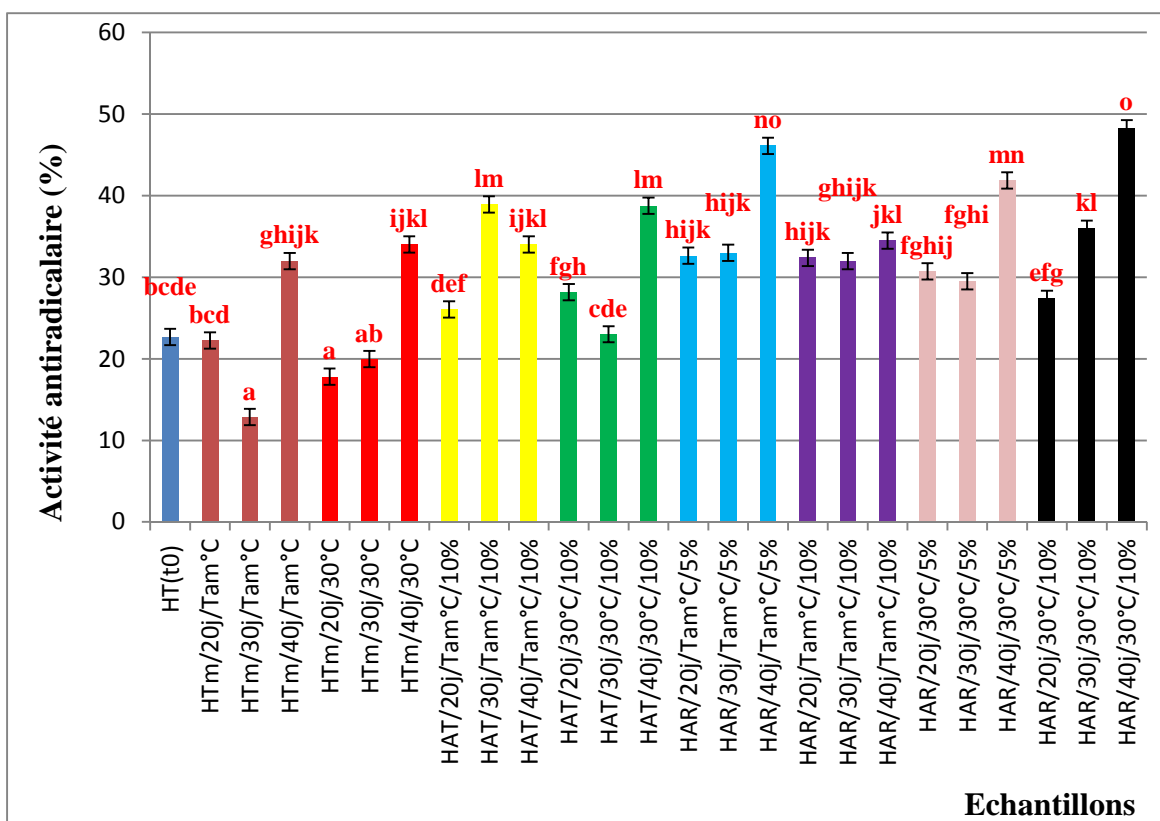


Figure 07 : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH° des extraits méthanoliques des différents échantillons d'huiles d'olive témoins et d'huiles aromatisées au thym et au romarin.

*Les valeurs portant les mêmes lettres ne montrent aucune différence significative ($p < 0,05$),

*Les barres verticales représentent les écarts types.

Les meilleurs pourcentages d'inhibition du radical DPPH° sont obtenus à 40 jours de stockage pour tous les échantillons à l'exception de HAT/Tam°C/10%.

À l'exception des échantillons aromatisés au thym et au romarin à 10% et stockés à température ambiante (HAT/Tam°C/10% et HAR/Tam°C/10%) tous les autres échantillons d'huiles aromatisées ont enregistré une augmentation significative ($p < 0,05$) du pourcentage d'inhibition du radical DPPH° par rapport à leur témoins correspondants.

Nous avons noté une augmentation progressive et significative ($p < 0,05$) du pourcentage d'inhibition du radical DPPH° au cours du stockage pour l'échantillon d'huile aromatisé au romarin (10%) stocké à 30°C.

En général, les meilleurs pourcentages d'inhibition sont enregistrés pour les huiles aromatisées au romarin. En effet, à température ambiante, le pourcentage le plus élevé est obtenu pour l'échantillon HAR/Tam°C/40j/5% (46,11%) et à 30°C, nous avons relevé une valeur de 48,28% qui correspond à l'échantillon HAR/30°C/40j/10%.

En fin, l'ajout des plantes aromatiques à l'huile a permis l'amélioration de l'activité antiradicalaire des extraits méthanoliques des huiles.

Plusieurs travaux de recherche ont montré que l'activité anti radicalaire est influencée par la présence des composés phénoliques (Boskou, 2005). En effet, un coefficient de corrélation de 0,399 a été enregistré entre les composés phénoliques totaux et l'activité antiradicalaire des extraits méthanoliques de nos échantillons.

II.2.2.2. Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH°

Les résultats relatifs à l'activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH° sont figurés dans la **figure 08**.

