

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 de : Sciences Alimentaires
Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire



Réf :.....

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

MASTER

Thème

**Impact de l'aromatisation de l'huile d'olive par
le romarin sur l'activité antioxydante de l'huile**

Présenté par :

Abdi Chalabia & Benslimane Ferial

Soutenu le : 12 Septembre 2022

Devant le jury composé de :

Mme. SOUFI Ouahiba	MCA	Président
Mme. LEHOUCHE Rahima	MCB	Encadreur
Mme. DEFLAOUI Lila	MCB	Examineur

Année universitaire : 2021/2022

Remerciement

Tout d'abord nous remercions notre Dieu qui nous a donné le courage, la patience et la force pour réaliser ce modeste travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements et nos sincères gratitude à notre promotrice Mme

LEHOUACHE Rahima qui a dirigé ce travail et nous a fait bénéficier de son expérience, de ses

Conseils et l'encouragement qu'il nous a prodigué.

Nous tenons d'autre part à remercier Mme Soufi O et Mme Deflaoui L, pour bien vouloir nous a accordé de leurs temps précieux, pour commenter, discuter et juger notre travail.

Un grand merci s'adresse aussi à tous le personnel du laboratoire d'analyse physico-chimique des aliments, particulièrement la technicienne du laboratoire pour sa profonde gentillesse et son soutien moral durant tout ce travail.

Enfin, nos remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

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 ;

*Je dédie ce travail :
À mes chers parents*

*Mon cher Papa Karim et ma chère maman Noura,
Qui ne m'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs*

A mon adorable sœur: Siham

A mon cher frère : mahrez

Pour leurs soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études

A mon grand -père et Nana

A tous mes oncles, tantes, cousins et cousines

A toute la famille Abdi

A mon cher ami yudas

Qui m'a aidé dans les moments difficiles

A feriel cher amie avant d'être binôme qui a partagée avec moi ce travail

et ainsi qu'à sa famille;

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

A toute la promotion de QPSA



Chalabia

Dédicaces

En signe de respect et de reconnaissance je dédie ce travail :

*À ma maman que je respecte énormément, qui m'a aidé et
encouragé dans mes études.*

À mes chers frères : said, nadir, razik, ali.

À mes chères sœurs : wassila, rania, dounia.

À mes deux neveux : céline et fayçal.

À mon binôme chalabia, je la remercie pour son effort.

À mes amis

Et à toute la famille Bensimane

Et à tous ceux qui me connaissent.

Feriel.

Liste des tableaux

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
I	Composition moyenne en acides gras totaux de l'huile d'olive.	03
II	Structure des différents composés phénoliques identifiés dans l'huile d'olive.	05
III	La systématique botanique du romarin.	09
IV	Dénomination des différents échantillons.	14

Liste des tableaux en annexe

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

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Structure générale de l' α -tocophérol.	04
02	Principaux stérols de l'huile d'olive.	06
03	Photographie du romarin.	08
04	Structures des acides phénoliques.	10
05	Structures chimiques des principaux constituants des huiles essentielles du romarin.	11
06	Structures chimiques des principaux antioxydants du romarin.	11
07	L'huile d'olive extra vierge commerciale « Zzit Numidia ».	13
08	Photographie de la partie aérienne de <i>Rosmarinus officinalis</i> .	13
09	Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH°.	16
10	Teneurs en polyphénols totaux des huiles d'olive témoins et aromatisées au romarin.	19
11	Teneurs en flavonoïdes des huiles d'olive témoins et aromatisées au romarin.	20
12	Pouvoir réducteur des extraits méthanoliques des huiles d'olive témoins et aromatisées au romarin.	21
13	Pourcentage d'inhibition du radical DPPH° des extraits méthanoliques des différents échantillons d'huiles d'olive témoins et aromatisées au romarin.	22
14	Pourcentage d'inhibition du radical DPPH° des différents échantillons d'huiles d'olive témoins et aromatisées au romarin.	23
15	Pourcentage d'inhibition du radical ABTS ⁺ des extraits méthanolique des huiles d'olive témoins et aromatisées au romarin.	24

Liste des figures

Liste des figures en annexes

N°	Titre	N° D'annexe
01	Courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques totaux.	I
02	Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.	I

Liste des abréviations

COI : Conseil Oléicole International.

HT : Huile d'olive témoin.

HA : Huile d'olive aromatisée au romarin.

DPPH : 2,2 diphényl-1-picrylhydrazil.

ISO : International Organization for standardization.

ANOVA : Analysis Of Variance.

LSD : Least significant difference

Ppm : Particule par million.

Table de matière

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

Partie bibliographique

Chapitre I : L'huile d'olive

1- Définition.....	2
2- Les différentes catégories de l'huile d'olive.....	2
2-1- L'huile d'olive vierge extra.....	2
2-2- L'huile d'olive vierge.....	2
2-3- L'huile d'olive vierge courante.....	2
2-4- L'huile d'olive lampante.....	2
3- La composition chimique de l'huile d'olive.....	3
3-1- La fraction saponifiable.....	3
3-1-1- Les acides gras.....	3
3-1-2- Les triglycérides.....	4
3-2- La fraction insaponifiable.....	4
3-2-1- Les tocophérols.....	4
3-2-2- Les composés phénoliques.....	5
3-2-3- Les stérols.....	6
3-2-4- Les pigments.....	6
3-2-5- Les hydrocarbures.....	7
3-2-6- Les composés aromatiques.....	7

Chapitre II : Le romarin

1- Les généralités.....	8
2- La description botanique.....	8

Table de matière

3- La systématique botanique.....	9
4- Les noms vernaculaires.....	9
5- La composition chimique du romarin.....	9
5-1- Les composés phénoliques.....	9
5-2- Les huiles essentielles.....	10
6- Activité antioxydante du romarin.....	11
7-Utilisation du romarin.....	11

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

1- Matériel végétal.....	13
1-1- L'huile d'olive.....	13
1-2- La plante aromatique utilisée (<i>Rosmarinus officinalis</i>).....	13
1-3- Préparation du mélange huile /plante aromatique.....	14
2- Méthodes d'analyse.....	14
2-1- Extraction et dosage des composés phénoliques totaux.....	14
2-2- Dosage des flavonoïdes.....	15
2-3- Etude de l'activité antioxydante de l'huile d'olive.....	16
2-3-1- Pouvoir réducteur.....	16
2-3-2- Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH°.....	16
a)- Activité scavenger de l'extrait méthanolique sur le radical DPPH°.....	16
b)- Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH°.....	17
2-3-3- Activité scavenger sur le radical ABTS ^{·+}	17
2-4- Analyse statistique.....	18

Chapitre II : Résultats et discussion

1- Dosage des polyphénols totaux.....	19
2- Dosage des flavonoïdes.....	20
3- Etude de l'activité antioxydante de l'huile d'olive.....	21
3-1- Pouvoir réducteur.....	21
3-2- Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH°.....	22

Table de matière

a)- Activité scavenger de l'extrait méthanolique sur le radical DPPH°	22
b)- Activité scavenger de l'huile sur le radical DDPH°	23
3-3- Activité scavenger sur le radical ABTS ⁺	24
Conclusion	25

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction

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**).

Cet aliment fonctionnel représente la source principale des lipides et joue plusieurs rôles dans la prévention des maladies (**García-Martínez *et al.*, 2018**). Elle est presque unique parmi les huiles qui peuvent être consommées sous la forme brute et sans traitement préalable (**Wink, 1993**).

Catégoriquement, l'huile d'olive vierge extra est considérée comme la meilleure huile d'olive pour ses caractéristiques organoleptiques, sa composition chimique ainsi que sa stabilité. En revanche, plusieurs facteurs peuvent affecter ces qualités tels que l'oxygène, la lumière, la température, les métaux ... , conduisant à une dégradation de la qualité par suite d'oxydation et de dégradation hydrolytique (**Méndez et Falqué, 2007**).

Elle est caractérisée par un rapport élevé en acide gras mono-insaturés et en acides gras polyinsaturés et contient un pool de composés mineurs d'une puissante activité antioxydante parmi lesquels, on distingue les polyphénols (**Velasco et Dobarganes, 2002**).

Malgré ses atouts naturels et son arôme particulier, les producteurs de l'huile d'olive ont cherché à diversifier leur gamme de produits à travers l'aromatisation des huiles par des plantes aromatiques (**Vielle, 2010**).

Les plantes aromatiques sont à l'origine de la forte valeur ajoutée, et elles 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 notre travail est d'étudier l'influence de l'incorporation d'une plante aromatique (le romarin) à l'huile d'olive vierge sur l'activité antioxydante de l'huile.

Notre travail est subdivisé en deux grandes parties :

- La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique sur l'huile d'olive et le romarin.
- La seconde partie comporte la présentation du matériel et méthodes d'analyse utilisées, suivi des résultats obtenus et leur discussion.

Partie bibliographique

Chapitre I : L'huile d'olive

1- Définitions de l'huile d'olive

L'huile d'olive vierge est une huile extraite à partir du fruit d'olivier *Olea europaea* L. uniquement par des procédés mécaniques ou physiques et cela dans des conditions thermiques qui n'entraînent aucune altération de l'huile et n'ayant subi aucun traitement à part le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration (C.O.I., 2020).

2- Les différentes catégories de l'huile d'olive

La mesure de l'acidité, de l'indice de peroxyde, de l'absorbance dans l'UV de l'huile ainsi que les caractéristiques organoleptiques caractérisent la catégorie d'appartenance. Ces mesures représentent les paramètres de qualité de l'huile d'olive (Christopoulou *et al.*, 1995 Fedeli, 1999). On distingue plusieurs classes (COI., 2015) :

2-1- L'huile d'olive vierge extra

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

2-2- L'huile d'olive vierge

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

2-3- L'huile d'olive vierge courante

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

2-4- L'huile d'olive vierge lampante

C'est une huile vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique à un maximum de 3.3g/100g et les autres caractéristiques est conformes à celle prévus pour cette catégorie.

3- La composition chimique de l'huile d'olive

L'huile d'olive est un mélange complexe de différents composés chimiques avec une fraction saponifiable (96 à 98%) pondéralement majeure, constituée principalement de triacylglycérols, de faibles quantités d'acides gras libres, d'acylglycérols partiels, de phospholipides et une fraction insaponifiable mineure (0,5 à 1,5) (**Boukroune, 2018**).

3-1-La fraction saponifiable

3-1-1-Les acides gras

Les acides gras présents dans l'huile d'olive se trouvent sous forme d'ester de glycérol ou sous forme libre. Ce sont des monoacides linéaires à nombre pairs (majoritaires) et impairs d'atomes de carbone dont le nombre varie de 14 à 24. Leur chaîne aliphatique est soit saturée soit mono ou polyinsaturée. Ils se composent en moyenne de 72% d'acides gras mono insaturés, de 14% d'acides gras polyinsaturés et de 14% d'acides gras saturés. (**Benrachou, 2013**). Le tableau I illustre la composition en acides gras de l'huile d'olive.

Tableau I : Composition moyenne en acides gras totaux de l'huile d'olive (**COI., 2015**).

