

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences alimentaires
Filière : Sciences alimentaires
Spécialité : Sciences des corps Gras



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Réf :

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

MASTER

Thème

**Etude de l'impact de l'aromatisation sur la
qualité de l'huile d'olive**

Présenté par : **ACHERAR Salima et KACEL Aimad**
Soutenu le : **21/09/2020**

Devant le jury composé de :

| | | |
|-------------------------|-------------------|---------------------|
| Mr TAMENDJARI A. | Professeur | Président |
| Mme BERKATI S. | MAA | Examinatrice |
| Mme LEHOUCHE R. | MCB | Promotrice |

Année universitaire : 2019/2020.

Remerciements



*En premier lieu, nous tenons à remercier **Dieu** le plus puissant, de nous avoir donné la santé et du courage.*

*Au terme de ce travail, nous remercions **M^{me} LEHOUCHE. R** notre promotrice qui nous a guidé et orienté durant la réalisation de ce travail par ses conseils et ses remarques.*

*Nous remercions **M^r TAMENDJARIA** d'avoir accepté d'honorer le jury.*

***M^{me} BERKATI.S** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*



Dédicaces



Je dédie ce travail à :

*Tout d'abord à mes parents pour leur amour, leur
encouragement et leurs sacrifices.*

A tous les membres de ma famille

A tous mes amis et les gens que je connais.

A mon binôme Aimad.



Dédicaces

Je dédie ce travail à :



*Tout d'abord à mes parents pour leur amour,
leur encouragement et leurs sacrifices.*

A tous les membres de ma famille

A tous mes amis et les gens que je connais.

A ma binôme Salima.



Table des matières

| | |
|---------------------------|---|
| Liste des abréviations | |
| Liste des tableaux | |
| Liste des figures | |
| Glossaire | |
| Introduction | 1 |

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Huile d'olive

| | |
|--|----|
| I.1 Botanique..... | 3 |
| I.2 Définition..... | 4 |
| I.3 Catégories des huiles d'olive..... | 4 |
| I.4 Composition chimique de l'huile d'olive..... | 5 |
| I.4.1 Saponifiables..... | 6 |
| I.4.2 Insaponifiables..... | 7 |
| I.5 Réactions d'altération de l'huile d'olive | 12 |
| I.5.1 Hydrolyse..... | 12 |
| I.5.2 Oxydation..... | 12 |
| I.5.2.1 Définition..... | 12 |
| I.5.2.2 Auto-oxydation..... | 12 |
| I.5.2.3 Produits résultants de l'oxydation de l'huile d'olive..... | 13 |
| I.5.2.4 Prévention de l'auto-oxydation..... | 14 |
| I.6 Bienfaits de l'huile d'olive..... | 14 |

Chapitre II : Etude d'une plante aromatique "Le romarin"

| | |
|---|----|
| II.1 Historique et origine..... | 16 |
| II.2 Etymologie..... | 16 |
| II.3 Habitat et description botanique..... | 17 |
| II.4 Noms vernaculaires..... | 18 |
| II.5 Systématique botanique..... | 18 |
| II.6 Composition nutritionnelle du romarin..... | 18 |
| II.7 Composition chimique du romarin..... | 19 |
| II.7.1 Huiles essentielles du romarin..... | 19 |

| | |
|---|----|
| II.7.2 Acides phénoliques..... | 20 |
| II.7.3 Diterpènes phénoliques tricycliques..... | 20 |
| II.7.4 Triterpènes et stéroïdes..... | 21 |
| II.7.5 Flavonoïdes..... | 21 |
| II.8 Activité anti-oxydante du romarin..... | 21 |
| II.9 Domaines d'utilisation du romarin..... | 22 |
| II.9.1 Utilisation culinaire..... | 22 |
| II.9.2 Utilisation médicinale et pharmaceutique..... | 23 |
| II.9.3 Utilisation en cosmétique..... | 23 |
| Chapitre III : Aromatisation de l'huile d'olive | |
| III.1 Généralités..... | 24 |
| III.1.1 Applications de l'aromatisation de l'huile d'olive | 24 |
| III.1.2 Définition de l'huile d'olive aromatisée..... | 24 |
| III.1.3 Epices, herbes, fruits et légumes utilisés dans l'aromatisation de l'huile d'olive...25 | 25 |
| III.2 Techniques utilisées pour l'aromatisation..... | 25 |
| III.2.1 Macération ou infusion..... | 25 |
| III.2.2 Malaxation combinée de la pâte d'olive avec les plantes aromatiques..... | 26 |
| III.2.3 Macération assistée par ultrasons..... | 26 |
| III.3 Influence de l'aromatisation sur la composition de l'huile d'olive..... | 28 |
| III.3.1 Profil en acides gras..... | 28 |
| III.3.2 Composés phénoliques..... | 28 |
| III.3.3 Pigments..... | 29 |
| III.3.4 Composés aromatiques..... | 30 |
| III.3.5 Tocophérols..... | 30 |
| III.4 Influence de l'aromatisation sur les paramètres de qualité de l'huile d'olive..... | 31 |
| III.4.1 Acidité libre..... | 31 |
| III.4.2 Indice de peroxyde..... | 32 |
| III.4.3 Extinction spécifique dans l'UV..... | 32 |
| III.5 Evaluation sensorielle des huiles d'olive aromatisées..... | 33 |
| Conclusion | 34 |

Références bibliographiques

Résumé

Liste des tableaux

| N° | Titre | Page |
|-------------|---|-------------|
| I | Systématique de l'olivier | 3 |
| II | Catégories de l'huile d'olive | 5 |
| III | Acides gras de l'huile d'olive | 6 |
| IV | Effets thérapeutiques et nutritionnels des différents composés de l'huile d'olive | 15 |
| V | Systématique botanique du romarin | 18 |
| VI | Composition nutritionnelle des feuilles fraîches et séchées du romarin | 29 |
| VII | Différentes substances utilisées pour l'aromatization de l'huile d'olive | 25 |
| VIII | Avantages et inconvénients des méthodes d'aromatization de l'huile d'olive | 27 |

Liste des figures

| N° | Titre | page |
|-----------|---|-------------|
| 1 | Structures des principaux composés phénoliques de l'huile d'olive | 8 |
| 2 | Structures chimiques des principaux stérols communs de l'huile d'olive | 9 |
| 3 | Structure générale d'un tocophérol | 10 |
| 4 | Structure chimique du β -carotène | 11 |
| 5 | Structure chimique du squalène | 11 |
| 6 | Structures chimiques des composés volatiles majoritaires de l'huile d'olive | 12 |
| 7 | Photographie du romarin | 18 |
| 8 | Structures chimiques des huiles essentielles du romarin | 20 |
| 9 | Principaux antioxydants du romarin | 22 |

Liste des abréviations

C.O.I : Conseil Oléicole International.

K₂₃₂ : Absorbance à 232nm.

K₂₇₀ : Absorbance à 270nm.

Me : Médiane.

USDA: United States Department of Agriculture.

UV: Ultraviolet.

HOV: Huile d'Olive vierge.

HOR: Huile d'Olive Raffinée.

HOV_s: Huiles d'Olive Vierges.

.

Glossaire

Alzheimer : Est une maladie neuro-dégénérative incurable où le tissu cérébrale engendre une perte progressive et irréversible des fonctions mentales.

Anti-séborrhée : Des substances ayant le rôle de freiner le regrainage de la peau et les cheveux, entraînée par une sécrétion (sébum) excessive des glandes sébacées.

Athérosclérose : Maladie caractérisée par le dépôt d'une plaque essentiellement composée de lipides (athérome) sur la paroi des artères.