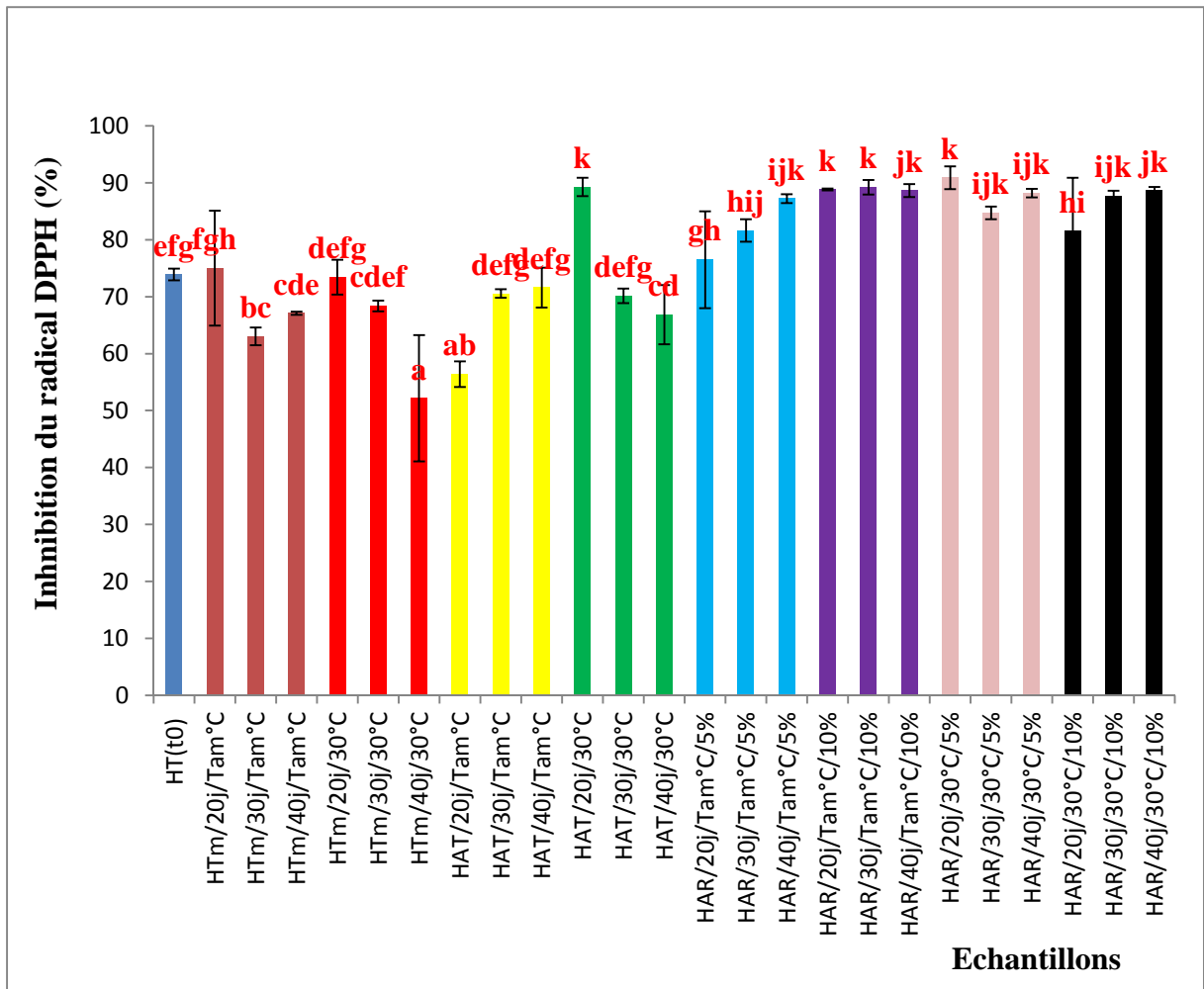


Figure 08 : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH° des différents échantillons d'huiles d'olive témoins et des huiles aromatisées au thym et au romarin.

*Les valeurs portant les mêmes lettres ne montrent aucune différence significative ($p < 0,05$),

*Les barres verticales représentent les écarts types.

Les résultats obtenus varient entre 52,17% (HTm/40j/30°C) et 90,9% (HAR/20j/30°C/5%). L'analyse statistique révèle la présence de différence significative ($p < 0,05$) entre l'échantillon témoin stocké à 30°C pendant 40 jours (HTm/40j/30°C) et le reste des échantillons à l'exception de HAT/20j/Tam°C/10%.

À l'exception des échantillons : HAT/40j/Tam°C/10%, HAT/30j/30°C/10% et HAR/20j/Tam°C/5%, tous les autres échantillons d'huiles aromatisées présentent des augmentations significatives ($p < 0,05$) par rapport à leurs témoins correspondants.

En général, l'ajout de la plante aromatique à l'huile a permis d'améliorer l'activité antioxydante de cette dernière testée avec le DPPH et les meilleures activités sont notées pour les huiles aromatisées au romarin.

Les résultats obtenus ont montré que la température, la période de stockage et l'ajout de plante aromatique à l'huile influent sur l'activité antioxydante de cette dernière.

Conclusion et perspectives

Dans le cadre de l'étude de l'activité antioxydante de l'huile d'olive aromatisée, nous avons réalisé des dosages de composés phénoliques (polyphénols totaux et flavonoïdes) d'une huile d'olive vierge commerciale (Zzit IFRI) additionnée par deux plantes aromatiques: Le thym (*Thymus sp.*) et le romarin (*Rosmarinus officinallis*). Nous avons aussi évalué l'activité antioxydante (pouvoir réducteur, activité scavenger des extraits méthanoliques et de l'huile sur le radical DPPH°) au cours de stockage (20, 30 et 40 jours) et à deux températures différentes (ambiante et 30°C).

Les teneurs en polyphénols totaux varient entre 17,04 mg E.A.G/Kg et 79,66 mg E.A.G/Kg et l'échantillon d'huile d'olive témoin (HTt₀) présente une augmentation significative (p<0,05) par rapport au reste des échantillons. Les échantillons aromatisés au thym sont plus riches en polyphénols totaux par rapport aux huiles aromatisés au romarin.

Les teneurs en flavonoïdes varient entre 5,66 mg E.Q/Kg et 46,85 mg E.Q/Kg. Tous les échantillons aromatisés au thym ont enregistré une augmentation significative (p< 0,05) de la teneur en flavonoïdes par rapport à leurs échantillons témoins correspondants et le meilleur enrichissement a été noté pour l'échantillon aromatisé au thym HAT/20j/30°C/10% : 27,66 mg E.Q/Kg.

Les valeurs des pouvoirs réducteurs oscillent entre 14,33 mg E.A.C/Kg et 105 mg E.A.C/Kg et les meilleurs pouvoirs réducteurs sont obtenus : à 20 jours de stockage pour les huiles témoins et à 40 jours de stockage pour les échantillons aromatisés au romarin et qui sont : HAR/Tam°C/5%, HAR/30°C/5% et HAR/30°C/10%.