Acides gras	Teneur en (%)
Aide myristique (C14:0)	< 0,03
Acide palmitique (C16:0)	7,50 - 20,00
Acide palmitoléique (C16:1)	0,30 - 3,50
Acide heptadécanoïque (C17:0)	< 0,30
Acide heptadécénoïque (C17:1)	< 0,30
Acide stéarique (C18:0)	0,50 - 5,00
Acide oléique (C18:1)	55,00 - 83,00
Acide linoléique (C18:2)	2,50 - 21,00
Acide linoléique (C18:3)	< 1,00
Acide arachidique (C20:0)	< 0,60
Acide eicosénoïque (C20:1)	< 0,40
Acide behénique (C22:0)	< 0,20
Acide lignocérique (C24:0)	< 0,20

3-1-2- Les triglycérides

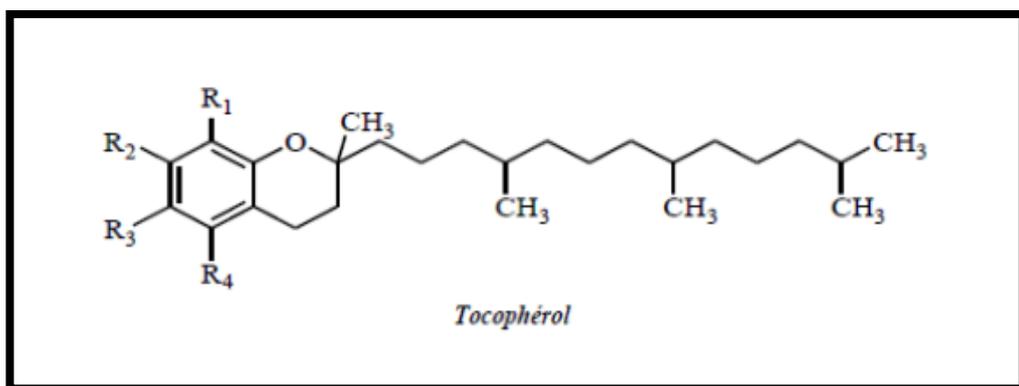
L'huile d'olive contient environ 30 triacylglycérols, cependant, on compte que cinq qui sont proportionnellement significatifs (**Garcia-González *et al.*, 2008**). Les triglycérides les plus abondants sont :

- ◆OOO (tri oléine) : 47,54 à 58,34% ;
- ◆POO (Palmitodioléine) : 18,72 à 21,81% ;
- ◆OOL (linoléodioleine) : 15,10 à 20,96% ;
- ◆POL (palmitooléolinoléine) : 3,16 à 6,94 % ;
- ◆SOO (stéarodioléine) : 2 à 5 % (**Tanouti *et al.*, 2011**).

3-2- La fraction insaponifiable

3-2-1- Les tocophérols

Les tocophérols sont des composés importants de l'huile d'olive en raison de leur double action bénéfique. En effet, ils ont tout d'abord l'atout d'être une vitamine E et ils ont également une forte activité antioxygène, pour cela, elle contribue à la stabilité oxydative et à la qualité nutritionnelle. La molécule de tocol constitue la structure de base des tocophérols (figure 1), elle est constituée d'un noyau hydroxychromane sur lequel est fixée une chaîne phytyle entièrement saturée (**Haddam *et al.*, 2014**).



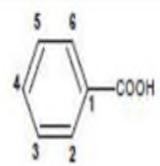
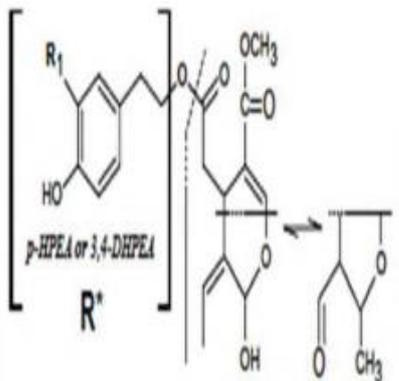
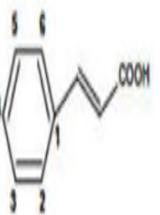
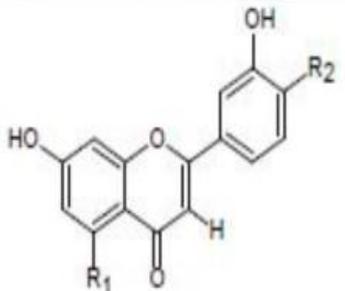
R₁, R₂, R₄ : CH₃, R₃ : OH

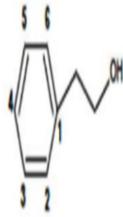
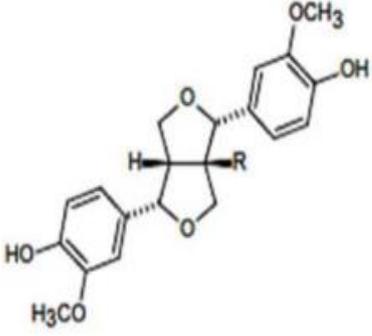
Figure 1 : Structure générale de l'α- tocophérol (**Benrachou, 2013**).

3-2-2- Les 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). La composition phénolique varie pour chaque huile d'olive vierge en fonction avec plusieurs facteurs tels que la variété, la région et les conditions climatiques, les pratiques agricoles appliquées dans la culture de l'arbre, le stade de maturité et la période de récolte, le mode d'extraction, le stockage et le conditionnement (Boskou 2015). L'huile d'olive contient des composés phénoliques simples et complexes (Haddam *et al.*, 2014). Le tableau II illustre les composés phénoliques de l'huile d'olive.

Tableau II: Structures des différents composés phénoliques identifiés dans l'huile d'olive (Segura-Carretero *et al.*, 2010).

Composés	Structures Générales	Composés	Structures Générales
Acides benzoïques -Acide vanillique -Acide syringique -Acide gallique -Acide hydroxybenzoïque		Secoiridoïdes •Oleupéine aglycone •Ligstroside aglycone •Oleuropéine forme dialdehydique de l'acide élénolique	
Acides cinnamiques -Acide <i>p</i> -coumarique -Acide-coumarique -Acide cafféique		Flavonoïdes •Apigénine •Lutéoline	

<p>Alcools phénoliques</p> <p>-Hydroxytyrosol -Tyrosol</p>		<p>Lignanes</p> <ul style="list-style-type: none"> •- (+)-1-Acét-xypinoresinol •- (+)-Pinoresinol 	
---	---	--	---

3-2-3- Les stérols

Les stérols sont des lipides nutritionnellement importants, ils sont associés à la qualité de l'huile (**Rodríguez *et al.*, 2015**). Les trois principaux stérols dans les huiles d'olive sont le β -sitostérol, le campestérol et le stigmastérol (figure2) (**Ben Temime *et al.*, 2008**).

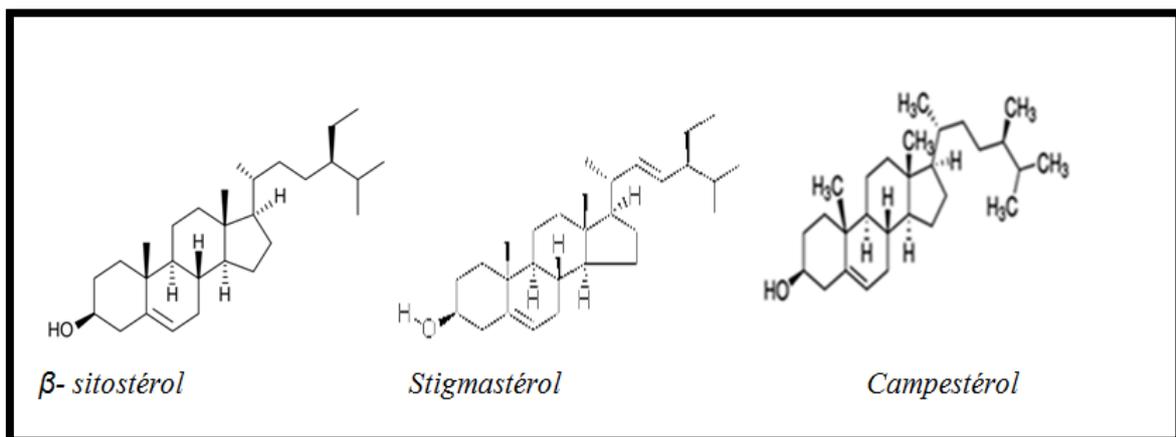


Figure 2 : Principaux stérols de l'huile d'olive (**Ben Temime *et al.*, 2008**)

3-2-4- Les pigments

Les pigments dans les huiles d'olive peuvent être divisés en deux classes principales : caroténoïdes et dérivés de la chlorophylle; ils sont responsables de la couleur des huiles d'olive, qui est une caractéristique importante pour la qualité de l'huile d'olive vierge.

Leur composition relative dans l'huile d'olive provient de la composition pigmentaire initiale des fruits de l'olive et de toutes les transformations chimiques, telles que celles qui sont provoquées par voie enzymatique, se produisant à différents stades de la production d'huile

d'olive. Les principaux facteurs affectant le profil pigmentaire des olives sont la variété (ou le cultivar), et le degré de maturation (**Lazzerini et Domenici, 2017**).

3-2-5- Les 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**).

Le squalène est l'hydrocarbure le plus abondant dans l'huile d'olive, qui est l'un des principaux composés des composés minoritaires. Ce fait est important car le squalène est un précurseur biochimique de la synthèse de stérols tels que le bêta-sitostérol qui interfère avec l'absorption intestinale du cholestérol (**Jozef, 2017**).

3-2-6- Les 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**).

Les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, alcools triterpéniques, aldéhydes, cétones, éthers, esters et les dérivés du furanne sont présents dans l'arôme de l'huile d'olive vierge. Cependant, les composés individuels les plus abondants sont l'hexanal, le trans-2-hexénal, hexanol et 3-méthylbutanol (**Caporaso, 2016**).

Chapitre II : Le romarin

1- Les généralités

La famille des lamiacées, connu également sous le nom des labiées, comporte environ 258 genres pour 6900 espèces plus ou moins cosmopolites; mais dont la plupart se concentrent dans le bassin méditerranéen tel que le thym, la lavande et le romarin, cette famille est divisée en deux sous-familles principales les Stachyoideae et les Ocimoideae. Les lamiacées sont des herbacées ayant la consistance et la couleur de l'herbe, parfois sous-arbrisseaux ou ligneuses. Une grande partie de ses plantes sont aromatiques riches en l'huile essentielle d'où leur intérêt économique et médicinal. Parmi eux un grand nombre de la famille des lamiaceae sont des sources de terpénoïdes, flavonoïdes et iridiodes glycosylés (Ouibrahim, 2015).

Rosmarinus officinalis est une plante de la famille des Lamiacées, il pousse à l'état sauvage dans le bassin méditerranéen et il est cultivé dans de nombreuses autres régions. Les herbes de romarin ont été largement utilisées dans la médecine traditionnelle et les cosmétiques. Ils sont également utilisés comme conservateur alimentaire naturel et agent aromatisant (Hamidpour *et al.*, 2017).

2- La description botanique

Le romarin (*Rosmarinus officinalis*) est une plante (figure 3) qui peut atteindre jusqu'à 1,50 m de hauteur. Il est facilement reconnaissable en toute saison à ses feuilles persistantes sans pétioles, coriaces beaucoup plus longues que larges, aux bords légèrement enroulés, vert sombre luisant sur le dessus, blanchâtres en dessous, leur odeur très camphrée. La floraison commence dès le mois de février et se poursuit jusqu'en avril- mai. La couleur des fleurs varie du bleu pâle au violet. Comme pour la plupart des lamiacées, le fruit est un tétrakène (de couleur brune) (Zermane, 2010).



Figure 3: Photographie du romarin (Anonyme, 2016)

3- La systématique botanique

La classification botanique du romarin est représentée dans le tableau suivant :

Tableau III: La systématique botanique du romarin (**Begum *et al.*, 2013**).