Cardio-vasculaire : Tout terme ayant une relation avec le cœur et les vaisseaux sanguins.

Carminative : Ce sont des substances médicamenteuses ayant la propriété d'expulser les gaz intestinaux.

Emménagogues : C'est les substances qui favorisent l'écoulement des menstrues.

Epithélisantes : Capables d'arrêter la perte de substances par un revêtement épithélial aminci au dessus d'un bourgeon charnu.

Gastro-intestinales : Ce sont des infections au niveau gastrique provoquées par des bactéries, virus et parasites divers. Relatif en même temps, à l'estomac et aux intestins

Introduction

L'huile d'olive est l'un des aliments traditionnels les plus réputés au monde. En effet, la culture des olives pour produire de l'huile d'olive a des racines profondes dans l'histoire de la région méditerranéenne (**Seçmeler et Galanakis, 2019**). Son agréable goût et sa valeur nutritive ont contribué à une augmentation de sa consommation, ce qui a favorisé la culture des olives en dehors de la région méditerranéenne (**Kalua et al., 2007**).

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**).

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 anti-oxydante parmi les quels, on distingue les polyphénols (**Velasco et Dobarganes, 2002**). Cette composition varie en fonction de différents facteurs (**Shendi et al., 2020**).

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**).

Les consommateurs sont de plus en plus conscients des bienfaits de l'huile d'olive sur la santé, leur choix est d'avoir une huile avec une qualité élevée qui préserve l'inchangeabilité des composés aromatiques et les éléments naturels qui offrent un goût et un arôme typiques (**Boskou, 2006**). Dans le but d'attirer plus de consommateur, l'enrichissement de l'huile d'olive avec des antioxydants naturels semble la meilleure solution (**Issaoui et al., 2019**).

De nombreuses études ont été réalisées dans le but d'améliorer la qualité de l'huile d'olive par l'incorporation des plantes aromatiques après l'extraction de l'huile ou durant l'étape de malaxation (**Ait Taleb et al., 2016**). L'objectif visé par toutes ces recherches est d'avoir une huile d'olive aromatisée et saine à la fois sans avoir une perte de la qualité nutritionnelle de cette huile.

Les herbes et les épices sont les ingrédients utilisés pour la production des huiles d'olive gourmandes (**Antoun et Tsimidou, 1997**). Le romarin est l'une de ces plantes qui est largement connue pour ses nombreuses applications dans le domaine alimentaire, mais également pour ses propriétés pharmaceutiques liées principalement aux activités biologiques de la plante tels que sa fraction volatile et ses constituants polyphénoliques (**Mulinacci *et al.*, 2011**).

Pour cela, nous avons effectué cette étude en vue d'examiner l'effet de l'aromatisation sur la qualité de l'huile d'olive, en impliquant les différentes constatations tirées depuis les différentes études menées sur ce sujet.

Notre travail est subdivisé en trois grands chapitres :

- ✚ Le premier chapitre traite des généralités sur l'huile d'olive et les principales caractéristiques de ce produit.
- ✚ Le deuxième chapitre est relatif à l'étude d'une plante aromatique "Le romarin".
- ✚ Le troisième chapitre passe en revue les différentes constatations tirées des différentes études réalisées dans le contexte de l'aromatisation de l'huile d'olive et son influence sur sa qualité.

Chapitre I : Huile d'olive



Chapitre I : Huile d'olive

L'huile d'olive est la composante majeure du régime des pays qui entourent la mer méditerranéenne, pour les gens qui vivent dans cette région, elle représente la source principale des lipides dans leurs cuisines. Dans quelques années précédentes, ce produit est devenu plus célèbre par les consommateurs dans l'Europe du nord, l'USA et au Canada (Gustone, 2002). Ces nouveaux consommateurs cherchent à extraire les bienfaits de ce régime, sachant que l'huile d'olive représente un constituant très important de ce régime (Boskou, 2006).

I.1 Botanique :

L'olivier (*Olea europaea* L.) est la principale espèce cultivée dans le bassin méditerranéen, elle appartient à la famille des oléacées qui comprend 30 genres et 600 espèces, au sein du clade des asteridées dans laquelle la majorité des séquences génomiques nucléaires et organellaires sont inconnues. Le genre *Olea* comprend 30 espèces (Chiappetta et Muzzalupo, 2012).

La classification botanique de l'olivier est décrite dans le tableau ci-dessous.

Tableau I : Systématique de l'olivier (Henry, 2003).

| | |
|---------------------------|-------------------------|
| Embranchement | Spermaphytes |
| Sous-embranchement | Angiospermes |
| Classe | Dicotylédones |
| Sous-classe | Asteridae |
| Ordre | Srophulariales |
| Famille | Oleaceae |
| Genre | <i>Olea</i> |
| Espèce | <i>Olea europaea</i> L. |

I.2 Définition :

Le **COI (2020)** décrit l'huile d'olive comme suit : L'huile d'olive vierge est une huile extraite à partir du fruit de l'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.

La qualité et la valeur biologique de l'huile d'olive est influencée par les facteurs suivants: La variété, la gestion des sols et les procédures agro-techniques, les conditions climatiques, la santé du fruit et son degré de maturité, la méthode de récolte et le transport des fruits, la manutention des fruits pendant le stockage jusqu'à la période de transformation, la méthode de traitement, mais aussi la durée et les conditions de stockage pour préserver la qualité et la valeur biologique de l'huile d'olive obtenue (**Šarolić et al., 2014**).

I.3 Catégories des huiles d'olive :

L'huile d'olive vierge a une valeur ajoutée qui est tributaire à la qualité, celle-ci est définie comme l'ensemble des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles, permettant de classer l'huile et d'entrevoir sa qualité (**Sadok et al., 2018**). On distingue :

- L'huile d'olive vierge extra;
- L'huile d'olive vierge;
- L'huile d'olive vierge courante;
- L'huile d'olive vierge lampante;
- L'huile d'olive raffinée;
- L'huile d'olive composée d'huile d'olive raffinée et d'huiles d'olive vierges ;
- L'huile de grignons d'olive brute;
- L'huile de grignons d'olive raffinée (**HOR**);
- L'huile de grignons d'olive composée d'huile de grignons d'olive raffinée (**HGOR**) et d'huiles d'olive vierges (**HOVs**).

Les caractéristiques de chaque catégorie sont illustrées dans le tableau II.

Tableau II : Catégories des huiles d'olive (COI, 2020)

| | Huile d'olive extra vierge | Huile d'olive vierge | Huile d'olive courante | Huile d'olive lampante | Huile d'olive raffinée | Huile d'olive (HOR+HOVS) | Huile de grignons d'olive brute | Huile de grignons d'olive raffinée |
|---|--|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Caractéristiques organoleptiques | • Odeur et saveur | | | | Acceptable | Bonne | / | Acceptable |
| | • Me de défaut | Me = 0,0 | 0,0 < Me ≤ 3,5 | Me > 6,0 | / | / | / | / |
| | • Me de fruité | Me > 0,0 | Me > 0,0 | / | / | / | / | / |
| | • Couleur | / | / | / | / | jaune claire à vert | / | Jaune claire à Jaune brun |
| Caractéristiques physicochimique | • Acidité libre (% d'acide oléique) | ≤ 0,80 | ≤ 2,0 | ≤ 3,3 | ≤ 3,3 | ≤ 1,0 | Non limitée | ≤ 0,30 |
| | • Indice de peroxyde (méq d'O ₂ /Kg). | ≤ 20,0 | ≤ 20,0 | ≤ 20,0 | Non limitée | ≤ 15,0 | Non limitée | ≤ 5,0 |
| | -Extinction dans l'UV | | | | | | | |
| | • À 270 nm | ≤ 0,22 | ≤ 0,25 | ≤ 3,00 | / | ≤ 1,25 | / | ≤ 2,00 |
| • À 232 nm | ≤ 2,50 | ≤ 2,60 | / | / | / | / | / | |
| Teneur en eau et en matières volatiles (%). | ≤ 0,20 | ≤ 0,20 | ≤ 0,20 | ≤ 0,30 | ≤ 0,10 | ≤ 0,10 | ≤ 0,15 | ≤ 0,10 |
| Traces métalliques (mg /Kg) | | | | | | | | |
| | • Fer | ≤ 3,0 | ≤ 3,0 | ≤ 3,0 | ≤ 0,10 | ≤ 3,0 | ≤ 3,0 | ≤ 3,0 |
| • Cuivre | ≤ 0,10 | ≤ 0,10 | ≤ 0,10 | ≤ 3,0 | ≤ 0,10 | ≤ 0,10 | ≤ 0,10 | / |