L'activité scavenger des extraits méthanoliques sur le radical DPPH° est variable entre 12,86% et 48,28%. À l'exception des échantillons aromatisés au thym et au romarin à 10% stockés à température ambiante, tous les autres échantillons d'huiles aromatisées ont enregistré une augmentation significative (p<0,05) du pourcentage d'inhibition du radical DPPH° par rapport à leur témoins correspondants.

Les résultats relatifs à l'activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH° varient de 52,17% à 90,9%. À l'exception des échantillons : HAT/40j/Tam°C/10%, HAT/30j/30°C/10% et HAR/20j/Tam°C/5%, tous les autres échantillons d'huiles aromatisées présentent des augmentations significatives (p< 0,05) par rapport à leurs témoins correspondants.

A la lumière des résultats obtenus, on a constaté que la température, le stockage et l'ajout de plante aromatique sont tous des facteurs qui influent sur les teneurs en composés phénoliques et sur l'activité antioxydante des extraits méthanoliques et des huiles d'olive.

En fin, il serait intéressant de compléter cette étude par d'autres analyses :

- Tests de stabilité oxydative (Rancimat);
- Une analyse sensorielle;
- Détermination du profil en composés phénoliques.

A

Alain F. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Mécanismes biochimiques*, (1992); p. 108-115.

Amro B., Aburjai T. and Al-khalil S. Antioxidative and radical scavenging of olive cake extract. *Fitoterapia*, (2002); n° 73, p. 456-461.

Angerosa F. and Digiacinto L. Oxydation des huiles d'olive vierges par les métaux : manganèse et nickel. *Revue française des corps gras*, (1993) ; n° ½, p. 41-48.

Angerosa F. Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels, *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, (2002); vol 104, p. 639-660.

Apak R., GucluK., Dermirata B., OzyurekM., Estin Celik S., Bektasoglu B. Berker K., Ozyurt D. Review: Compounds with the CUPRAC Assay. *Molecules*, (2007); 12, p. 1496-1547.

Azzi A. et Stocker A. Vitamin E: non-antioxydant roles. *Progress in Lipid Researc*, (2000);39(3), p. 231-255.

B

Baba aissa F. (2000). Encyclopédie des plante utiles (flore d'Algérie et du Maghreb) ; substance végétales, d'Afrique d'orient et d'occident. ed. librairie moderne Rouïba, pp 138.137.

Beaudeau J.L., Delattre J., Therond P., Bonnefont-Rousselot D., Legrand A. and Peynet J. Le stress oxydant, composante physiopathologique de l'athérosclérose Oxidative stress in the atherosclerotic process. *Immuno-analyse & Biologie spécialisée*, (2006) ; 21, p. 144–150.

Belmalha S., El Idrissi M., Amechrouq A. and Echchgadda G. Chemical characterization of some species of Moroccan middle atlas thyme region of midelt Global. *Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, (2015); 3 (2), p. 43-52.

Benaziza A. and Semad D. Oleiculture: Caracterisation De Six Varietes D'olives Introduites Dans Le Sud – Est Algerien. *European Scientific Journal*, (2016); 12 (33), p. 545-551.

Bendif H. (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques *in vitro* des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr. these de doctorat en science biologique , L'ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE KOUBA-ALGER, p 26-27.

Benlemlih M., Ghanam J. and Henri J. (2016). Polyphénols d'huile d'olive, trésors sante : Polyphénols aux actions antioxydantes, anti-inflammatoires, anticancéreuses, anti- vieillissement et protectrices cardio-vasculaires. Edition: marco pietteur. Belgique : 59-97 p.

Benlemlih M. et Ghanam J. 2012. La composition chimique des fruits d'olive polyphénols d'huile d'olive trésors santé. Belgique. ISBN : 978-2-87211 : 117-123.

Ben Tekaya I. and Hassouna. Effets des chlorophylles, du bêta-carotène, de l'alphatocophérol, du tyrosol et de leurs interactions sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive tunisienne, (2007) ; 14 (1), p. 60-61.

Bentemim S., Manai H. and Methni K. Sterolic composition of Chetoui virgin olive oil: Influence of geographical origin. *Food Chemistry*, (2008); vol (10), p. 366-374.

Benaziza A et Semad Dj. Oleiculture : Caracterisation De Six Varietes D'olives Introduites Dans Le Sud – Est Algerien. *European Scientific Journal* November (2016); vol.12, No.33, p. 1857 – 7881.

Benyahia N. and Zien K.. A special look at the waste problems of the olive oil industry and the latest viable solutions. Contribution spéciale de SBA à SESEC II, (2003) ; p. 2-7.

Bendini A., Cerretani L., Carrasco-Pancorbo A., Gomez-Caravaco A.M., Segura-Cerretano A., Fernandez-Gutierrez A. and Lercker G. 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*, (2007); 12 (8), p. 1679-1719.

Bernard J. Huile d'olive et prevention, *Nutr. Clin. Métabol. Service de Médecine Interne V*,

Nutrition et Métabolisme des Lipides, (1996) ; 10, p. 7-9.

Boskou D., Blekas G. and Tsimidou M. Olive oil composition In olive oil: Chemistry and Technology, Boskou, D., Ed. The American Oil Chemists' Society Press, (2006); p. 41-72.

Boulfane S., Maata N., Anouar A. and Hilali S. Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc, Journal of applied Biosciences, (2015); 87, p. 8022-8029.

Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima M. and Chaabouni M. M. Composition chimique et activité antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Jeniperus phoenicea*. Journal de la cosiete chimique de tunisie, (2008); 10, p. 119-125.

Branz A. (2012). Antioxidant activity and phenolic composition of brizilin hoeny and their extracts. J. Chem Sco. Revue vol num: 15-22.

Bremness L. (2011). Plantes aromatiques et médicinales 700 especes. Ed Eyewitness Handbook-Herbs, 133p.