Règne	Plante
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta
Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	Rosmarinus
Espèce	Rosmarinus officinalis L

4- Les noms vernaculaires

Cette plante est connue par les noms suivants :

Nom anglais : Rosemary ;

Nom français : Romarin ;

Nom arabe : Eklil El Djabel ;

Nom kabyle : Amzir ou Aklil (**Goetz et Ghedira, 2012**).

5- La composition chimique du romarin

Une grande variété de métabolites secondaires utiles a été isolée de la plante du romarin, dont l'huile essentielle (HE) et les composés phénoliques (**Ribeiro –Santos *et al.*, 2015**).

5-1- Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont les métabolites secondaires les plus abondants trouvés dans les plantes, l'usage généralement est liée aux réponses de défense ; ils contiennent des noyaux benzéniques avec un ou plus de substituant hydroxyle, en plus d'autres constituants (**Lin, 2016**).

Selon **Borras-Linares (2015)**, les principaux composés phénoliques identifiés dans le romarin sont essentiellement des acides phénoliques (acide rosmarinique, carnosique, quinique...) et des dérivés flavonoïques (dérivés de lutéoline et de quercétine)

- **Les acides phénoliques** : les acides phénoliques (Figure 4) identifiés dans l'extrait de romarin, sont principalement des acides hydroxybenzoïques(C1-C6) et des acides hydroxycinnamiques (C3-C6) (Mena *et al.*, 2016).

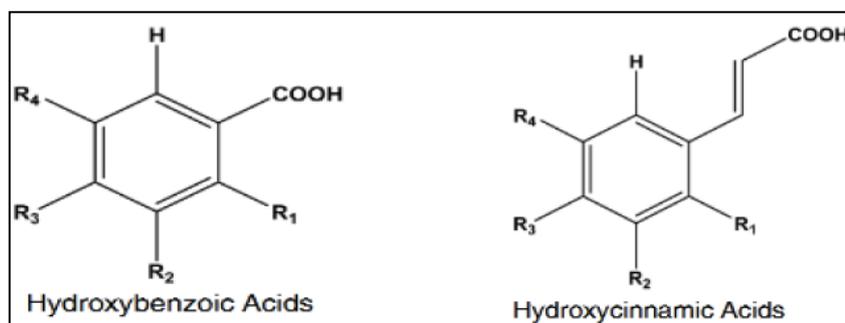


Figure 4 : Structures des acides phénoliques (Stalikas, 2007).

- **Flavonoïdes** : Les flavonoïdes sont des composés secondaires polyphénoliques situés essentiellement dans les feuilles, les parties florales et le pollen des plantes, et qui présentent une activité antioxydante (Loussouarn-Yvon, 2017). Vingt-quatre flavonoïdes ont été identifiés dans le romarin et appartiennent à trois sous classes principales : les flavones, les flavonols et les flavonones (Mena *et al.*, 2016).

5-2- Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances volatiles produites naturellement par les plantes. Celles-ci sont obtenues à partir de parties de plantes telles que les fleurs, les bourgeons, les feuilles, les graines, les brindilles, les racines, les fruits, l'écorce et le bois. Les huiles essentielles sont stockées dans des cavités, des cellules sécrétoires, des cellules épidermiques et des canaux (Valdivieso-Ugrate, 2019).

L'huile essentielle du romarin est un liquide incolore ou jaunâtre dont l'odeur est fortement camphrée, pénétrante et d'une saveur très aromatique (Zoubeidi, 2004).

Les principaux constituants de l'huile essentielle (figure 5) du romarin sont le camphre (5,0-12%), le 1,8-cinéole (15-55%), l' α -pinène (9,0-26%), le bornéol (1,5-5,0%), le camphène (2,5-12%), le β -pinène (2,0-9,0%) et le limonène (1,5-5,0%) dans des proportions qui varient selon le stade végétatif et les conditions bioclimatiques (Kompelly *et al.*, 2019).

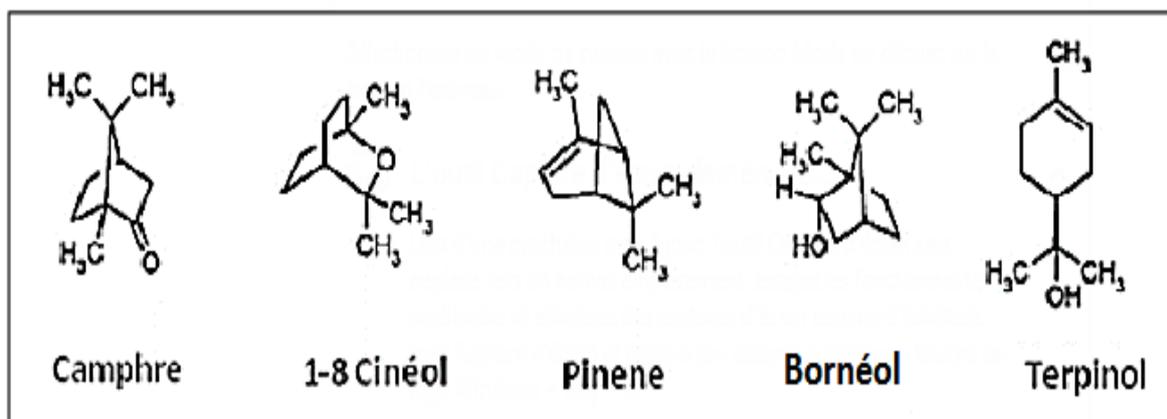


Figure 5 : Structures chimiques des principaux constituants des huiles essentielles du romarin (Wollinger *et al.*, 2016).

6- L'activité antioxydante du romarin

Les feuilles du romarin sont généralement utilisées comme condiment pour aromatiser les aliments et comme source de composés antioxydants utilisés dans la conservation des aliments (De Oliveira *et al.*, 2019).

Plusieurs auteurs ont étudié l'utilisation des extraits du romarin comme antioxydant pour conserver les produits à base de viande (Balentine *et al.*, 2006).

Cette activité antioxydante est liée à l'acide rosmarinique d'une part et d'une autre part à l'acide carnosique et le carnosol (figure 6) qui jouent le rôle d'inhibiteurs de la peroxydation lipidique (Goetz et Ghedira, 2012). Les principaux antioxydants du romarin sont présentés ci-dessous :

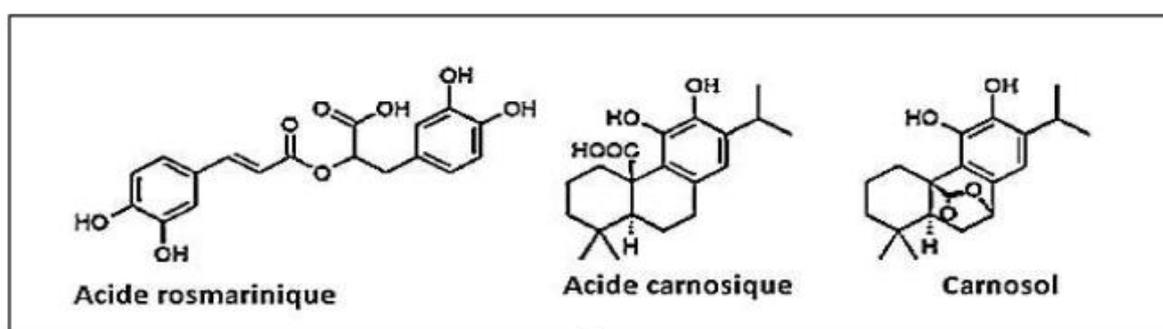


Figure 6 : Structures chimiques des principaux antioxydants du romarin (Wollinger *et al.*, 2016).

7- Utilisation du romarin

Le romarin est souvent cultivé pour son huile essentielle. Dans la médecine traditionnelle ses parties aériennes sont utilisées par voie orale pour soulager la colique rénale, les dysménorrhées et comme antispasmodique. Il est considéré utile pour contrôler l'érosion du sol, l'huile du romarin a été largement répandue pendant des siècles, comme un des ingrédients en produits de beauté, savon, aussi bien pour l'assaisonnement et la conservation des produits alimentaires (**Henrich *et al.*, 2006**).

Il est utilisé sous forme fraîche, poudre, huile essentielle et sous forme des extraits du romarin soluble dans l'eau (**Ambrose *et al.*, 2016**).

Il est largement utilisé comme épice alimentaire et comme antioxydant pour conserver les aliments (**Braun et Cohen, 2010**).

Plusieurs propriétés thérapeutiques sont liées aux bioactifs de romarin notamment des propriétés carminatives, anti-inflammatoires, emménagogues, liées respectivement aux flavonoïdes, carnosol, acide oléanique (**Sasikumar, 2012**).

Le romarin a servi de source pour la préparation d'extraits pour application cosmétique, ses extraits sont riche en tanins saponines, flavonoïdes et autres composés bioactifs et ont des propriétés épithélisantes et antimicrobiennes bien prouvées, ces propriétés trouvent une application dans un nombre de produits cosmétiques, shampoing et lotion antipelliculaires et anti-séborrhée, crèmes pour peaux grasses, produits de bain (**Damianova *et al.*, 2010**).

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

1- Matériel végétal

1-1- L'huile d'olive

Dans notre travail, on a utilisé l'huile d'olive extra vierge commerciale (Zzit Numidia) (figure 7) qui provient d'une huilerie situé à Ighzer Amekrane, Ahrik, commune Ouzellaguene, Béjaia, pendant la campagne oléicole 2021-2022.



Figure 7 : Huile d'olive extra vierge commerciale (Zzit Numidia).

1-2- La plante aromatique utilisée (*Rosmarinus officinalis*)

La plante aromatique utilisée dans notre travail est nommée le romarin (*Rosmarinus officinalis*) (Figure 8). Elle a été récoltée au niveau d'une région montagneuse d'Adekar Bejaia.

Après la récolte, la plante est nettoyée, puis lavée à l'eau plusieurs fois afin d'éliminer les différentes impuretés et la poussière. Ensuite, nous avons étalé les plantes sur un papier pour réaliser un séchage à l'air libre.



Figure8 : Photographie de la partie aérienne de *Rosmarinus officinalis*.

1-3- Préparation du mélange huile /plante aromatique

Après homogénéisation de chaque compartiment de notre échantillon, nous avons réalisé des mélanges huile/romarin à raison de 10%. Les huiles témoins et les mélanges huile/plante sont conditionnés dans des flacons en verre fumé et stockés à une température ambiante. Nous avons réalisé les analyses après 10, 20, 30,40, 50 et 60 jours.

Avant d'effectuer les différentes analyses, nous avons procédé à une filtration des échantillons d'huile d'olive aromatisée pour éliminer les différents débris de la plante. La dénomination des différents échantillons est donnée dans le tableau suivant :

Tableau IV : Dénomination des différents échantillons.