Me : médiane

I.4 Composition chimique de l'huile d'olive :

L'huile d'olive est un mélange complexe de différents composés chimiques avec une fraction saponifiable pondéralement majeure (96 à 98%), 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 %) qui entre autre, renferme les différents constituants responsables des propriétés anti-oxydantes et de l'arôme d'huile d'olive (**Boukroune, 2018**).

I.4.1 Les saponifiables :

a) Les acides gras :

D'un échantillon à un autre, la composition de l'huile d'olive se diffère, et elle dépend de la zone où l'huile a été produite, l'altitude, le climat, la variété et le stade de maturité du fruit (**Boskou et al., 2006**).

Les teneurs en acides gras fixées par le conseil oléicole international (**2020**) sont représentées dans le tableau III.

Tableau III : Acides gras de l'huile d'olive (**COI, 2020**).

| Acides gras | Formule brute | Teneur (%) |
|-----------------------|---------------|-------------|
| Acide myristique | C14 :0 | ≤ 0,03 |
| Acide palmitique | C16 :0 | 7,5-20,00 |
| Acide palmatoléique | C16 :1 | 0,30-3,50 |
| Acide heptadécanoïque | C17 :0 | ≤ 0,40 |
| Acide heptadécénoïque | C17 :1 | ≤ 0,60 |
| 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 gadoléique | C20 :1 | ≤ 0,50 |
| Acide béhénique | C22 :0 | ≤ 0,20 |
| Acide lignocérique | C24 :0 | ≤ 0,20 |

Les principaux acides gras trouvés dans l'huile d'olive sont : l'acide oléique (C18:1) avec 55- 83%, l'acide palmitique (C16 :0) 7,5- 20%, l'acide linoléique (C18:2) avec 3,5 – 21%, l'acide stéarique (C18:0) avec 0,5 - 5% et l'acide linoléique (C18:3) avec 0,1- 1,5% (De Leonardis, 2014).

b) Les triglycérides :

L'huile d'olive contient environ 30 triacylglycérols, cependant, on compte que cinq qui sont proportionnellement significatifs (García-González *et al.*, 2008). Les triglycérides les plus abondants selon, Hugo-Lamas (2012) sont :

- ✚ OOO (Trioléine) : 49 - 59% ;
- ✚ POO (Palmitodioléine) :12 - 20% ;
- ✚ OOL (Linoléodioleine) : 12,5 - 20% ;
- ✚ POL (Palmitooléolinoléine) : 5,5 - 7% ;
- ✚ SOO (Stéarodioléine) :3 - 7%.

I.4.2 Les insaponifiables :

Les insaponifiables sont subdivisés en deux fractions : la fraction polaire est représentée par les composés phénoliques et la fraction non polaire extraite avec des solvants après la réaction de saponification (Capurso *et al.*, 2018).

Ces composés mineurs varient selon le climat, la variété, le degré de maturité des olives et les processus suivis pour l'extraction de l'huile (Covas, 2008).

Les composants de la fraction insaponifiable sont responsables de la stabilité et du goût de l'huile d'olive (Capurso *et al.*, 2018).

a) Les composés phénoliques :

Les composés phénoliques sont une grande classe des métabolites secondaires possédant un cycle aromatique portant un ou plusieurs groupes hydroxyles y compris leur fonction dérivée. Ces composés peuvent être classés en différents groupes en fonction du nombre de cycle phénol qu'ils portent et des éléments de structure qui lient ces anneaux (Talhoui, 2016). Les composés phénoliques de l'huile d'olive appartiennent à plusieurs familles (Ollivier *et al.*, 2004). On distingue : Phénols et hydroxyphénols, les Acides et alcools phénoliques les secoiridoïdes, les lignanes et les Flavonoïdes.

La composition de l'huile d'olive en composés phénolique a été mise sous la loupe a travers de nombreuses études, en raison de leur pouvoir antioxydant et antimicrobien

(Ocakoglu *et al.*, 2009). De plus, ils contribuent aux propriétés sensorielles de l'huile d'olive vierge (Servili et Montedoro, 2002). Généralement les huiles d'olive contiennent 196 ± 19 mg / Kg de composés phénoliques totaux (Delgado *et al.*, 2016).

La figure 1 illustre les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive.

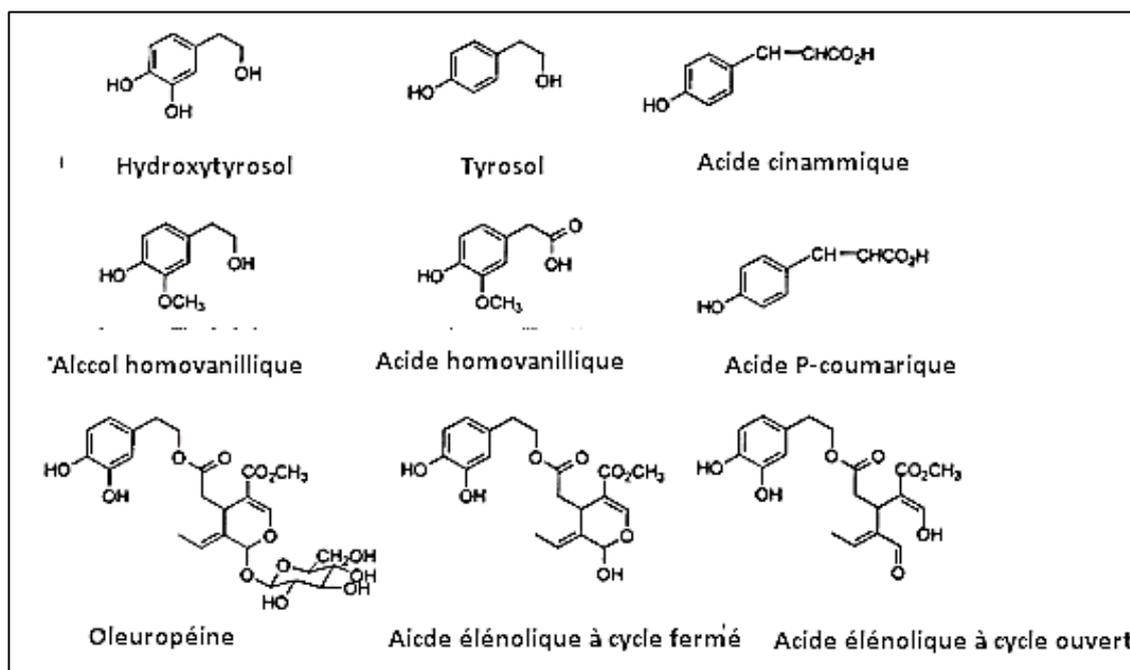


Figure 01: Structures des principaux composés phénoliques de l'huile d'olive (Tuck et Hayball, 2002).

b) Les stérols :

Les stérols sont des alcools insaturés présents dans les tissus lipidiques des plantes et des animaux (Peri, 2014). Ils existent sous forme libre (alcools) ou estérifiée avec des acides gras ou de glycosides (Phillips *et al.*, 2002).