C

Cavero S., Jaime L., Martin-Álvarez P. J., Señoráns F. J., Reglero G. et Ibañez E. *In vitro* antioxidant analysis of supercritical fluid extracts from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L). *European food research and technology*. (2005); 221, p. 478-486.

Chou S.T., Chao W.W. and Chung Y.C. Antioxidative activity and safety of 50% ethanolic red bean extract (*Phaseolus radiatus* L. var. *Aurea*). *Journal of Food Science*, (2003); 68(1), p. 21-25.

Cichelli A and Pertesana G.P. Le liquide de la haute performance chromatographic l'analyse de chlorophylles, pheophytins et de carotenoids dans les huiles d'olive vierges: chemometric s'approchent à la variété classification. *Journal of chromatography*, (2004); 1046, p. 141-146.

Cinquanta. L., Estia M., and M. Matteo Di. Oxidative Stability of Virgin Olive Oils Department of Agricultural, Food, Environmental and Microbiological Science and Technology, (2001); Vol. 78, no. 12, p. 1197-1201.

Costa P., Gonçalves S., Valentao P., Andrade P.B and Coelho N. Thymus lotocephalus wild plants and in vitro cultures produce different profiles of phenolic compounds with antioxidant activity. Food chemistry, (2012); vol 13, p.1253-1260.

Codex alimentarius. (2013). Standard for olive and olive pomace oils codex stan 33-1981 Adopted in 1981. Revision: 1989, 2003, 2015. Amendment: 2009, 2

Conseil Oléicole International, 2001. Le marché mondial des huiles d'olive : pour augmenter la consommation d'un soutien promotionnel est nécessaire. Olivae, 87: 22-24

C.O.I. (2011). L'huile d'olive et ses propriétés antioxydants. Conseil Oléicole International.

C.O.I. Conseil Oléicole International.(2015). Commercial applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive/ T.15/NC n 3/Rév. 8 Février 2015

Couplan F and styner E. (2013). Les plantes sauvages (comestibles et toxiques), Ed Paris, p. 143.

Criado M.N., Motilva M.J., Goni M. and Romero M.P. 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*, (2007); 100, p. 748-755.

D

Djenontin S.T., Dangou J., Wotto D. V., Sohounlhoue K.C. D., Lozano P. and Pioch D. Composition en acides gras, sterols et tocophérols de l'huile d'olive non conventionnelle extra des graines de *Jatopha Curcas* (euphorbiaceae) du benin,; J. Soc. Ouest-Afr. Chim, (2006); n° 022, p. 59 – 67.

Douzane M. and M.M. Bellal. Etude des caractéristiques physico-chimiques des huiles de quelques variétés populations d'olive de la région de Bejaia. Sciences & technologie, (2004); n° 22, p. 86-93.

Douzane M., Nouani A., Dako E. and Bellal M. 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 resuarche, (2012); vol 7 (34), p. 4738-4750.

E

Edburga L., Krause., Waldemar., Ternes. Bioavailability of the antioxidative Rosmarinus officinalis compound carnosic acid in eggs. *Food Res Technol*, (2000); 210, p. 161–164.

Erkan N., Ayranci G. and Ayranci E. Antioxidant activities of rosemary (Rosmarinus Officinalis L.) extract, blackseed (Nigella sativa L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chemistry*. (2008); 110, p. 76–82.

Essiari M., Bachir S., Zouhair R., Chimi H., Misbahi H and Boudkhal M. Influence de la Variété et du Milieu de Culture Sur la Composition en Acide Gras, en Stérols et en Polyphénols Totaux Pour les Huiles Vierges de Quatre Variétés D'olives de la Région de Saïs (Maroc). *European Journal of Scientific Research*, (2014); vol 125, p. 95-114.

F

Fadili A. K., Amalich S., Soro K., Dedianhoua., Bouachrine M., Mahjoubi M., El Hilali F. and Zair T. Polyphenols content and antioxidant activity of two species from Moroccan High Atlas: Rosmarinus officinalis and Thymus satureioides]. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, (2015); Vol 8014. No 17, p. 24-33.

Farzad Nazem., Negin Farhangi and Mehrdad Neshat-Gharamaleki. Beneficial Effects of Endurance Exercise with Rosmarinus officinalis Labiatae Leaves Extract on Blood Antioxidant Enzyme Activities and Lipid Peroxidation in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Canadian Journal of Diabetes*, (2015); 39, p. 229-234.

Favti F., Caporale G. and Bertuccioli M. Rapid determination of phénol content in extras virgin olive oil. *Grasas Y.aceites*, (1994); 45, p. 68-70.

G

Ghalmi R. (2012). *Effet des facteurs agronomiques et technologiques sur le rendement et la qualités de l'huile d'olive*. Thèse de doctorat en science alimentaire. École nationale supérieur agronomique el-harrache –alger, 27p.

Sagratini G., Allergini M., Caprioli G., Cristalli G., Giardina D., Maggi F., Ricciutelli M., Sirocchi V., Vittori S. Simultaneous determination of squalene, α -tocopherol and β -carotene

in table olives by solid phase extraction and high-performance liquid chromatography with diode array detection. *Food analytical methods*, (2012).

Jimeno E., Castellote A.I., Ramentos R.M., Torre M.C., Sabatar M.C. The effects of harvest and extraction methods on the antioxidants content (phenolics, α -tocopherol, and β -carotene) in virgin olive oil. *Food Chemistry*, (2002); 78, p. 207-211.

Gigon, R. Huile d'olive, *Olea europaea* L. *Phytothérapie*,(2010); 8, p. 129–135.

Giuffrida D., Salvo F. Salvo A. La Pera L. and Dugo G. Pigments composition in monovarietal virgin olive oils from various Sicilian olive varieties. *Food chemistry*, (2007); 101 (2), p. 833-837.

Giovanna V., Carlo S. and Simone N. Triacylglycerols of the olive fruit (*Olea Europaea*): Characterization of mesocarp and seed triacylglycerol in different cultivars by liquid chromatography and $c^{13}NMR$ spectroscopy. *Fett/Liquid*, (1999) ; vol5 (4), p. 146-150.