Echantillon	Signification
HT0J	Huile témoin sans stockage
HT10J	Huile témoin stockée pendant 10 jours
HA10J	Huile aromatisée stockée pendant 10 jours
HT20J	Huile témoins stockée pendant 20 jours
HA20J	Huile aromatisée stockée pendant 20 jours
HT30J	Huile témoins stockée pendant 30 jours
HA30J	Huile aromatisée stockée pendant 30 jours
HT40J	Huile témoins stockée pendant 40 jours
HA40J	Huile aromatisée stockée pendant 40 jours
HT50J	Huile témoins stockée pendant 50 jours
HA50J	Huile aromatisée stockée pendant 50 jours
HT60J	Huile témoins stocké pendant 60 jours
HA60J	Huile aromatisée stockée pendant 60 jours

2-Méthodes d'analyse

2-1-Extraction et dosage des composés phénoliques totaux

Les polyphénols totaux sont dosés par leur capacité à réduire les acides phosphotungstiques et phosphomolybdiques, contenus dans le réactif de Folin-Ciocalteu en oxydes de tungstène et molybdène (W_8O_{23} et Mo_8O_{23}). Ces derniers présentent une coloration bleutée. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents et qui sont dosés à 765 nm (**Singleton *et al.*, 1999**).

➤ Protocole expérimental

• Extraction

Pour l'extraction des composées phénoliques, on a utilisé le protocole de **Favati et al (1994)**. Après activation de la colonne C18 avec 6 ml de méthanol et 10 ml d'hexane, on dissout 1 g d'huile dans 10 ml d'hexane, et on fait passé la solution dans la colonne C18. Puis, on lave la colonne avec 2x5 ml d'hexane et enfin, l'élution est réalisée avec 2x4 ml du méthanol.

• Dosage

La méthode utilisée pour le dosage des polyphénols totaux est celle de **Favati et al (1994)**. Dans des fioles de 20 ml, on met 2 ml de l'extrait méthanolique, ajouter 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 (Na_2CO_3) à 10% et on ajuste avec de l'eau distillée jusqu'à 20 ml. Après incubation pendant 90 min à l'obscurité, on filtre et on mesure l'absorbance à 765 nm contre un témoin dont l'extrait méthanolique est remplacé par le même volume du méthanol.

Les concentrations en polyphénols, exprimées en milligramme (mg) équivalent d'acide gallique par kilogramme (Kg) d'huile, sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage (annexe I).

2-2- 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 (**Apaket et al., 2007**). Les résultats sont ainsi exprimés en mg équivalent de quercétine par Kg de l'huile (mg EQ/Kg) (annexe I).

➤ Protocole expérimental :

Le contenu en flavonoïdes des extraits est estimé par la méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl_3) décrite par (**Branz et al., 2012**). Un volume de 2 ml de l'extrait est mélangé à 1ml de la solution de trichlorure d'aluminium AlCl_3 à 2%. Après incubation à l'obscurité pendant 15 min et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 430 nm.

2-3- Etude de l'activité antioxydant

2-3-1- Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est un essai simple, rapide et reproductible. Ce pouvoir mesure la capacité d'un antioxydant à réduire le fer ferrique Fe^{+3} ($FeCl_3$) en fer ferreux Fe^{+2} ($FeCl_2$) en présence d'un agent chromogène ferricyanure de potassium $K_3(Fe(CN)_6)$. Ceci se traduit par le virage de la couleur jaune de ferricyanure de potassium vers une couleur bleu verte dont l'intensité dépend du pouvoir réducteur de l'antioxydant (Cam *et al.*, 2010).

➤ Protocole expérimental

Le protocole de Lugasi *et al.* (2003) est utilisé pour évaluer le pouvoir réducteur des extraits méthanoïque. Un volume de 1 ml d'extrait méthanoïque est additionné à 2,5 ml de tampon phosphate (0,2 M ; pH 6,6) et 2,5 ml ferricyanure de potassium $K_3[Fe(CN)_6]$ à 1%. Après incubation à 50°C pendant 20 min, 2,5 ml d'acide trichloracétique à 10 % sont ajoutés au mélange puis, centrifugé pendant 10 min à 1500 tours/min. 2,5 ml du surnageant sont mélangés à 2,5 ml d'eau distillée et 0,5 ml de chlorure ferrique ($FeCl_3$) à 0,1 %. L'absorbance est mesurée à 700 nm après 10 min de réaction.

2-3-2- Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH°

Le test DPPH° (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) est basé sur la mesure de la capacité de piégeage de radicaux à l'aide de radical stable DPPH°. Le principe de ce test se résume par la capacité de l'extrait à réduire le radical libre DPPH° de couleur violette foncée, qui se transforme en coloration jaunâtre (après réduction) (Figure 9) (Merouane *et al.*, 2014).

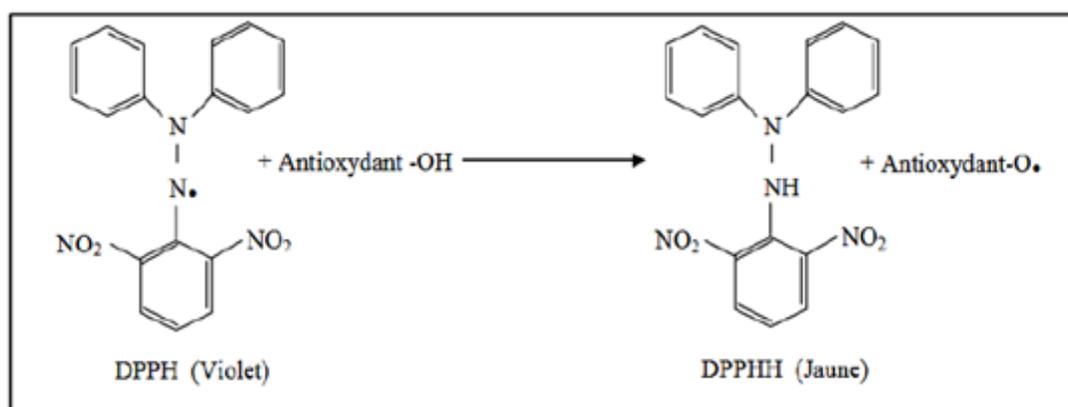


Figure 9 : Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH° (Talbi *et al.*, 2015).

a)-Activité scavenger de l'extrait méthanolique sur le radical DPPH°

Un volume de 0,1 ml d'extrait est mélangé avec un volume de 2,9 ml solution méthanolique de DPPH (6×10^{-5} M). La décoloration par rapport au témoin, contenant le

DPPH et le solvant, est mesurée au spectrophotomètre à 515 nm après 30 min d'incubation à l'obscurité (Keceli et Gordon, 2001).

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

$$\text{Le (\%)} \text{ d'inhibition de DPPH}^\circ = (Ac - Ae/Ac).100$$

- **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 a 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.

2-3-3- Activité scavenger sur le radical ABTS^{·+}

Le pouvoir anti-radicalaire contre le radical cationique ABTS^{·+} a été déterminé selon la méthode de Re *et al.*, (1999). Une solution d'ABTS^{·+} à 7mM et 2,45mM de persulfate du potassium est préparée dans 25ml d'eau distillée, cette solution est incubée à l'obscurité pendant 18h à température ambiante. Ce laps de temps permet la formation du radical ABTS^{·+}. La solution ainsi obtenue est bleue verte et stable, elle peut être conservée à température ambiante. Un volume de 100µl d'extrait est additionné à un volume de 900µl de solution ABTS^{·+}. La décoloration par rapport au témoin, contenant l'ABTS^{·+} et le solvant (éthanol), est mesurée au spectrophotomètre à 734 nm après 30 min d'incubation à l'obscurité.

L'activité antioxydante est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical ABTS^{·+} selon la formule suivante :

$$\text{Le (\%)} \text{ d'inhibition d'ABTS}^{\cdot+} = (Ac - Ae/Ac).100$$

Ac : Absorbance du contrôle.

Ae : Absorbance de l'échantillon.

2-4-Etude des statistiques

Pour pouvoir traiter les résultats obtenus, une étude statistique a été réalisée en appliquant une analyse de la variance (ANOVA), suivie du teste LSD en utilisant le logiciel STATISTICA 7.1. Le degré de signification des résultats est pris à la probabilité ($p < 0,05$).

Chapitre II: Résultats et discussion

1- Dosage des polyphénols totaux :

Les composés phénoliques sont des composants biologiquement actifs avec des propriétés anti-oxydantes qui affectent la saveur et la qualité de l'huile (**Lerma-Garcia, 2009**).

Les teneurs en polyphénols totaux des différents extraits méthanoliques exprimées en milligrammes équivalent d'acide gallique/kg de l'huile sont représentées dans la figure 10.

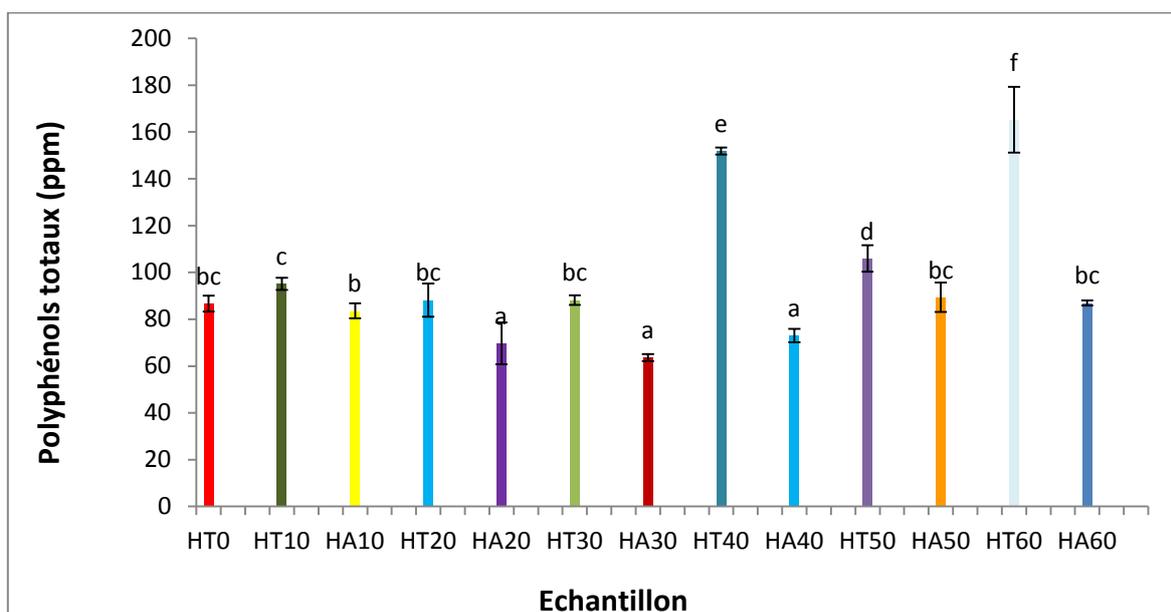


Figure 10 : Teneurs en polyphénols totaux des huiles d'olive vierges témoins et aromatisées au romarin.

Les résultats obtenus de teneurs en composés phénoliques varient entre 63,66ppm (HA30) et 165,28ppm pour (HT60).

Selon l'analyse statistique, l'échantillon de l'huile d'olive témoin de 60 jours présente une augmentation significative ($p < 0,05$) par rapport à l'ensemble des échantillons.

Les échantillons témoins HT40, HT50, HT60, présente des teneurs significativement élevées par rapport aux autres échantillons.

Les teneurs des échantillons d'huiles d'olives aromatisées au romarin présentent des diminutions significatives ($p < 0,05$) par rapport à leurs échantillons témoins correspondants et qui oscillent entre 63,66ppm (HA30) et 89,36ppm (HA50). Ces résultats sont différents de

ceux trouvés par **Dameshki *et al.* (2001)** et **Ait Taleb *et al.* (2016)** qui ont constaté que l'huile aromatisée par le romarin avait une teneur phénolique plus élevée que celle non aromatisée.