Dans l'huile d'olive vierge, les stérols totaux sont de l'ordre de 115 à 154 mg/100 g d'huile, les stérols libres représentent 60 mg/100 g d'huile, les stérols les plus trouvés sont le β -sitostérol, 5-avenastérol et campestérol avec des pourcentages respectifs d'environ 80 à 85%, 7% et 2,90 à 4% (Giuffrè *et al.*, 2012), ainsi que d'autres stérols présents en petites quantités ou en traces qui sont le stigmastérol, cholestérol, brassicastérol, chlérostérol, ergostérol, sitostanol, campestanol, Δ -7-avénastérol, Δ -7-cholestérol, Δ -7-campestérol, Δ -7-stigmastérol, Δ -5,23-stigmastadiénol, Δ -5,24-stigmastadiénol, Δ -7,22-ergastadiénol, 24-méthylène-cholestérol et 22,23-dihydrobrassicastérol (Boskou *et al.*, 2006).

Ce sont parmi les composés qui déterminent la qualité de l'huile et sont utilisés largement pour vérifier l'authenticité de l'huile (Talbot, 2015). Les structures des principaux stérols sont illustrées dans la figure ci- dessous.

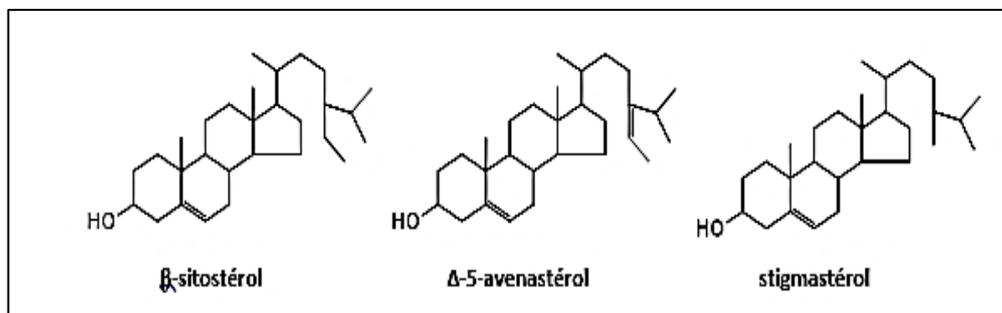


Figure 2 : Structures chimiques des principaux stérols communs de l'huile d'olive (Boskou, 2015).

c) Les tocophérols :

Les tocophérols sont des chromanols à substitution méthyle avec une chaîne latérale à trois fragments isoprènes (Psomiadou *et al.*, 2000).

Les tocophérols possèdent une activité vitaminique (Vitamine E) (Peri, 2014) et anti-oxydante, particulièrement l' α -tocophérol, inhibant ainsi, le processus de détérioration de l'huile (Šarolić *et al.*, 2014).

Les quatre types de tocophérols de l'huile d'olive sont ; α , β , γ et δ tocophérols, qui diffèrent selon le nombre et la position des groupements méthyliques (Psomiadou *et al.*, 2000).

Le contenu de l'huile d'olive en tocophérols est variable dont les valeurs qui déterminent la bonne qualité de l'huile varient entre 100 et 300mg /kg (Psomiadou *et al.*, 2000). La figure ci-après représente la structure générale d'un tocophérol.

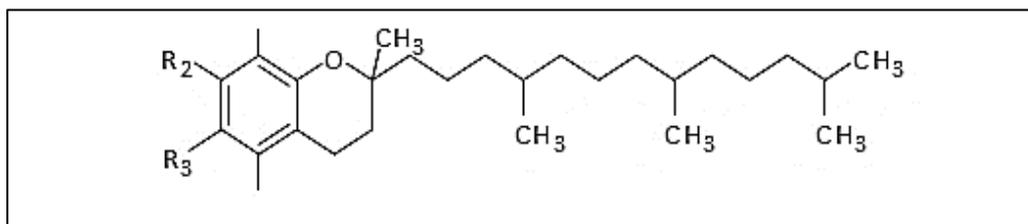


Figure 3 : Structure générale d'un tocophérol (Benrachou, 2013).

d) Les pigments :

La couleur de l'huile d'olive est due aux deux pigments naturels : les chlorophylles et les caroténoïdes (Moyano *et al.*, 2010). Leur présence dans l'huile d'olive dépend du degré de maturité du fruit et la variété de l'olive employée (Gallardo-Guerrero *et al.*, 2005).

- Les caroténoïdes :

Les principaux caroténoïdes présents dans l'huile d'olive sont : le β -carotène (figure 4) et la lutéine (Talbot, 2015). Leur contenu total ne dépasse pas 10 mg/kg (Psomiadou et Tsimidou, 2001).

Pendant la maturité du fruit, la concentration des caroténoïdes diminue d'une façon remarquable (Baccouri *et al.*, 2008).

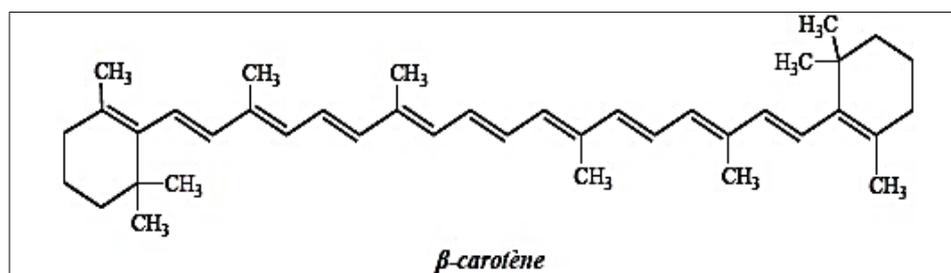


Figure 4 : Structure chimique du β -carotène (Benrachou, 2013).

- Les chlorophylles :

La chlorophylle est un chlorure (quatre noyaux en cercle), chélatant un atome de magnésium au centre, ainsi qu'un alcool à longue chaîne, le phytol (Benabid, 2009).

Les pigments chlorophylliens contenus dans l'huile d'olive donnent la teinte verdâtre à l'huile, la phéophétine (a) est la plus retrouvée (İnanç, 2011). En absence de la lumière, ces pigments agissent comme de faibles antioxydants et en sa présence, ils deviennent des forts promoteurs de l'oxydation (Gunstone, 2002).

La concentration en chlorophylles peut dépasser 80mg/kg pour des huiles obtenues à partir d'olives en stade précoce de maturité, pour chuter à des valeurs d'environ 2 mg /kg lorsque le fruit est bien mûr (Tanouti *et al.*, 2011).

e) Les hydrocarbures :

Dans l'huile d'olive, deux hydrocarbures sont retrouvés en quantité considérable, le squalène (figure 5) et le β -carotène exclusivement (Boskou *et al.*, 2006).