H

Haddam M., Hammadi chimi H. et Amine A. Formulation d'une huile d'olive de bonne qualité. *OCL*, (2014) ; 21(5), p.507.

Hadjou L., Lamani O et Cheriet F. Labellisation des huiles d'olive algériennes: contraintes et opportunités du processus. *NEW MEDIT*, (2013) ; n° 2

Haleng J., Pincemai J., Defraigne J.O., Charlier. C., CaPelle J.P. Le stress oxydant, *Rev Med Liege*, (2007); vol 62 (10), p. 628-638.

Hamdi M. Nouvelle conception d'un procédé de dépollution biologique des margines, effluents liquides de l'extraction de l'huile d'olive, thèse doctorat en sciences, L'UNIVERSITE DE PROVENCE Aix· Marseille ,1993.

Hammoudi R. (2015). Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de quelques plantes médicinales du Sahara méridional algérien THESE de Doctorat ès sciences en biologie Université Kasdi M erbah-Ouargla.

Henry S. (2003). L'huile d'olive, son intérêt nutritionnel, SES utilisations en pharmacie et en cosmétique, page 29.

Hensel Wolfgang. (2008). 350 plantes médicinales : Les indispensables de la chaux. Ed paris, 45 p.

Herrero M., Arráez-Román D., Segura A., Kenndler E., Gius B., Raggi M. A., Ibáñez E. and Cifuentes A. Pressurized liquid extraction–capillary electrophoresis–mass spectrometry for the analysis of polar antioxidants in rosmmary extracts. *Journal of chromatography A*, (2005)., 1084, p. 54-62.

Hofmann H. (2014). Miniguide tout terrain plantes de santé, ED française: véronique cezard, 79p.

J

Jacotot R. 1993. L'huile d'olive de la gastronomie à la santé Paris, 280.

Jean-Claude. (2013). Huiles d'olive biologiques (propriétés thérapeutiques, diététiques et gastronomiques). Ed Médicis. Paris.

Jean-Christophe T et Chadouli Si-M. Les plantes aromatiques et médicinales: Un exemple de développement humain au Maroc la coopérative féminine de Ben Karrich. exposition photographique, 2012.

Jean Nève. Nutrition et stress oxydant: Modulation de l'apport alimentaire en anti-oxydants Optimisation of dietary intake of anti-oxidants, Nutrition clinique et métabolisme, (2002); p 298.

Jian Zhaoa T., Lawrence C. and Davisb R.V. Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, (2005); n° 23, p. 283-333.

Jose R.M., Xicota L., Fitó M., Farré M., Dierssen M. and Rafael de la Torre. (2015). Potential Role of Olive Oil Phenolic Compounds in the Prevention of Neurodegenerative Diseases. *Molecules*, (2015) ; 20, p. 4655-4680.

K

Karleskind A. 1992. Manuel des corps gras. Ed.Tec et Doc., Lavoisier, Paris. pp 1204-1425.

Khazim A., Al-Asmari., Md Tanwir A., Ahmed Abdullah A., Mohammed S. Chemical composition of essential oil of *Thymus vulgaris* collected from Saudi Arabian market. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, (2017); 7(2): 147–150.

Kholoud S., Ramadan., Olfat A., Khalil., Enas N., Danial., Hanan S., Alnahd., Najla O. and Ayaz. (2013). Hypoglycemic and hepatoprotective activity of *Rosmarinus officinalis* extract in diabetic rats *J Physiol Biochem* (2013) 69:779–783

Kiritsakis A. and Markakis P. Olive oil: a review. *Adv. Food Res* , (1988); 31, p. 453-482.

Kohen, Ron and Nyska Abraham (2002) : Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification, *Toxicologie pathology*, vol 30, no 6, pp 620–650.

L

Leger Calaud-Louis. Co-produits de l'huilerie d'olive : les composés phénoliques et leurs propriétés biologiques. *O.C.L*, (1999); 6, p. 60-63.

Lei M., Jiang F.C., Cai J., Hu S., Zhou R., Liu G., Wang Y.H., Wang H.B., He J.R. and Xion X.G. (2018). Facile microencapsulation of olive oil in porous starch granules: Fabrication, characterization, and oxidative stability. *International Journal of Biological Macromolecules* 111 755–761.

Lesage-Messsen L., Navarro D., Maunier S., Sigoillot J C., Lorquin J., Delattre M., Simon J L., Asther M., and Labat Labat M. (2001). Simple phenolic content in olive oil residues as a function of extraction systems. *Food Chemistry*, 75: 501-507

Luna G., Morales M.T. and Aparicio R. Characterisation of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions. *Food chemistry*, (2006); 98, p. 243-252.

M

Macheix J. J., Fleuriet A. and Jay-Allemand C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes. 192p.

Maestro R., Garcia J.M. and Castellano J.M. Changes in polyphenol content of olives stored in modified atmospheres. *Hort science*, (1993); 28, p 1.

Marouane A., Naoui A., Medjahed H., Ali k., Saadi A. Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. *International Journal Biological Chemical Science*, (2014); 8 (4), p.1865-1870.

Mudasir A., Tantry., Shabir S., Khan R., Afsha H. and Akbar S. Determination of essential oil composition of *Rosmarinus officinalis*. Growing as exotic species in kashmir valley *Chemistry of Natural Compounds*, (2012); Vol. 47, No. 6, p. 1112-1114.

O

Okogeri O. and Tasioula-Margari M. Changes occurring in phenolic compounds and α -tocopherol of virgin olive oil during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (2002); 50, p. 1077-1080.

Ollivier D., Boubaul E., Pinatel C., Souillol S., Guère M. and Artaud J. Analyse de la fraction phénoliques des huiles d'olive vierges Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique, (2004) ; 2ème Semestre -N°965, pp.169-196.

Ouedrhiri M., Benismail C., El mohtadif et Achkari-Begdouri A. Évaluation de la qualité de l'huile de pulpe d'olive vierge de la variété Picholine marocaine., *Journal of chromatographie*, (2017); 1437, p. 183-190.

Owen R.W., Giacosa., A., Hull W. E., Haubner R., Spiegelhalder B. and Bartsch, H. The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *Eur J Cancer* , (2000a); 36, p. 1235-1247.