Nos résultats sont en accord avec ceux de **Baiano *et al.* (2009)**, qui ont signalé que les teneurs en composés phénoliques des huiles aromatisées au romarin ont marqué une diminution remarquable en les comparant avec les teneurs des huiles non aromatisées.

2- Dosage des flavonoïdes :

Les flavonoïdes sont une classe appartenant à la famille des composés phénoliques, la teneur de ces composés corrèle souvent avec celle de l'activité antioxydante, et par conséquent, la stabilisation et la neutralisation des radicaux libres (**Rama Prabha et Vasantha, 2011; Becerra-Herrera *et al.*, 2018**).

Les teneurs en flavonoïdes des différents échantillons de l'huile analysée sont indiquées dans la figure 11.

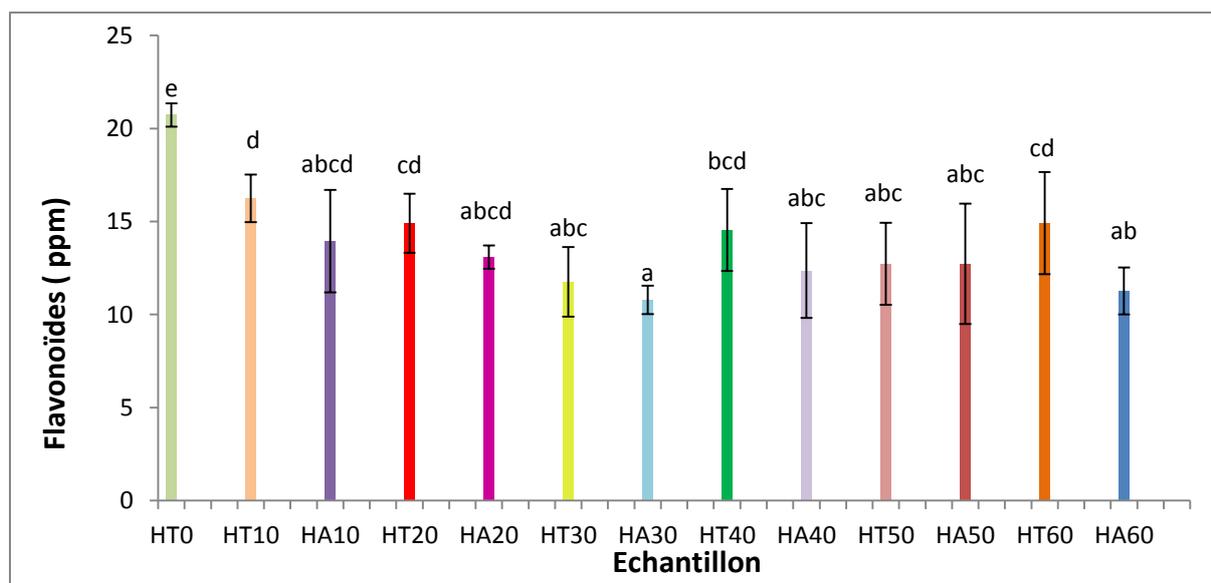


Figure 11 : Teneurs en flavonoïdes des huiles d'olive vierges témoins et aromatisées au romarin

D'après les résultats obtenus, on remarque que les teneurs varient entre 10,78ppm (HA30) et 20,72ppm (HT0). Ce dernier présente une élévation significative ($p < 0,05$) par rapport à l'ensemble des échantillons.

En général, on constate des diminutions non significatives ($p < 0,05$) des teneurs en flavonoïdes entre les huiles témoins et les huiles aromatisées correspondantes à l'exception de l'échantillon de 60 jour où une diminution significative ($p < 0,05$) a été relevée (HT60 :14,90ppm ; HA60 :11,27ppm).

3- Etude de l'activité antioxydante de l'huile d'olive :

3-1- Pouvoir réducteur :

Les résultats relatifs au pouvoir réducteur des échantillons d'huiles analysés sont indiqués dans la figure 12.

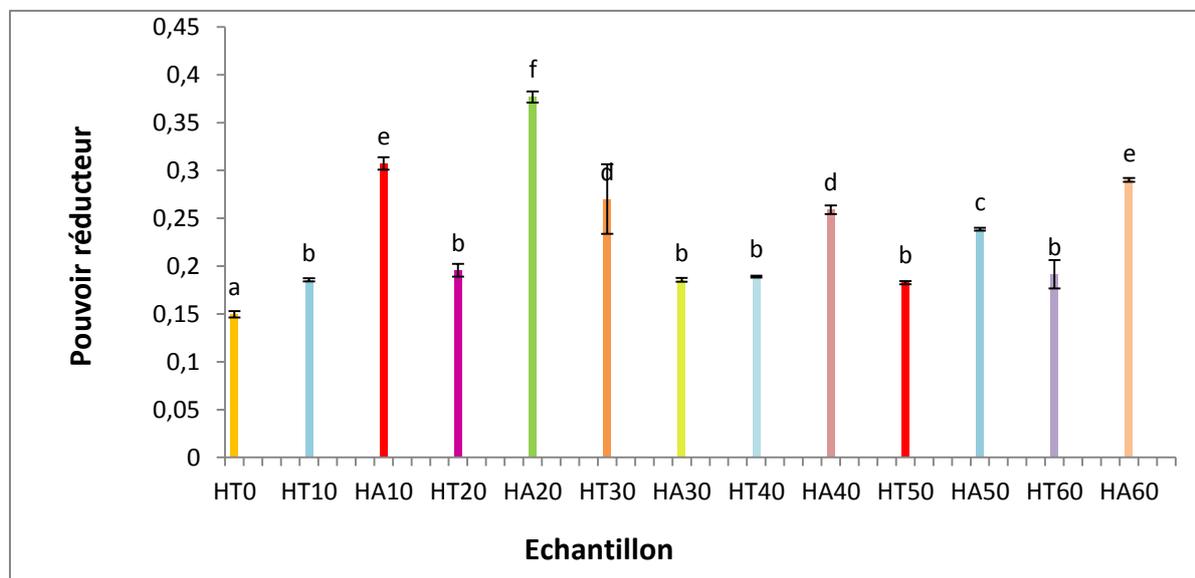


Figure 12 : Pouvoir réducteurs des extraits méthanoliques des huiles d'olive vierges témoins et aromatisées au romain.

Les résultats obtenus montrent que tous les extraits exercent un pouvoir réducteur et qui varie entre 0,14 (HT0) et 0,37 (HA20). Ces deux échantillons ainsi que HA10 présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre eux d'une part et d'autre part avec l'ensemble des échantillons.

Néanmoins, on remarque aucune différence significative ($p < 0,05$) entre les échantillons HT10 HT20, HA30, HT40, HT50 et HT60, entre HA10 et HA60 et entre HT30 et HA40.

A l'exception de l'échantillon de 30jours, toutes les autres huiles aromatisées exercent significativement ($p < 0,05$) les meilleurs pouvoir réducteurs par rapport à leurs huiles témoins correspondantes.

Le meilleur pouvoir réducteur est exercé par l'huile aromatisée de 20 jours malgré que sa teneur en polyphénols totaux est parmi les plus faibles teneurs. **Rubio-Senent (2013)** a signalé que les échantillons qui donnent un pouvoir réducteur élevé sont les plus riches en polyphénols totaux.

3-2- Activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH°:

a)- Activité scavenger des extraits méthanoliques sur le radical DPPH° :

Les résultats de l'activité scavenger sur le radical DPPH° des extraits méthanoliques des huiles exprimés en pourcentage (%) sont représentés sur la figure 13.

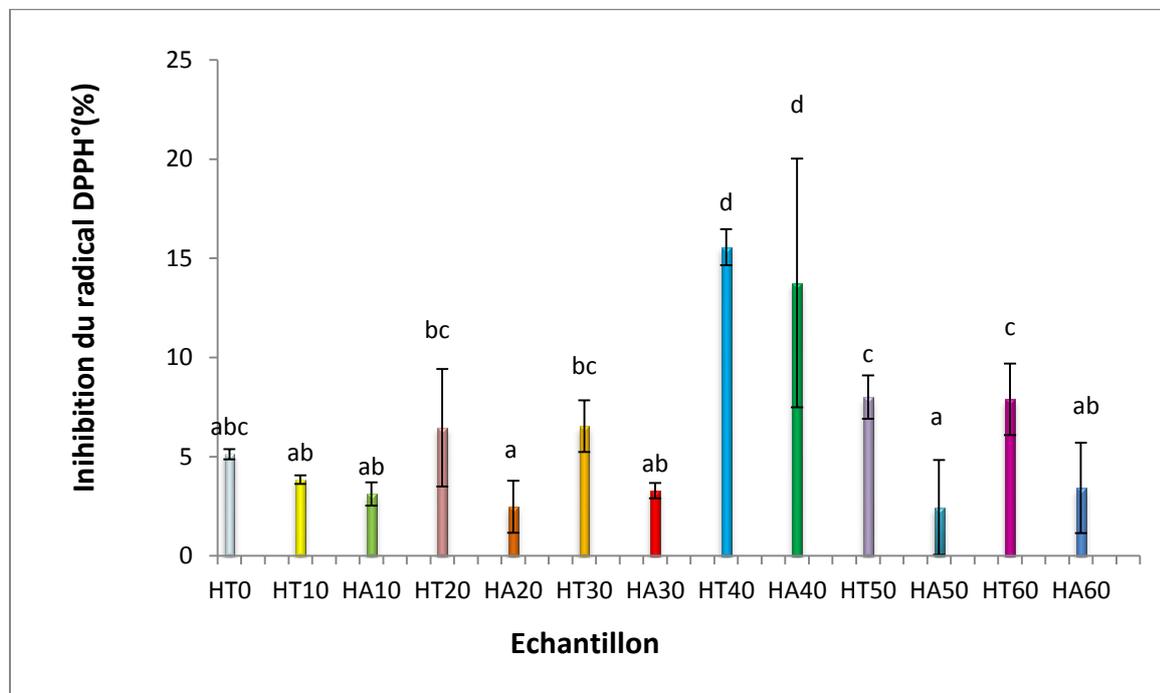


Figure 13 : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH° des extraits méthanoliques des différents échantillons d'huiles d'olive témoins et d'huiles aromatisées au romarin.

Les pourcentages d'inhibition du radical DPPH° des extraits méthanoliques oscillent entre 2,44% (HA50) et 15,55% (HT40).

Nous remarquons que l'échantillon HT40 exerce la meilleure activité anti radicalaire avec un taux de 15,55% par contre le plus faible pourcentage d'inhibition du radical DPPH° a été noté pour l'échantillon HA50 (2,44%).

Des diminutions du pourcentage d'inhibition du radical DPPH° sont relevées en passant de l'échantillon témoin vers l'échantillon aromatisé correspondant et d'une manière significative ($p < 0,05$) pour les échantillons de 20, 50 et 60 jours de stockage.

La capacité de neutraliser le radical DPPH° par les antioxydants de l'huile d'olive est attribuée à la quantité des polyphénols totaux (Boskou *et al.*, 2006).

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

La méthode utilisant le radical DPPH° est une méthode rapide et simple pour l'évaluation de l'activité antioxydante (Brozin *et al.*, 2008). Les pourcentages d'inhibition du radical DPPH° des échantillons d'huiles étudiés, sont illustrés dans la figure 14.