Le squalène ($C_{30}H_{50}$), un polymère triterpénique linéaire de l'isoprène, représente l'hydrocarbure insaturé le plus important, il est présent dans les huiles végétales et les graisses (**Aparicio et Harwood, 2013**). Sa teneur dans l'huile d'olive varie de 0,3 à 1,2 mg/100g (**Ollivier et al., 2004**). Le squalène est aussi un précurseur des stérols (**Kiritsakis et al., 2005**). La structure du squalène est représentée dans la figure ci-après

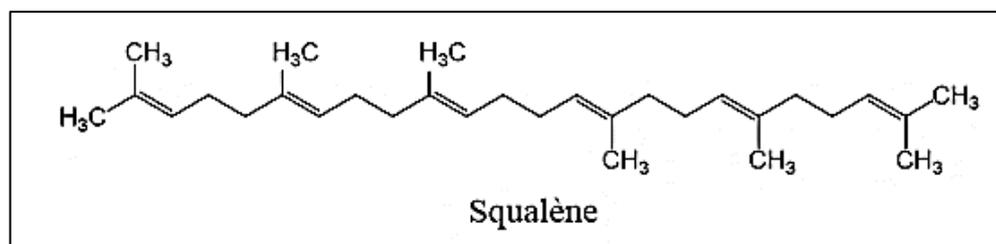


Figure 5 : Structure chimique du squalène (**Popa et al., 2015**).

f) Composés aromatiques

Plus de 180 composés aromatiques différents ont été identifiés dans les huiles d'olive, mais seule une petite fraction du grand nombre des composés volatils présents dans l'huile d'olive contribue réellement à son arôme global (**Vidal et al., 2019**).

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

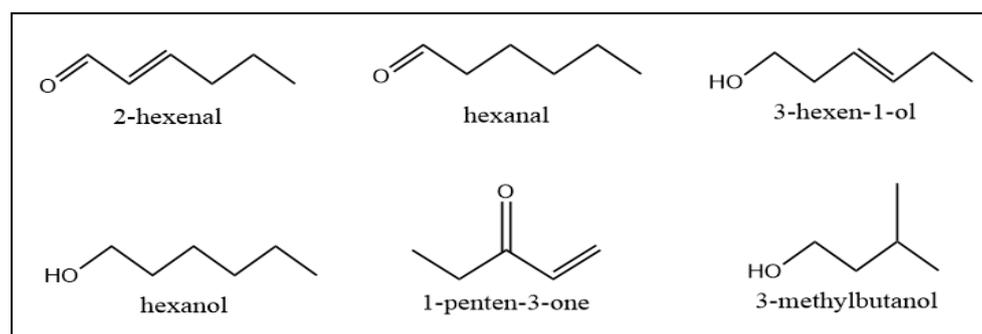


Figure 6 : Structures chimiques des composés volatiles majoritaires de l'huile d'olive (**Veillet, 2010**).

I.5 Réactions d'altération :

L'hydrolyse et l'oxydation sont les principales réactions qui cause la détérioration de l'huile d'olive, dont la réaction d'hydrolyse peut être estimée par l'acidité libre, par contre l'oxydation est plus complexe et difficile à évaluer (**Peri, 2014**).

I.5.1 Hydrolyse :

La libération des acides gras a partir de la molécule de triglycéride est causée par la réaction d'hydrolyse et par conséquence la valeur de l'acidité libre augmente ensuite l'arôme de l'huile change. Ce changement de l'arôme de l'huile empêche l'absorption des antioxydants par le corps présent dans cette huile (**Kiristakis et Shahidi, 2017**).

I.5.2 Oxydation :

I.5.2.1 Définition :

L'oxydation des lipides représente le facteur majeur de la détérioration de la qualité de l'huile d'olive (**Issaoui et al., 2011**). Ce phénomène non seulement cause la production des odeurs rances, un gout désagréable, mais aussi elle peut causer la diminution de la qualité nutritionnelle et la sécurité du produit (**Abramovic et Abram, 2006**).

I.5.2.2 Auto-oxydation :

L'auto-oxydation est considérée comme la majeure détérioration qui affecte la qualité nutritionnelle et sensorielle à la fois des aliments, qui détermine la durée de conservation des aliments et peuvent être responsable du goût de rance désagréable (**Ait Taleb et al., 2016**).

Cette réaction est accélérée par des catalyseurs ou des initiateurs, ceux-ci comprennent la lumière, la température, les enzymes, les métaux, les métalloprotéines et les pigments en utilisant les acides gras insaturés et l'oxygène comme des substrats principaux.

Les mécanismes radicalaires de l'oxydation des lipides sont subdivisés en trois phases : l'initiation, la propagation et la terminaison (**Morales et Przybylski, 2013**).

a) Réaction d'initiation :

L'absorption de l'oxygène est faible durant la phase d'initiation, les réactions qui se déroulent à ce niveau ce sont que des réactions d'oxydation primaires qui interviennent en produisant des hydroperoxydes (**Ben Takaya et Hassouna, 2005**).

La durée de la phase d'initiation dépend de la substance lipidique, du degré de l'insaturation du lipide et de la présence des antioxydants naturels dans l'huile. L'origine de l'énergie requise pour l'activation de ce processus vient de la température élevée du stockage et d'autres sources (**Kiristakis et Shahidi, 2017**).

b) Phase de propagation :

Au cours de la phase de propagation, l'absorption de l'oxygène s'intensifie et les réactions d'oxydation primaires s'accélèrent à travers des mécanismes radicalaires en chaîne (**Gordon, 2004**).

Dès le démarrage de cette phase, les réactions d'oxydation secondaire se déclenchent, les radicaux libres se scindent pour former des composés non radicalaires qui affectent la qualité de l'huile et représentent la cause principale d'altération du goût et de l'odeur de l'huile (**Ben Takaya et Hassouna, 2005**).

c) Phase de terminaison :

Pendant cette phase, les espèces radicalaires réagissent entre elles pour former des espèces non radicalaires, dans le but de mettre une fin pour les cycles réactionnels (**Bouhadjra, 2011**).

Toute réaction qui empêche la propagation de la peroxydation ou supprime les radicaux libres du système joue un rôle clé dans le mécanisme de terminaison (**Morales et Przybylski, 2013**).

I.5.2.3 Produits résultants de l'oxydation de l'huile d'olive :

a) Produits primaires :

Les isomères des hydroperoxydes sont les principaux produits primaires formés par les acides gras, leur formation dépend du nombre de doubles liaisons et le mécanisme de l'oxydation. L'acide gras qui produit le nombre le plus considérable des hydroperoxydes est l'acide linoléique suivi par l'acide linoléique et l'acide oléique en dernier lieu (**Morales et Przybylski, 2013**).

b) Produits secondaires :

Les produits primaires de l'oxydation sont instables et ils se dégradent facilement en plusieurs composés avec un faible poids moléculaire dont les produits secondaires qui sont formés sont généralement des aldéhydes d'un faible poids moléculaire, des cétones, des

alcools et des hydrocarbures ayant une courte chaîne carbonique (**Choe et Min, 2006 ; Morales et Przybylski, 2013**).

I.5.2.4 Prévention de l'auto-oxydation :

L'oxydation de l'huile d'olive peut être inhibée par l'addition des antioxydants, qui peuvent réagir avec les radicaux libres et donc ils vont causer la rupture de la chaîne réactionnelle. Ces antioxydants peuvent être naturels ou synthétiques, comme les antioxydants phénoliques qui jouent le rôle des accepteurs des radicaux libres (**Kiristakis et Shahidi, 2017**).

Les composés phénoliques peuvent inhiber l'oxydation en utilisant plusieurs mécanismes, les trois mécanismes connus sont : le piégeage des radicaux libres, le transfert d'atome d'hydrogène et la chélation des métaux (**Boskou, 2009**).

Dans le but de minimiser l'oxydation des huiles végétales durant les étapes de traitement et du stockage, **Choe et Min (2006)** recommandent de diminuer la température, d'exclure la lumière et l'oxygène, retirer les métaux et les composés oxydés et l'utilisation des concentrations appropriées des antioxydants comme les tocophérols et les composés phénoliques.