Owen, RW. Mier, W. Giacosa, A. Hull, WE. Spiegelhalder, B. and Bartsch, H. (2000b) Phenolic compounds and squalene in olive oils : the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food Chem. Toxicol* , 38: 647-659.

P

Pandey K B and Rizvi S I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, (2009); Vol. 2 (5), p. 270 – 278.

Papadimitriou V., Sotiroidis T.G., Xenakis A., Sofikiti N., Stavyiannoudaki V. and Chaniotakis N.A. Oxidative stability and radical scavenging activity of extra virgin olive oils: An electron paramagnetic resonance spectroscopy study, *Analytica Chimica Acta*, (2006); 573–574.

Pastor A., Rodríguez-Morató J., Olesti E., Pujadas M., Pérez-Maná C., Khymenets O., Fitó M., Covas M I., Solá R., Motilva M J., Farré M. and Rafael de la Torre. (2016). L'analyse de hydroxytyrosol libre dans le plasma humain suite à l'administration d'huile d'olive, *Le journal de Chromatography A*

Paul Iserin. (2001). *Encyclopédie des plantes médicinales : Identification, préparation, soin*. Ed Larousse / VUEF, 128-143p.

Perrin J. L. Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Rev. corps gras*, (1992); 1/2, p. 25-32.

Pinatel C. and Artaud J. Les huiles d'olive vierges françaises : évolution, état des lieux, *OCL* (2014), 21(5) D505.

Pristouri G., Badeka A. and Kontominas M.G. Effect of packaging material headspace, oxygen and light transmission, temperature and storage time on quality characteristics of extra virgin olive oil G. Pristouri et al. / *Food Control*, (2010); 21, p. 412–418.

Psomiadou E. and Tsimidou M. Stability of Virgin Olive Oil. 1. Autoxidation Studies. *Journal of Agriculture and food Chemistry*, (2002); 50 (4), p.716-720.

Pouyet B. and Ollivier V. Réglementations sur l'étiquetage et la présentation des huiles d'olive. *OCL*, (2014) 21(5), p. 1-7.

Q

Quezel P. and Santa S. (1963). *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tom I, C.N.R. Paris.

R

Ramdan M. F. et Moersel J.T. Screening of the antiradical action of vegetable oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, (2006);19, p. 838-842.

Ramirez P., Señoráns F. J., Ibañez E. and Reglero G. Separation of rosmary antioxidants compounds by supercritical fluid chromatography on coated packed capillary columns. *Journal of chromatography A*, (2004); 1057, p. 241-245.

Ramírez-Tortosa M.C., Granados S. and Quiles J.L. Chemical composition, types and characteristics of olive oil In *Olive oil and health*. CABI Publishing, (2006); p. 45-62.

Ryan D., Robardas K. and Lavee S. Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, (1998); 72, p. 26-38.

S

Safaei-Ghomi J., Ebrahimabadi A.H., Djafari-Bidgoli Z., Batooli H. GC/MS analysis and *in vitro* antioxidant activity of essential oil and methanol extracts of *Thymus caramanicus* Jalas and its main constituent carvacrol. *Food Chem*, 2009; 115(4), p 1524-1528.

Servili M., Selvaggini R., Esposito S., Taticchi A., Montedoro G. and Morozzi G. 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 A*, (2004); 1054, p.113-127.

Simopoulos AP. and Visiolif F. Mediterranean diets World, *Rev. Nutr. Diet*, (2000); vol 87, p. 56-77.

Soler-Rivas C., Espin C. J. And Wichers H. Oleuropeine and related compounds, *journal of the Science Food and Agriculture*, (2002); 80 (7), p. 1013-1023.

Stahl-Biskup. E., Saez F. and Thyme., (2002). *The genus Thymus*. London; New York, USA: Taylor & Francis.

Stiti N., Msallem M., Triki S. and Cherif A. Etude de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive de différentes variétés Tunisienne, *La Rivista Italiana dell Sostanze Grasse* (2002); 79(10), p. 357-363.

T

Takeuchi H., Lu Z. G. et Fujita T. New monoterpenes glycoside from the aerial parts

of Thyme (*Thymus vulgaris* L). *Bioscience, biotechnology and biochemistry*, (2004) ; 68 (5), p. 1113-1134.

Talbi H., Boumaza A., El-mostafa K., Talbi J., Hilali A. Evaluation de l'activité antioxydante et la composition physico-chimique des extraits méthanolique et aqueux de la *Nigella sativa* L. (Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigella sativa* L.). *Mater. Environ. Sci*, (2015); 6 (4), p. 1111-1117.

Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E Benali A., Harkous M, Elamrani A. Amelioration qualitative d'huiles d'olive produites. *Technologies de laboratoires*, (2011a); vol 23, p. 58-63.

Tanouti K., Serghini Caid H., Abid M., Mihamou A., Khiar M., Hachem M. E., Bahetta Y. et Elamrani A. Isly Huile d'Olive Vierge Analyse des Triglycérides et Composition en Acides Gras, les technologies de laboratoire, (2011b); vol, n° 23, p. 58-63.

Touafek O., Nacer A., Kabouche A., Kabouche Z. and Bruneau C. Chemical composition omposition of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* cultivated in the AlgerianL Sahara, *Chemistry of Natural Compounds*, (2004); Vol. 40, No. 1, p28-29.

U

Ursula, Fotsch., C et Wacker. S. (2008). Connaissance des herbes thym, EGK Caisse de Santé.

V

Veillet Sébastien, (2010). Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive : Entre Tradition et Innovation, thèse de doctorat en Science de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 1-153.

Vichi S., Castellote A.I., Pizzale L., Conte L.S., Buxaderas S. and Lopez-Tamames E. (2003.) Analysis of virgin olive oil volatile compounds by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography with mass spectrometric and flame ionization detection. *Journal of Chromatography A*, 983: 19-33.

Vouillamoz J. F., Schaller M. et Carron C.A. Discrimination des chémotypes de thym vulgaire avec le 'nez électronique' SMart Nose Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic, (2009); Vol. 41 (6), p. 345-348.