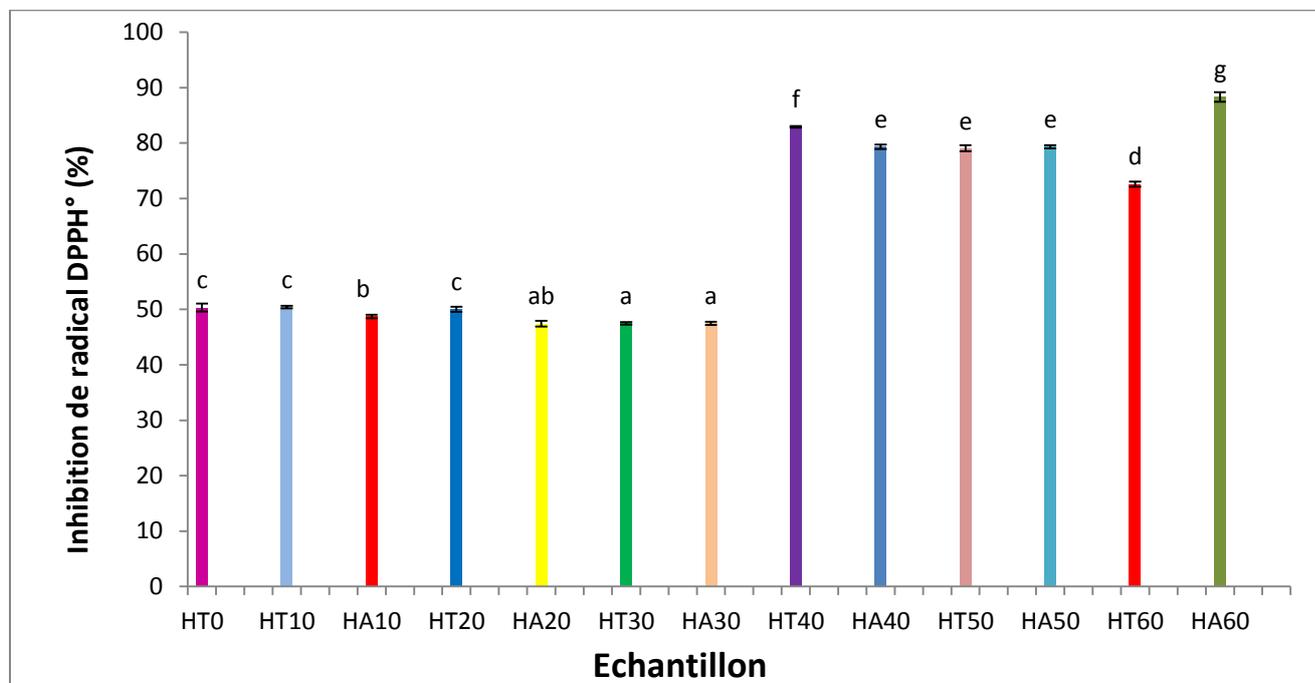


Figure 14 : Pourcentage d'inhibition du radical DPPH° des différents échantillons d'huiles d'olives témoins et aromatisés au romarin.

Selon les résultats obtenus, on remarque que tous les échantillons d'huiles exercent une activité scavenger sur le radical DPPH° : la plus grande valeur est enregistrée pour l'échantillon HA60 (88%). Cette valeur est significativement ($p < 0,05$) élevée comparée aux autres échantillons. L'huile d'olive aromatisée de 30 jours a exhibé le plus petit pourcentage d'inhibition du radical DPPH° (47,47%).

Des diminutions significatives ($p < 0,05$) ont été notées pour les échantillons aromatisés de 10, 20 et 40 jours par rapport aux échantillons témoins correspondants. Au contraire, pour l'échantillon aromatisé de 60 jours, on a observé une augmentation significative ($p < 0,05$) par rapport à son échantillon témoin.

Les pourcentages d'inhibitions du DPPH° ont augmentés significativement ($p < 0,05$) au bout de 40 jours de stockage. En effet, les taux sont passés d'environ 50% vers des taux supérieures à 70%.

3- Activité scavenger sur le radical ABTS^{•+} :

Les résultats relatifs de l'activité scavenger sur le radical ABTS^{•+} des extraits étudiés sont illustrés dans la figure 15.

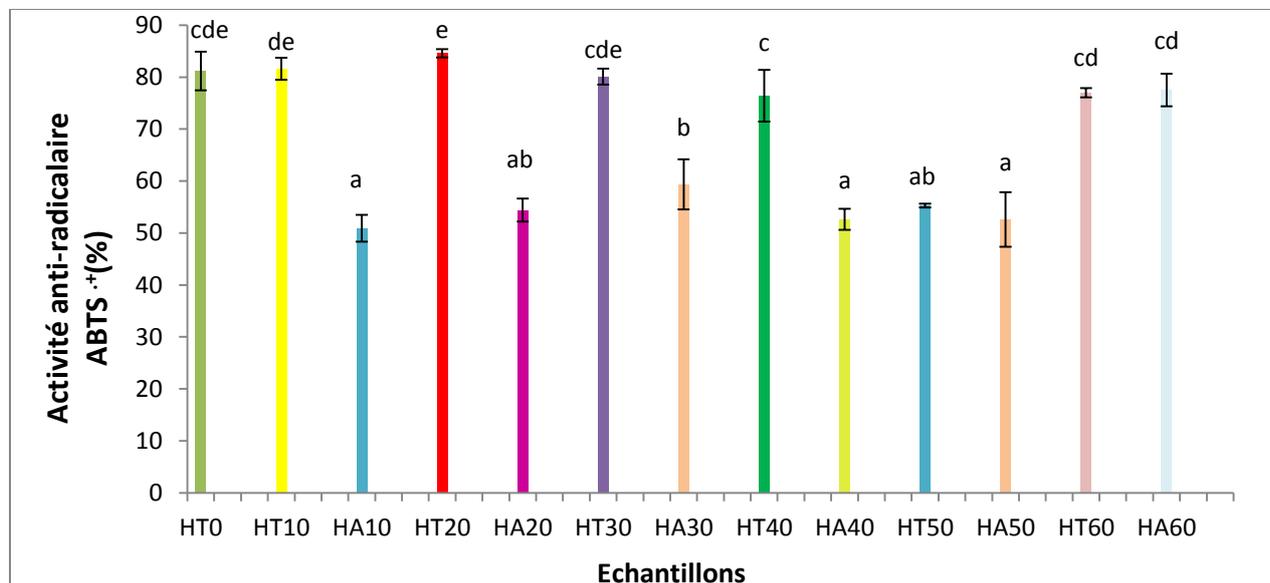


Figure 15 : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS^{•+} des extraits méthanoliques des huiles d'olives témoins et des huiles aromatisées au romarin.

Les résultats obtenus montrent que tous les échantillons possèdent une capacité de piégeage du radical ABTS^{•+} avec des taux qui varient de 50,91% (HA10) à 84,58% (HT20).

A l'exception de l'échantillon témoin de 50 jours, tous les autres échantillons témoins ont enregistré des pourcentages d'inhibition supérieurs à 70%.

Des diminutions significatives ($p < 0,05$) des pourcentages d'inhibition d'ABTS^{•+} ont été relevées pour les échantillons aromatisés de 10, 20, 30, 40 jours par rapport aux huiles témoins correspondantes.

L'échantillon témoins de 50 jours a enregistré une diminution significative ($p < 0,05$) par rapport à l'ensemble des huiles témoins. Pour les huiles aromatisées, l'échantillon de 60 jours a exhibé l'activité antiradicalaire la plus significativement ($p < 0,05$) élevée par rapport à tous les échantillons aromatisés.

Conclusion

Conclusion

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) ainsi que l'activité antioxydante par quatre tests (pouvoir réducteur, ABTS⁺, activité scavenger des extraits méthanoliques et de l'huile sur le radical DPPH°) d'une huile d'olive vierge commerciale (Zzit Numidia) additionnée par une plante aromatique (le romarin) au cours de 60 jours de stockage à la température ambiante.

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en composés phénoliques totaux varient entre 63,66ppm (HA30) et 165,28ppm (HT60). Au bout de 40 jours de stockage, les échantillons témoins ont observé des augmentations significatives ($p < 0,05$) par rapport à l'ensemble des échantillons. Concernent les huiles aromatisées, nous avons noté des baisses significatives en polyphénols totaux en les comparant à leurs huiles témoins correspondantes.

Les teneurs en flavonoïdes des différents échantillons varient entre 10,78ppm (HA30) et 20,72ppm (HT0). Une diminution significative a été relevée pour tous les échantillons par rapport à l'échantillon d'huile commerciale d'origine (HT0).

Le pouvoir réducteur des échantillons étudiés oscille entre 0,14 (HT0) et 0,37 (HA20). A l'exception de l'échantillon de 30 jours, toutes les autres huiles aromatisées exercent significativement ($p < 0,05$) les meilleurs pouvoirs réducteurs par rapport à leurs huiles témoins correspondantes.

Les pourcentages d'inhibition du radical DPPH° des extraits méthanoliques oscillent entre 2,44% (HA50) et 15,55% (HT40). A 40 jours de stockage, les meilleures activités antiradicalaires ont été relevées.

Les résultats relatifs à l'activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH° varient de 44,07% (HA30) et 88,31% (HA60). Une élévation significative ($p < 0,05$) a été observée à partir de 40 jours de stockage pour tous les échantillons, pour atteindre des pourcentages supérieurs à 70%.

Les pourcentages d'inhibition du radical ABTS⁺ varient de 50,91% (HA10) à 84,58% (HT20). Des diminutions significatives ($p < 0,05$) des pourcentages d'inhibition d'ABTS⁺ ont été relevées pour les échantillons aromatisés de 10, 20, 30 et 40 jours par rapport aux huiles témoins correspondantes.

Enfin, cette étude préliminaire peut être complétée par d'autres travaux tels que :

- Elargir l'étude à d'autres huiles d'olives commerciales et étaler la période de stockage ;
- Réaliser une analyse sensorielle ;

Conclusion

- Identification des composés phénoliques par les méthodes HPLC ;
- Etude de la stabilité oxydative des huiles aromatisés ;
- Identification et quantification des différents antioxydants de l'huile d'olive.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

A

Ait Taleb S., K. Boutoial , F. Kzaiber, A. Oussama. (2016). Effect of aromatization by aromatic plants on the physicochemical, sensorial and oxidative stability of moroccan virgin olive oil. International journal of chemical, material and environmental research, 3 (4) : 73-77.

Alkhalidy, H., Wang, Y., et Liu, D. (2018). Dietary flavonoids in the prevention of T2D : an overview. Nutrients, 10(4) : 438.

Ambrose, D. C., Manic kavasagan, A., et Naik, R. (2016). Leafy medicinal herbs: botany chemistry, post harvest technology and uses: CABI.

Andrade J M, Faustino C, Garcia C, Ladeiras D, Reis CP et Rijo P. (2018). *Rosmarinus officinalis* L: an update review of it sphytochemistry and biological activity. Future Science OA, 4 (4).

Anonyme 1 : <https://jardinage.lemonde.fr>. Consulter le 08/06/2022.

B

Baiano, A., Terracone, C., Gambacorta, G., et La Notte, E. (2009). Changes in quality indices, phenolic content and antioxidant activity of flavored olive oils during storage. Journal of the american oil chemists' society, 86(11) : 1083-1092.

Balentine C.W., Crandall P.G., O'Bryan C.A., Duong D.Q. et Pohlman F.W. (2006) The pre-and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and during storage of ground beef. Meat science, (73) : 413-421.