I.6 Bienfaits de l'huile d'olive :

L'huile d'olive est un composant important du régime méditerranéen. Elle représente la source principale des lipides qui joue plusieurs rôles dans la prévention des maladies (**García-Martínez et al., 2018**).

Plus précisément, l'huile d'olive vierge extra, qui est considérée comme un aliment bioactif, grâce à sa qualité nutritionnelle élevée (**Romani et al., 2019**). Cela est dû aux acides gras et aux composés mineurs contenus dans l'huile d'olive ; les plus importants sont les composés phénoliques et le squalène (**Boskou, 2009**).

Des faibles taux de mortalité ont été remarqués chez les populations méditerranéennes en les comparant avec ceux des autres populations même plus développées (**Stark et Madar, 2002**).

Le tableau IV illustre quelques effets thérapeutiques et nutritionnels des composés de l'huile d'olive.

Tableau IV : Effets thérapeutiques et nutritionnels des différents composés de l'huile d'olive.

| Composé | Rôle | Auteurs |
|-------------------------|---|--|
| Acides gras : | | |
| -Acide oléique | -Prévient de l'athérosclérose et assure la fluidité de membrane cellulaire, en raison de son faible point de fusion. | Peri (2014). |
| -Acides gras essentiels | -Jouent le rôle des régulateurs immunitaires. | Mazzucchi <i>et al.</i> (2019). |
| Polyphénols : | | |
| - Oleuropéine | -Dotée d'une activité antibactérienne qui permet d'éliminer les infections intestinales et respiratoires. | Benlemlih (2016). |
| - Hydroxyterosol | - agent anti-cancer en inhibant la prolifération des cellules cancéreuses. | Gorzynik-Debicka <i>et al</i> (2018). |
| - Tocophérols | - Leur fonction principale est la protection des lipides de la peroxydation. | Špika <i>et al.</i> (2016). |
| - Stérols. | - En termes de stabilité de l'huile d'olive, ils agissent comme des inhibiteurs des réactions de polymérisation. | Talbot (2015). |
| - Caroténoïdes. | - Préviennent des maladies cardiovasculaires et des pathologies oculaires dégénératives. | Giuffrida <i>et al.</i> (2007). |
| Hydrocarbures: | | |
| - Squalène | - Responsable de l'augmentation des lipoprotéines de haute densité aussi la diminution des lipoprotéines de faible densité. | Pacetti <i>et al.</i> (2019). |

Chapitre II : Etude d'une plante aromatique

"Le romarin"



Chapitre II : Etude d'une plante aromatique "le romarin"

II.1 Historique et origine :

L'utilisation du romarin remonte à des milliers d'années, depuis l'antiquité lorsque les anciens grecs et les romains l'utilisaient pour ses pouvoirs mystiques et de guérison (**Ambrose et al., 2016**).

Dans la Rome antique, il a été utilisé pour orner les reliquaires des esprits protecteurs de la maison. Á Athènes, les branches de romarin étaient placées sur les mains du défunt, comme symbole d'immortalité de l'âme. Les jeunes plaçaient des branches imbriquées sur les cheveux pour stimuler la mémoire et d'autres activités mentales (**Estrada-Orozco, 2011**). Les anciens grecs l'appelaient « antos », ce qui signifie « la fleur de l'excellence ou « libanotis » pour son odeur d'encens (**Charles, 2012**).

Au XVIème siècle, la distillation des fleurs de romarin donne un alcoolat réputé « l'eau de reine de la Hongrie », utilisée pour guérir les rhumatismes ou encore des crises de gouttes (**Boulad, 2018**).

Au Moyen Orient et le Nord-africain ainsi qu'en Asie, la médecine islamique médiévale a cité le romarin comme étant un bon remède pour plusieurs maladies et qu'il posséderait plusieurs propriétés médicamenteuses (**Hoefler, 1994**).

L'utilisation de l'huile de romarin remonte à 1500 avant la réfrigération, l'huile du romarin a été utilisé à des fins de conservation des aliments, ainsi qu'à des fins antiseptiques et astringentes (**Turasan et al., 2015**). Il était très populaire comme ingrédient en parfumerie. Entre 1820 et 1950, il a été inscrit à la pharmacopée des Etats-Unis (**Estrada - Orozco, 2011**).

II.2 Etymologie :

Le nom latin Rosmarinus est interprété, comme dérivé de "ros" rosée et "marinus" appartenant à la mer autrement rosée marin, ce qui fait référence à la présence du romarin sur les côtes et les îles de la Méditerranée et à diverses légendes liées à cette plante (**Oui-brahim, 2015**).

II.3 Habitat et description botanique :

Le romarin *Rosmarinus officinalis* L, est une plante membre de la famille des lamiacées, typique de la région méditerranéenne (**Hernández et al., 2016**). Elle fait partie des espèces végétales des écosystèmes terrestres qui se présentent à l'état sauvage des zones littorales près de la mer, dans les milieux continentaux au climat semi humide, sec et aride et même au Sahara (**Helal, 2010**).

Le romarin est un arbrisseau vivement rameux, touffu, toujours vert (feuilles persistantes), xérophyte, très aromatique (**Leplat, 2017**). La tige boisée et brune avec des branches rigides. Les feuilles coriaces sont sessiles, opposées, rigides, brillantes, à bords repliés, verdâtres en dessus, plus ou moins hispides, blanchâtres en-dessous (**Defaut et al., 2016**). Les fleurs sont petites blanches, roses, bleu pale ou violettes (**Ambrose et al., 2016**). Il peut fleurir dès le mois d'octobre, les fleurs se succèdent tout l'hiver pour ce multiplier au printemps ; la floraison explose en mars-avril (**Spocclair, 2011**). Le fruit est un tétrakène brun dont chaque partie renferme un seul embryon sans albumen (**Hoefler,1994**).

Dans les conditions appropriées, le romarin peut atteindre jusqu'à 1,5 m de hauteur (**Callery, 1998**). La figure ci-dessous représente la plante du romarin (feuilles, tige et fleurs).



Figure 7 : Photographie du romarin
(**Anonyme,2016**).

II.4 Noms vernaculaires :

Plusieurs noms ont été attribués au romarin :

Nom botanique : *Rosmarinus officinalis* ;

Nom français : Romarin;

Nom anglais : Rosemary;

Nom arabe : Iklil el djabel;

Nom kabyle : Yazir, Azir, Amezir.

II.5 Systématique botanique :

La classification botanique du romarin est représentée dans le tableau ci-après.

Tableau V : Systématique botanique du romarin (Goetz et Ghedira, 2012).

| | |
|---------------------------|----------------------------------|
| Règne | Plantae |
| Sous-règne | Tracheobionta |
| Embranchement | Magnoliophyta |
| Sous-embranchement | Magnoliophytina |
| Classe | Magnoliopsida |
| Sous-classe | Asteridae |
| Ordre | Lamiales |
| Famille | Lamiaceae |
| Genre | Rosmarinus |
| Espèce | <i>Rosmarinus officinalis</i> L. |

II.6 Composition nutritionnelle du romarin :

Le romarin se compose de l'eau, des protéines, des lipides principalement l'acide palmitique C16 :0 et l'acide oléique C18 :1 et environ 20 % des glucides dont 14,1 g sont des fibres alimentaires pour les feuilles fraîches du romarin. Le romarin est pauvre en caroténoïdes mais il contient un autre composé bioactif comme l'épigénine 0,6 mg/100g et la lutéoline avec 2 mg/100g (Delgado *et al.*, 2016). Le tableau VI montre la composition nutritionnelle des feuilles fraîches et séchées du romarin.