Z

Zanoni B., Bertuccioli M., Rovellini P. et Marotta F. A preliminary topredictive modelling of extra virgin olive oil stability. Journal of the Science of food and Agriculture, 2005; 85, p. 1492-1498.

Zarrouk M., Marzouk B., Ben Miled Daoud D and Chérif A. Accumulation de la matière grasse de l'olive et l'effet du sel sur sa composition. *Olivae*, (1996); 61, p. 41-45.

Zayyad N., Farah A and Bahhou J. Chemical analysis and antibacterial activity of essential oils from three species of Thymus : *Thymus zygis*, *T. algeriensis*, and *T. bleicherianus*. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, (2014) ; Vol. 83, p. 118 – 132.

Zermane A., Larkeche O., Meniai A.H., Crampon C. and Badens E. Optimization of Algerian rosemary essential oil extraction yield by supercritical CO₂ using response surface methodology C. R. Chimie, (2016); vol 19, p. 538-543.

Zungur A., Koç M., Yalçın., Kaymak-Ertekin F and Ötleş S. Storage stability of microencapsulated extra virgin olive oil powder. Food balt, (2014); p. 257-261.

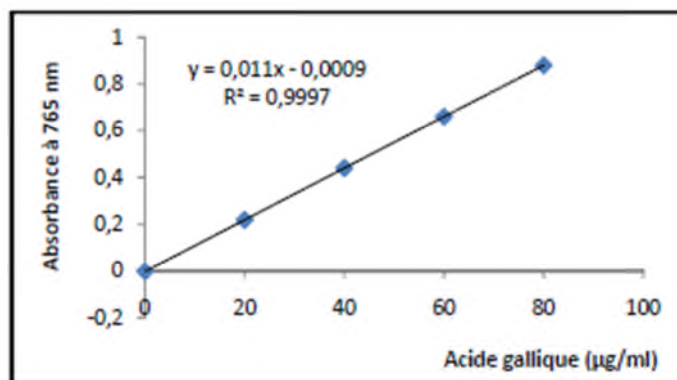


Figure 01 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques totaux.

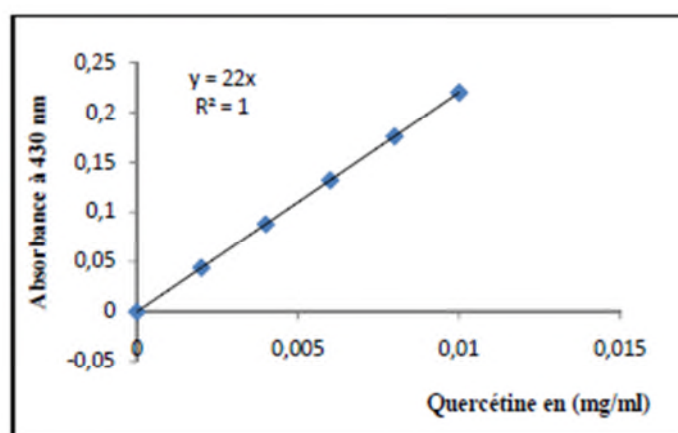


Figure 02 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.

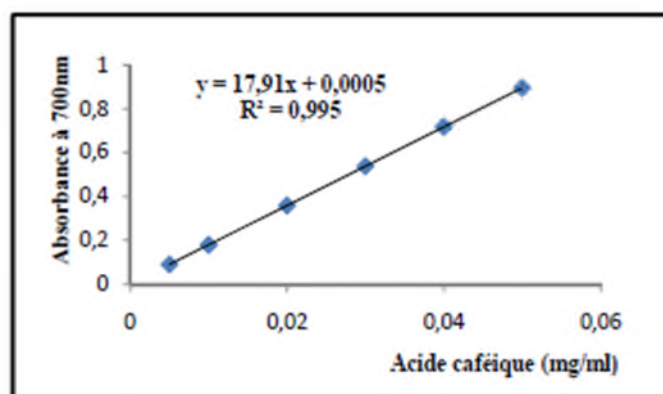


Figure 03 : Courbe d'étalonnage pour le pouvoir réducteur.

Tableau I : Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour les analyses effectués.