Becerra-Herrera M., Vélez-Martín A., Ramos-Merchante A., Richter P., Beltrán R. et Sayago A, (2018). Characterization and evaluation of phenolic profiles and color as potential discriminating features among Spanish extra virgin olive oils with protected designation of origin. Food chemistry, (241) : 328–337.

Begum A., Sandhya S., Ali S.SH.A., Vinod K.R., Reddy S., et Banji D. (2013). An in-depth review on the medicinal flora *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae). Acta Sci. Pol Technol. Aliment, 12(1) : 61-73.

Beltrán G., Aguilera MP., Del Rio C., Sanchez S. et Martinez L. (2005). Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblan cavirogin olive oils. Food chemistry, (89) : 207-215.

Ben Hassine K., Bouchoucha S., and Kamoun N. (2007). Impact de la variété et du système d'extraction de l'huile d'olive sur les préférences consommateurs. Institut de l'olivier de Sfax institut national agronomique de Tunisie. 1-6.

Références bibliographiques

Ben Mohamed, M., Boudiche, S. et Kachouri, F. (2015). Qualité d'huile d'olive biologique. Ed. universitaires européennes. 20-76.

Benrachou. (2013). Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse de doctorat : biochimie, Annaba, université d'Annaba. 112.

Ben Tamime S., Manai H., Methenni K., Baccouri B., Abaza L., Daoud D., Casas J Bueno E. et Zarrouk M. (2008). Sterolic composition of Chétoui virgin olive oil: influence of geographical origin. Food Chemistry, 110 (2) : 368-374.

Branz A. (2012). Antioxidant activity and phenolic composition of brizilinhoeny and their extracts. J. ChemSco. Revue vol num. 15-22.

Borras-Linares Isabel, Almudena Perez-Sanchez, JesusLozano-Sanchez, Enrique Barrajon-Catalan, David Arraez-Roman, Alejandro Cifuentes, Vicente Micol, Antonio Segura Carretero. (2015). A bioguided identification of the active compounds that contribute to the antiproliferative/cytotoxic effects of rosemary extract on colon cancer cells. Food and chemical toxicology. (80) N° : 215–222.

Boskou G., Salta F.N., Chrysostomou S., Mylona A., Chiou A. et Andrikopoulos N.K (2006). Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the greek market. Food chemistry, 94 ; 558-564.

Boskou, D. (2015). Olive fruit, table olives, and olive oil bioactive constituents in: olive and olive oil bioactive constituents. AOCS Press.1-30.

Boudhrioua N., Bahloul N., Ben Slimane I. et Kechaou N, (2009). Comparison on the total phenol contents and the color of fresh and infrared-dried olive leaves. Industrial Crops and Products, Vol.29, N°2 : 412-419.

Boukroune H. (2018). L'oléiculture en petite Kabylie : la qualité du produit participe au développement durable de la filière. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif, (1) : 11-31.

Bouzi W, Yahia M, Abdeddaim M, Aberkane MC, Ayachi A. (2010). Evaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits de l'aubépine monogyne. Lebanese Science Journal, (1) : 59-69.

Bozin B, Mimica-Dukic N, Samojlik I, Goran A, Ijic R, (2008). Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). Food chem, (111) : 925.

Références bibliographiques

Braun, L., et Cohen, M. (2010). Herbs and natural supplements inkling: An evidence- based guide: elsevier health sciences APAC.

C

Cam M. et Hisil Y. (2010). Pressurised water extraction of polyphenols from pomegranate peels. *Food Chemistry* 123 (2010) : 878-885.

Caporaso, N. (2016). Virgin olive oils: Environmental conditions, agronomical factors and processing technology affecting the chemistry of flavor profile. *J food chem Nanotechnol* 2(1) : 21-31.

Chou, S.T., Chao, W.W., Chung, Y.C. (2003). Antioxydative activity and safety of 50% ethanolicredbeanextract (*Phaseolus radiatus* L. var. Aurea). *Journal of food science*, 68: 21-25.

Christopoulou E., Lazaraki M. et Alexiou F. (1995). La qualité de l'huile d'olive vierge grecque : critères chimiques et organoleptiques. *Olivae*, (56) : 54-59.

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

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.

Conseil Oléicole International (2015). Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive.

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

D

Dahl W, J., Michael A., Tandlich et England J. (2016). Heath benefits of olive oil and olive extracts 1, *FSHN* (16) :2.

Damechki, M., Sotiropoulou, S., et Tsimidou, M. (2001). Antioxidant and pro-oxidant factors in oregano and rosemary gourmet olive oils. *Grasas y aceites*, 52(3-4) :207-213.

Damianova, S., Tasheva, S., Stoyanova, A., et Damianov, D. (2010). Investigation of extracts from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) for application in cosmetics. *Journal of essential oil bearing plants*, 13(1) : 1-11.

De Leonardis A., Aretini A., Alfano G., Macciola V. et Ranalli G, (2008). Isolation of hydroxytyrosol-rich extract from olive leaves (*Olea europea* L.) and evaluation of its

Références bibliographiques

antioxidant properties and bioactivity. European food research and technology, Vol.266, N°4 : 653-659.

De Oliveira, J. R., Camargo, S. E. A., et De Oliveira, L. D. (2019). Rosmarinus officinalis L. (rosemary) as therapeutic and prophylactic agent. Journal of biomedical science, 26(1) : 1-22.

E

El Hazzat N, Iraqi R, Bouseta A. (2015). Identification par GC-MS et GC-FID-O des composés volatils des olives vertes de la variété « Picholine marocaine » : effet de l'origine géographique. Int. J. Biol. Chem. Sci., 9 (4) : 2219-2233.

F

Farzad Nazem., Negin Farhangi et 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) : 229-234

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

Fedeli E. (1999). Qualité (stockage, conservation et conditionnement de l'huile), réglementation et contrôle. Séminaire international sur les innovations scientifiques et leurs applications en oléiculture et oléotechnique. Florence, 10, 11 et 12 mars 1999. *Conseil Oleicole International*. 1-20.

G

García- González, D. L., Aparicio- Ruiz, R., et Aparicio, R. (2008). Virgin olive oil- Chemical implications on quality and health. European Journal of Lipid Science and Technology, 110 (7) : 602-607.

García-Martínez, O., Ruiz, C., Gutierrez-Ibanez, A., Illescas Montes, R., et Melguizo-Rodríguez, L. (2018). Benefits of Olive Oil Phenolic Compounds in Disease Prevention. Endocrine, metabolic and immune disorders drug targets, 18.

Goetz, P., et Ghedira, K. (2012). *Phytothérapie anti-infectieuse.* Springer. Valdivieso-Ugarte, M., Gomez-Llorente, C., Plaza-Díaz, J., & Gil, Á. (2019). Antimicrobial, antioxidant, and immunomodulatory properties of essential oils : A systematic review. Nutrients, 11(11) 2786.

Références bibliographiques

Guirda D., Francesco S., et Rekik B. 2005. Pigment composition in monovarietal virgin olive oils from various silician olive varieties. *Journal of Agricultural and Food chemistry* (28) 11-15.

H

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

Hamidpour R, Hamidpour S et Elias G. (2017). *Rosmarinus officinalis* (Rosemary) : à novel therapeutic agent for antioxidant, antimicrobial, anticancer, antidiabetic, antidepressant neuroprotective, anti-inflammatory, and anti-obesity treatment. *Biomed JSci Tech Res*, 1(4) 1 6.

Henrich, et al (2006) : ethnobotany and flavonoids-potent and versatile.

I

I., Issaoui M., et Hammami M. (2014). Oil crops and supply chain in africa *OCL*, 21(2):1-3.

J

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

José, L., Quiles, M., Carmen, R.T., Parveen, Y. 2006. Olive oil and health. Trowbridge (UK):Cromwell press. 401.

Jozef, M. 2017. Olive varieties and phenolic compounds in olive oils. **In:** Phenolic compounds, production and health benefits. New York: Nova science publishers, 19-46.

K

Keceli T. et Gordon M.H. (2001). The antioxidant activity and stability of the phenolic fraction of green olives and extra virgin olive oil. *Journal of science and food agriculture*, 81: 1391-1396.

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

Kompelly, A., Kompelly, S., Vasudha, B., et Narender, B. (2019). *Rosmarinus officinalis* L.: an update review of its phytochemistry and biological activity. *Journal of drug delivery and theapeutics*, 9(1) : 323-330.

L

Références bibliographiques

Lazzerini, C. et Domenici, V. (2017). Pigments in extra-virgin olive oils produced in tuscany (Italy) in different years. *Foods*, 6(4) : 25.

Lin D, Xiao M, Zhao J, Li Z, Xing B, Li X, Kong M, Li L, Zhang Q, Liu Y, Chen H Qin W, Wu H & Chen S. (2016). An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules* 21(10) :1374.

Loussouarn-Yvon, M. (2017). L'acide carnosique et le carnosol, deux super-antioxydants du romarin (*rosmarinus officinalis*): rôles, mécanismes, physiologie et applications. Aix Marseille.

Lugasi A., Hóvári J., Sági K.V. and Bíró L. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta biologica szegediensis*, 47 (1-4): 119-125.

M

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) : 1865-1870.

Mena P, Cirlini M, Tassotti M, Herrlinger K Dall'Asta C et Del Rio D. (2016). Profilage phytochimique des flavonoïdes, des acides phénoliques, des terpénoïdes et de la fraction volatile d'un extrait de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.). *Molécules*, 21(11) : 1576.

Méndez, A. I., et Falqué, E (2007). Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil. *Food Control* ? 18(5), 521-529.

Morello JR, Motilva MJ, Tovar MJ. et Romero MP. 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chemistry*, 85: 357-64.

Mylonaki S., Kiassos E., Makris D.P & Kefalas P, (2008). Optimization of the extraction of olive (*Olea europaea*) leaf phenolic using water/ethanol-based solvent systems and response surface methodology. *Anal bioanal chemistry*, Vol.392, N°5 :977-985.

N

Nacer A., Kabouche A., Kabouche Z. et Bruneau Touafek O., C. Chemical composition of the essential oil of *rosmarinus officinalis* cultivated in the Algerian Sahara, *chemistry of natural compounds*, (2004); Vol. 40, N° (1) :28-29.

Références bibliographiques

O

Ouibrahim, A., (2015). Evaluation de l'effet ant-microbien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurusnobilis* L., *Ocimumbasilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Thèse doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, 95.

P

Puppo A, (1992). Effect of flavonoids on hydroxyl radical formation by fenton-type reactions; influence of the iron chelator. *Phytochemistry*, (31): 85-88.

R

Rama Prabha M. et Vasantha K, (2011). Antioxidant, cytotoxicity and polyphenolic Content of *calotropisprocera* (Ait.) R. Br. Flowers. *Journal of applied pharmaceutical science*, (1) : 136-140.

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

Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M and Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improvedabts radical cation decolor izationassay. *Free Radical Biology and Medicine*, (26): 1231-1237.

Ribeiro-Santos, R., Carvalho-Costa, D., Cavaleiro, C., Costa, H. S., Albuquerque, T. G Castilho, M. C., ..., et Sanches-Silva, A. (2015). A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinusofficinalis* L.). *Trends in Food Science & Technology*, 45(2) 355-368.

Rodríguez-Morató, J., Xicota, L., Fitó, M., Farré, M., Dierssen, M., et de la Torre, R (2015). Potential role of olive oil phenolic compound in the prevention of neuro degenerative diseases. *Molecules*, 20 (3): 4655-4680.

S

Sasikumar, B. (2012). *Rosemary handbook of herbs and spices* (452-468): elsevier.