Tableau VI : Composition nutritionnelle des feuilles fraîches et séchées du romarin
(USDA, 2015).

| Nutriment | Feuilles fraîches/100 g | Feuilles séchées/100g |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Energie | 131 kcal | 331 kcal |
| Protéines | 3,31 g | 4,88 g |
| Fibres alimentaires | 14,1 g | 42,6 g |
| Eau | 67,77 g | 9,31 g |
| Minéraux | | |
| Calcium(Ca) | 317 mg | 1280 mg |
| Fer (Fe) | 6,65 mg | 29,25 mg |
| Magnésium (Mg) | 91 mg | 220 mg |
| Phosphore (P) | 66 mg | 70 mg |
| Potassium (K) | 668 mg | 955 mg |
| Sodium (Na) | 26 mg | 50 mg |
| Zinc (Zn) | 0,93 mg | 3,23 mg |
| Vitamines | | |
| Vitamine A | 146 µg | 156 µg |
| Thiamine (B ₁) | 0,036 mg | 0,514 mg |
| Riboflavine (B ₂) | 0,152 mg | 0,428 mg |
| Niacine (B ₃) | 0,912 mg | 1,000 mg |
| Vitamine B ₆ | 0,336 mg | 1,740 mg |
| Vitamine C | 21,8 mg | 61,2 mg |
| Lipides | | |
| Acides gras mono insaturés | 1,160 g | 3,014 g |
| Acides gras polyinsaturés | 0,901 g | 2,339 g |
| Acides gras saturés | 2,838 g | 7,371 g |

II.7 Composition chimique du romarin :

Divers composés chimiques ont été identifiés dans le romarin et qui ont été regroupés d'une manière générale par divers auteurs en acides phénoliques, flavonoïdes, huile essentielles, acides terpéniques et alcools triterpéniques (**Guevara, 2017**).

La composition chimique du romarin dans son ensemble dépend du lieu de la récolte ainsi que du temps de la récolte dans le cycle végétatif (**Leplat, 2017**).

II.7.1 Huiles essentielles :

Ce sont des composés volatiles, naturels et complexes formées par les plantes aromatiques comme des métabolites secondaires (**Abozid et Asker, 2013**). Obtenues en utilisant la vapeur ou par hydro-distillation des petites branches et des feuilles (**Singh et Guleria, 2013**).

Le type d'extraction utilisé peut affecter la composition et le rendement en huile essentielle (**Harnandez et al., 2016**).

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**).

L'huile essentielle du romarin contient des monoterpènes et des dérivés des monoterpènes qui occupent 95 à 98% (**Szumny et al., 2010**).

Les principaux constituants de l'huile essentielle (figure 8) 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**).

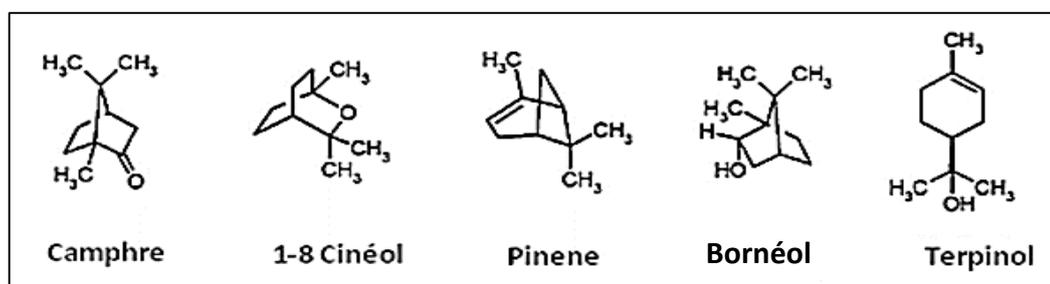


Figure 8 : Structures chimiques des huiles essentielles du romarin (**Wollinger et al., 2016**).

II.7.2 Acides phénoliques

Les classifications des acides phénoliques se fait selon le nombre et la position des groupes hydroxyle et méthyle, qui sont attachés aux cycles aromatiques (**Alu'datt et al., 2018**).

Les acides phénols représentent la plus grande famille des constituants chimiques, qui comprend ; l'acide rosmarinique, l'acide caféique, l'acide quinique, l'acide vanillique et l'acide syringique (**Gird et al., 2017**).

II.7.3 Diterpènes phénoliques tricycliques :

Les plus courants sont le carnosol, l'acide carnosique, le rosmanol, l'épirosmanol, l'isorosmanol et le 7-méthyl-épirosmanol. Cependant, plus de 90% de l'activité anti-oxydante du romarin est attribuée à ses principaux composants, l'acide carnosique et le carnosol (**Petiwala et Johnson, 2015**).

II.7.4 Triterpènes et stéroïdes :

Ils sont représentés par 10% d'acide oléanique et 5% de dérivés de l'acide ursolique accompagnés de l'alpha et bêta-amyrines (**Fadi, 2001**).

L'analyse des extraits de feuilles de romarin a montré la présence des triterpènes l'anémospogénine, l'acide micromérique, l'acide bétulinique et ursolique (**Borrás-Linares et al., 2014**).

II.7.5 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 appartenant à trois sous-classes des flavonoïdes (flavones, flavonols, et flavonones) ont été identifiés. Les flavones constituent le groupe principal dans l'extrait du romarin avec 17 composés identifiés, 9 d'entre eux étaient des formes conjugués de lutéoline, d'apigénine, d'hispiduline et d'une dihydroxy-diméthoxy. Ainsi, d'autres flavone aglycones avec différents modèles d'hydroxylation et/ou méthylation ont été détectés (**mena et al., 2016**).

II.8 Activité anti-oxydante du romarin :

Les propriétés anti-oxydantes du romarin ont été largement documentées par différents auteurs. Le romarin était considéré comme un antioxydant lipidique aussi un chélateur de métaux à la fois ; l'application des extraits du romarin dans les aliments a entraîné une variabilité des résultats et cela selon le type de test utilisé (**Peter, 2006**).

Cette activité antioxydante est liée à l'acide rosmarinique (figure 9) d'une part et d'une autre part au *O*-diphénols diterpéniques (acide carnosique et le carnosol) qui jouent le rôle des inhibiteurs de la peroxydation lipidique (**Goetz et Ghedira, 2012**).

Les propriétés anti-oxydantes du romarin sont attribuées à sa richesse en quinones isoprénoides, qui agissent comme des terminateurs de chaîne des radicaux libres et comme des chélateurs d'espèces réactives de l'oxygène (**Nieto et al., 2018**).

Les huiles essentielles du romarin possèdent des activités anti-microbiennes et anti-oxydantes ; grâce à ces propriétés que ces composants peuvent prolonger la durée de conservation des aliments et aussi de maintenir leur qualité durant le stockage, les industries

agro-alimentaires les utilisent comme bio préservateurs (Raškovic *et al.*, 2014). Les principaux antioxydants du romarin sont illustrés dans la figure ci-dessous

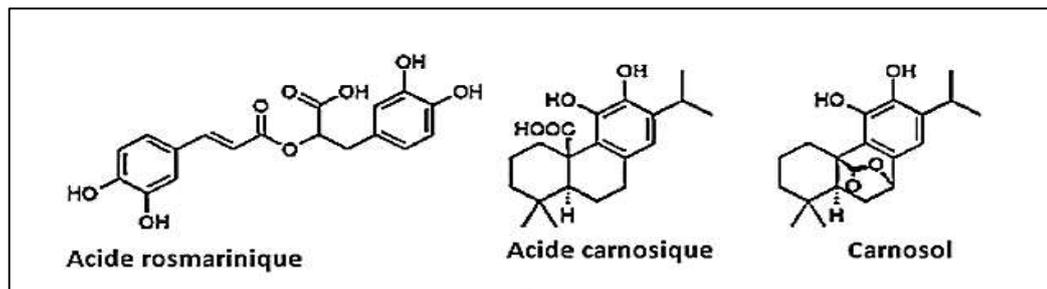


Figure 9 : Structures chimiques des principaux antioxydants du romarin (Wollinger *et al.*, 2016).