Echantillons	Polyphénols totaux (mgE.A.G/Kg)	Flavonoides (mg E.Q/Kg)	Pouvoir réducteur (mg E.A.C/Kg)	DPPH d'Extrait (%)	DPPH sur l'Huile (%)
HT(t ₀)	79,66 ± 14,502 k	46,85 ± 2,941 l	84,66 ± 0,577 n	22,68 ± 0,775 bcde	73,9 ± 1,017 efg
HTm/20j/Tam°C	41,86 ± 2,339 ef	12 ± 0 cd	86,33 ± 8,660 n	22,24 ± 0,185 bcd	75,021 ± 0,096 fgh
HTm/30j/Tam°C	52,92 ± 4,262 ghi	5,66 ± 0,77 a	65,33 ± 3,214 k	12,86 ± 4,136 a	63,04 ± 1,571 bc
HTm/40j/Tam°C	44,26 ± 1,200 efg	9 ± 0 b	33 ± 3 c	31,99 ± 2,763 ghijk	67,12 ± 0,275 cde
HTm/20j/30°C	48,33 ± 1,827 fj	9 ± 0 b	105 ± 1,527 o	17,81 ± 3,176 a	73,46 ± 3,059 defg
HTm/30j/30°C	21,16 ± 0,725 ab	9 ± 1 b	26,33 ± 1,154 b	19,96 ± 1,396 ab	68,36 ± 0,942 cdef
HTm/40j/30°C	65,77 ± 8,678 j	12,66 ± 0,577 de	52,66 ± 2,886 ig	34 ± 2,815 ijkl	52,17 ± 11,078 a
HAT/20j/Tam°C/10%	39,1 ± 2,752 de	24 ± 4 j	26,66 ± 0,577 b	26,0 ± 4 0,570 def	56,4 ± 2,253 ab
HAT/30j/Tam°C/10%	42,25 ± 2,616 ef	16 ± 0 fg	41 ± 1 ef	38,92 ± 3,313 lm	70,56 ± 0,758 defg
HAT/40j/Tam°C/10%	63,1 ± 6,913 j	13 ± 1 de	38,33 ± 2,309 de	34 ± 1,046 ijkl	71,61 ± 3,492 defg
HAT/20j/30°C/10%	39,1 ± 3,659 de	27,66 ± 1,527 k	38,33 ± 1,154 de	28,16 ± 2,871 fgh	89,3 ± 1,607 k
HAT/30j/30°C/10%	26,33 ± 1,527 bc	16,56 ± 1,109 fgh	33 ± 1,732 c	23,01 ± 1,905 cde	70,16 ± 1,300 defg
HAT/40j/30°C/10%	32,8 ± 4,36 cd	17 ± 0 gh	49 ± 2 hi	38,76 ± 1,132 lm	66,84 ± 5,194 cd
HAR/20j/Tam°C/5%	60,43 ± 1,925 ij	16 ± 0 fg	64,66 ± 2,516 k	32,64 ± 3,574 hijk	76,52 ± 8,511 gh
HAR/30j/Tam°C/5%	26,74 ± 1,831 bc	12 ± 1 cd	14,33 ± 2,516 a	32,99 ± 3,354 hijk	81,64 ± 1,987 hij
HAR/40j/Tam°C/5%	58,49 ± 0,577 ij	19,66 ± 0,577 i	78,66 ± 3,51 lm	46,11 ± 5,968 no	87,25 ± 0,773 ijk
HAR/20j/Tam°C/10%	20,43 ± 1,455 ab	9,33 ± 0,577 b	55,33 ± 0,577 j	32,37 ± 3,601 hijk	88,86 ± 0,167 k
HAR/30j/Tam°C/10%	26,73 ± 2,553 bc	11,66 ± 0,577 cd	49,66 ± 1,154 hi	31,98 ± 2,419 ghijk	89,25 ± 1,280 k

Echantillons	Polyphénols totaux (mgE.A.G/Kg)	Flavonoïdes (mg E.Q/Kg)	Pouvoir réducteur (mg E.A.C/Kg)	DPPH d'Extrait (%)	DPPH sur l'Huile (%)
HAR/40j/Tam°C/10%	18,74 ± 1,515 ab	14,66 ± 0,577 ef	47,66 ± 3,511 gh	34,5 ± 4,326 jkl	88,65 ± 1,148j k
HAR/20j/30°C/5%	57,28 ± 5,363 hij	13 ± 3 de	61 ± 1k	30,71 ± 5,143 ghij	90,9 ± 2,012 k
HAR/30j/30°C/5%	17,04 ± 4,134 a	13 ± 1 de	44 ± 1 fg	29,52 ± 3,380 ghi	84,73 ± 1,115 ijk
HAR/40j/30°C/5%	49,47 ± 13,364 fgh	12,66 ± 0,577 de	73,66 ± 5,033l	41,85 ± 2,227 mn	88,21 ± 0,771 ijk
HAR/20j/30°C/10%	36,46 ± 1,285 de	10 ± 0 bc	36,33 ± 0,577 cd	27,35 ± 3,096 efg	81,58 ± 9,335 hi
HAR/30j/30°C/10%	21,89 ± 2,180 ab	18,66 ± 1,527 hi	42,33 ± 2,081 ef	35,95 ± 2,438 kl	87,73 ± 0,891 ijk
HAR/40j/30°C/10%	32,61 ± 3,338 cd	22,33 ± 0,577 j	55,33 ± 2,516 g	48,28 ± 1,464 o	88,69 ± 0,623 jk

*Les valeurs portant les mêmes lettres dans une même colonne ne montrent aucune différence significative ($p < 0,05$).

Résumé

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'activité antioxydante d'une huile d'olive extra vierge « Zzit Ifri » aromatisée par l'ajout de deux plantes aromatiques : Le thym (*Thymus sp.*) et le romarin (*Rosmarinus officinallis L.*) au cours de stockage (20j/30j/40j) et à différentes températures (30°C et Tam°C). Nous avons évalué les teneurs en composés phénoliques (polyphénols totaux et flavonoïdes) et nous avons testé l'activité antioxydante (le pouvoir réducteur et activité antiradicalaire de DPPH).

Les résultats obtenus révèlent que les meilleurs enrichissements en polyphénols totaux et en flavonoïdes sont obtenus pour les huiles aromatisées au thym. Les meilleurs pouvoirs réducteurs sont enregistrés à 20 jours de stockage pour les huiles témoins et à 40 jours de stockage pour les échantillons aromatisés au romarin et qui sont : HAR/Tam°C/5%, HAR/30°C/5% et HAR/30°C/10%. Pour l'activité scavenger des extraits méthanolique et de l'huile sur le radical DPPH°, nous avons enregistré une augmentation significative ($p < 0,05$) par rapport à leurs échantillons témoins.

Mots clés : Huile d'olive, Romarin, Thym, Antioxydants, Activité antioxydante, Stockage.

Abstract

The objective of this work is to evaluate the antioxydant activity of extra virgin olive oil " Zzit Ifri" flavored by the addition of two aromatic plants: The thyme (*Thymus sp.*) and the rosemary (*Rosmarinus L. officinallis*) during storage (20 /30 /40) and at different temperatures (30°C and Tam°Cs). We evaluated the contents in compounds phenolic (total polyphenols and flavonoïd) and we tested the antioxydant activity (the reducing power and antiradicalaire activity of DPPH).

The results show that the best enrichments in total polyphenols and in flavonoïd are obtained for oils flavored by the thyme. The best reducing powers are recorded at 20 days of storage for the oils control and at 40 days of storage for the samples flavored by the rosemary and that are: HAR/Tam°C/5%, HAR/30°C/5% and HAR/30°C/10%. For the scavenger activity of the méthanolic extract and oil on the radical DPPH°, it recorded a significant increase ($p < 0,05$) in relation to their samples control.

Key words: Olive oil, Rosemary, Thyme, Antioxidant, Antioxydant activity, Storage,.