Segura-Carretero A., Menéndez J. et Fernández-Gutiérrez A.2010. Polyphenols in olive oil: the importance of phenolic compounds in the chemical composition of olive oil in "olives and olive oil in health and disease prevention. Editions elsevier. Preedy V. R. and ross watson R, 169-170.

Références bibliographiques

Singleton, V. I., Othofer, R. et Lamuela-Raventos R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 152-178 . **Apak R., Guclu K., Dermirata B., Ozyurek M., Estin Celik S Bektasoglu B. Berker K., Ozyurt D.** Review: compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, (2007); (12):1496- 1547.

Stalikas CD. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of separation science*, 30(18) : 3268–3295.

T

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 *Nigellasativa L.* (Evaluation of antioxidant activity and physico-chemical composition of methanolic and aqueous extracts of *Nigellasativa L.*). *Mater. Environ. Sci*, (2015); 6 (4) : 1111-1117.

Tanouti, K., Serghini-Caid, H., Chaieb, E., Benali, A., Harkous, M., et Elamrani, A. (2011). Amelioration qualitative huiles, olive produites dans le maroc oriental.

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.

Velasco, J., et Dobarganes, C. (2002). Oxidative stability of virgin olive oil. *European journal of lipid science and technology*, 104(9- 10) : 661-676.

(Venkateshwarluet al., 2004). Visioli F. et Galli C. 1998. olive oil phenols and their potential effects on human health. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46: 4292-4296.

W

Wink, M. (1993). Essential oils and waxes (modern methods of plant analysis, new series volume 12), HF linskens, JF Jackson (eds.), springer verlag, Berlin (1991): urban and Fischer.

Wollinger, A., Perrin, É., Chahboun, J., Jeannot, V., Touraud, D., et Kunz, W. (2016). Antioxidant activity of hydro distillation water residues from *rosmarinus officinalis L.* leaves determined by DPPH[°] assays. *Comptes Rendus Chimie*, 19(6) : 754-765.

Y

Références bibliographiques

Ye-Ji L., Muthu., III-min C., et Praveen N., 2013. Polyphenol composition and antioxidant activity from the vegetable plant *Artemisia absinthium* L. *AJCS*.vol. 7(12): 1921-1926.

Z

Zanoni B., Bertuccioli M., Rovellini P. et Marotta F. A preliminary to predictive modelling of extra virgin olive oil stability. *Journal of the science of food and agriculture*, (2005); 85 : 1492-1498.

Zermane A. (2010). Etude de l'extraction supercritique Application aux systèmes agroalimentaires. Thèse de doctorat, université de Mentouri., Constantine, 120.

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

Zoubeydi, C. (2004). Etude des antioxydants dans le *rosmarinus Officinalis*. Labiatea. thèse magister ; université de Ouargla.

Annexes

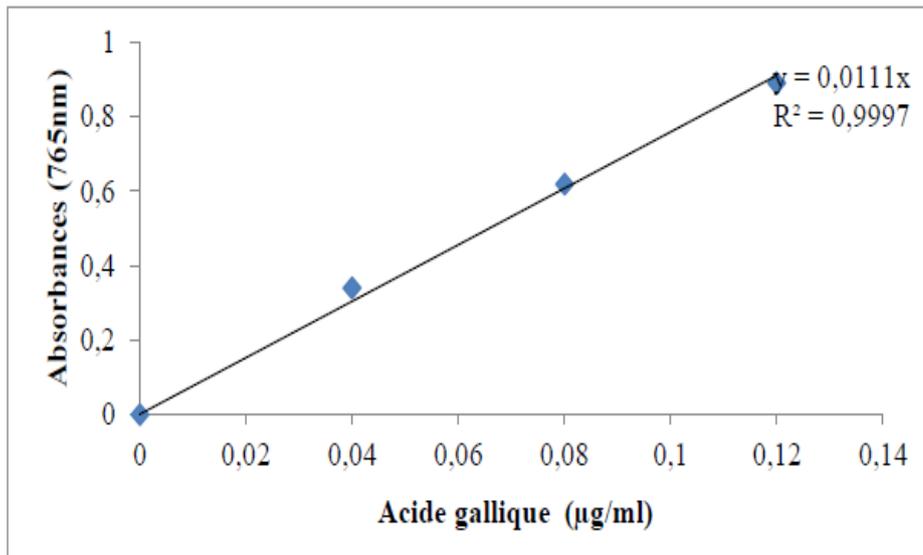


Figure 01 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des composés phénoliques totaux.

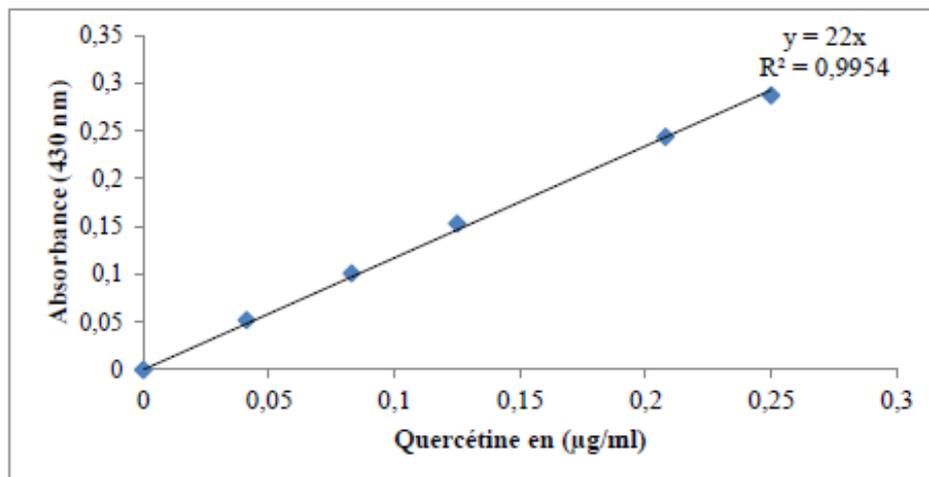


Figure 02 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.

Annexe II

Tableau I : Tableau récapitulatif des résultats d'analyses effectuées.

Echantillon	Polyphénol totaux (ppm)	Flavonoïdes (ppm)	Pouvoir réducteur (ppm)	DPPH d' extrait Méthanolique (%)	DPPH de l' huile (%)	ABTS (%)
HT0	86,66 ± 3,40 bc	20,72 ± 0,62 e	0,14 ± 0.003a	5,12 ± 0.25 abc	50,32 ± 0.73 c	81,16 ± 3.71cde
HT10	95,13 ± 2,59 c	16,24 ± 1,27 d	0,18 ± 0.001 b	3,84 ± 0.22 ab	50,42 ± 0.22c	81,59 ± 2.10 de
HA10	86,73 ± 3,14 b	13,93 ± 2,75 abcd	0,30 ± 0.006 e	3,11 ± 0.59 ab	48,72 ± 0.29 b	50,91 ± 2.59 a
HT20	88,16 ± 7,11 bc	14,90 ± 1,58 cd	0,19 ± 0.006 b	6,45 ± 2.96 bc	50,02 ± 0.45 c	84,58 ± 0.78 e
HA20	79,75 ± 8,89 a	13,09 ± 0,62 abcd	0,37 ± 0.005 f	2,47 ± 1.13 a	47,42 ± 0.52 ab	54,43 ± 2.20ab
HT30	88,16 ± 2,08 bc	11,75 ± 1,86 abc	0,27 ± 0.036 d	6,53 ± 1.30 bc	47,47 ± 0.22 a	80,11 ± 1.52 cde
HA30	63,66 ± 1,50 a	10,78 ± 0,75 a	0,18 ± 0.002 b	3,29 ± 0.39 ab	47,47 ± 0.31 a	59,35 ± 4,81 b
HT40	151,83 ± 1,50 e	14,54 ± 2,21 bcd	0,18 ± 0.001 b	15,55 ± 0.91 d	82,90 ± 0.14 f	76,40 ± 4,99 c
HA40	73,03 ± 2,91 a	12,36 ± 2,54 abc	0,25 ± 0.004 d	13,75 ± 6.26 d	79,31 ± 0.39 e	52,61 ± 2.03 a
HT50	105,69 ± 5,45 d	12,72 ± 2,21 abc	0,18 ± 0.001 b	8,003 ± 1.09 c	79,06 ± 0.52 e	55,27 ± 0.35 ab
HA50	89,36 ± 6,28 bc	12,72 ± 3,23 abc	0,23 ± 0.001 c	2,44 ± 2.38 a	79,31 ± 0.29 e	52,59 ± 5,27 a
HT60	165,28 ± 14,05 f	14,90 ± 2,74 cd	0,19 ± 0.014 b	7,89 ± 1.80 c	72,61 ± 0.45 d	77,09 ± 0.89 cd
HA60	86,96 ± 1,10 bc	11,27 ± 1,25 ab	0,29 ± 0.002 e	3,42 ± 2.27 ab	88,31 ± 0.86 g	77,52 ± 3,15 cd

Résumé

Cette étude a été réalisée dans l'objectif d'évaluer l'activité antioxydante d'une huile d'olive extra vierge commerciale (Zzit Numidia) additionnée par une plante aromatique «le romarin».

Les différentes déterminations effectuées sur les huiles témoins et aromatisées sont: dosage des composés phénoliques totaux et des flavonoïdes. L'activité antioxydante a été évaluée à travers le pouvoir réducteur, l'activité scavenger sur le radical DPPH° et sur le radical ABTS⁺.

Les résultats obtenus révèlent que les teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes des huiles aromatisées ont marqué une diminution remarquable par rapport aux huiles témoins correspondantes. Le meilleur pouvoir réducteur est exercé par l'huile aromatisé de 20 jours. Pour l'activité scavenger des extraits méthanolique sur le radical DPPH°, nous avons enregistré la meilleure activité antiradicalaire avec une valeur de 15,55% pour échantillon (HT40). Des augmentations significatives ($p < 0,05$) ont été remarquées au bout de 40 jours de stockage pour l'activité scavenger de l'huile sur le radical DPPH°. Les résultats relatifs à l'analyse par l'ABTS⁺ ont montré que tous les échantillons possèdent une capacité de piégeage du radical d'ABTS⁺, avec les meilleures activités pour HT20 (84,58%) et HA60 (77,52%).

Mots clés : Huile d'olive aromatisée, romarin, antioxydants, activité antioxydante, stockage.

Abstract :

This study was carried out with the aim of evaluating the antioxidant activity of a commercial extra virgin olive oil (Zzit Numidia) added by aromatic plant "rosemary".

The different determinations carried out on the control and flavored oils are: determination of total phenolic compounds and flavonoids. The antioxidant activity was evaluated through the reducing power, the scavenger activity on the DPPH° radical and on the ABTS⁺ radical.

The results obtained reveal that the contents of phenolic compounds and flavonoids of the flavored oils marked a remarkable decrease for the oils flavored with rosemary compared to the corresponding control oils. The best reducing power is exerted by the flavored oil of 20 days. For the scavenger activity of the methanolic extracts on the DPPH° radical, we recorded the best antiradical activity with a value of 15.55% for sample (HT40). Significant increases ($p < 0.05$) were observed after 40 days of storage for the scavenger activity of the oil on the DPPH° radical. The relative results of the ABTS⁺ analysis with the best show that all the samples possess the radical scavenging capacity of ABTS⁺, with the best activities of 84.58 (HT20) and 77.52 (HA60).

Keywords: Flavored olive oil, rosemary, antioxidants, antioxidant activity, storage.