II.9 Domaines d'utilisation du romarin :

Le romarin est la plante la plus largement utilisée et la plus commercialisée, non seulement pour l'utilisation culinaire comme substance aromatisante, mais aussi comme un antioxydant dans les aliments et dans les compléments alimentaires et les produits cosmétiques (Pèrez *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).

La plante du romarin est utilisée comme carminatif, rubéfiant, stimulant et comme agent aromatisant pour les pommades, dans les lotions pour cheveux et comme inhalateur des savons et des produits cosmétiques (Begum *et al.*, 2013).

II.9.1 Utilisation culinaire :

Les feuilles de romarin sont utilisées comme épice et agent aromatisant dans la transformation des aliments notamment dans la préparation des viandes, des crustacés, saucisses, salades, soupes, panures, et comme épice dans les croustilles et les frites (Ho *et al.*, 1994).

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

C'est l'une des herbes les plus utilisés pour l'aromatization de l'huile d'olive (Karacabey *et al.*, 2016).

L'activité anti-oxydante forte lui permet de préserver les huiles et de minimiser l'apparition de substances nocives durant les fritures et les grillades (Ambrose *et al.*, 2016).

II.9.2 Utilisation médicale et pharmaceutique :

Depuis l'Antiquité, le romarin est utilisé comme tonique et stimulant (**Charles, 2012**). Le romarin est utilisé en médecine traditionnelle depuis des siècles, ses applications vont de l'amélioration de la mémoire au traitement des maladies gastro-intestinales (**Hamidpour et al., 2017**).

Plusieurs bioactifs présents dans son extrait et huile essentielle sont à l'origine de nombreuses activités biologiques, y compris ses mécanismes antidiabétiques et anticancéreux (**Hamidpour et al., 2017**).

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**).

Les diterpènes de romarin ont un potentiel sur la prévention de la maladie d'Alzheimer (**Habtemariam, 2016**).

II.9.3 Utilisation en cosmétique :

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

Le romarin entre dans la composition de nombreux parfums, ainsi que dans la formulation des pommades dermiques (**Bousbia, 2011**).

Chapitre III :

Aromatisation de l'huile d'olive



Chapitre III : Aromatisation de l'huile d'olive

III.1 Généralités

III.1.1 Applications de l'aromatisation de l'huile d'olive :

L'huile d'olive est un produit polyvalent, connu depuis de nombreuses générations dans les régions méditerranéennes, comme produit essentiel pour la santé et le régime de leurs populations, très apprécié par son goût et son arôme ainsi que par ses propriétés nutritionnelles (Asensio *et al.*, 2013 ; Guiné *et al.*, 2013).

L'olive, l'huile d'olive et l'effet de leurs composés fonctionnels comme des bioactifs sur la santé humaine étaient un sujet qui a été discuté durant plusieurs années et tout autour du monde (Kritsakis et Shahidi, 2017).

Des épices comme l'ail, le piment rouge et de différentes herbes, sont généralement utilisés comme exhausteurs du goût dans la préparation des plats typiques, ils contiennent des substances montrant des propriétés anti-oxydantes, anti-microbiennes et anti-inflammatoires (Gambarcorta *et al.*, 2007).

D'un point de vue technologique, les épices et les herbes ont été utilisés comme des antioxydants naturels dans le but de stabiliser les huiles mono-insaturées comme l'huile d'olive (Clodoveo *et al.*, 2016). Ils sont utilisés aussi pour maintenir la valeur nutritionnelle des aliments et améliorer leur durée de conservation (Gustone, 2002).

L'aromatisation des huiles représente une ancienne pratique effectuée durant l'étape d'extraction dans le but de nettoyer la presse et obtenir une huile moins désagréable à partir des olives sur mûries ou stockées avec une mauvaise manière (Baiano *et al.*, 2010).

Au cours de ces dernières années, les huiles végétales commerciales ont été enrichies avec des composés bioactifs ; des herbes et épices ou d'autre matériel végétal dans le but d'améliorer leurs valeur nutritionnelle, qualité organoleptique et leur durée de conservation (Yara-Varon *et al.*, 2017).

III.1.2 Définition de l'huile d'olive aromatisée :

Une huile d'olive aromatisée ou celle qu'on appelle « huile gourmande » (Sacchi *et al.*, 2017), est une huile préparée avec l'ajout de certains herbes ou épices non seulement pour satisfaire les exigences sensorielles des consommateurs, mais aussi elle faudrait présenter

d'autres caractéristiques très appréciées dans le marché des aliments (**Antoun et Tsimidou, 1997**).

III.1.3 Epices, herbes, fruits et légumes utilisés dans l'aromatisation de l'huile d'olive :

Les plantes aromatiques sont utilisées soit sous forme fraîche, séchée ou des extraits sous forme des huiles essentielles (**Karacabey et al., 2016**).

Pour avoir un rendement plus élevé en huiles essentielles, chaque plante aromatique utilisée pour l'extraction a besoin d'être séchée (**Benmoussa et al., 2016**)

Les différentes substances utilisées pour l'aromatisation sont montrées dans le tableau ci-dessous.

Tableau VII : Différentes substances utilisées pour l'aromatisation de l'huile

d'olive (**Sousa et al., 2015 ; Roboredo-Rodriguez et al., 2017**).

| | |
|--------------------|--|
| Herbes | Romarin, thym, origan, menthe, sauge, estragon, laurier, genièvre, fenouil et basilic. |
| Epices | Clou de girofle, muscade et gingembre. |
| Légumes | Ail, tomates séchée, piment rouge et oignon. |
| Fruits | Pomme, banane, orange, citron et mandarine. |
| Champignons | Cèpes et d'autres truffes. |

III.2 Techniques utilisées pour l'aromatisation

Des différentes procédures sont utilisées pour l'aromatisation dont le choix est fondamental, car la méthode d'aromatisation affecte à la fois l'acceptabilité et la stabilité oxydative de l'huile (**Baiano et al., 2010 ; Issaoui et al., 2016**).

3.2.1 Macération ou infusion :

C'est une méthode traditionnelle dite « infusion » qui consiste à mettre en contact des matières aromatisantes finement broyées dans l'huile. Le mélange est conservé généralement à température ambiante, fréquemment agité afin de faciliter la diffusion des composés aromatisants (**Baiano et al., 2016**).

III.2.2 Malaxation combinée de la pâte d'olive avec les plantes aromatiques :

Cette technique se base sur l'addition directe des matières végétales broyées et /ou entières dans l'olive ou la pâte d'olive lors des étapes de broyage et de malaxation, respectivement (**Karacabey *et al.*, 2016**). Elle nécessite même des temps de contact variables selon l'épice utilisé (**Caponio *et al.*, 2016**).

III.2.3 Macération assistée par ultrasons :

C'est l'une des nouvelles procédures d'extraction des composés d'une valeur bénéfique contenus dans les plantes aromatiques, son utilisation dans les solvants organiques était mentionnée dans la littérature (**Jović *et al.*, 2018**).

Cette technique présente une forme d'énergie générée par des ondes de fréquences élevées au-delà de 16 KHZ ; l'ultrason peut être très utile pour optimiser l'aromatisation de l'huile d'olive grâce aux effets mécaniques, générés par le phénomène de cavitation (**Clodoveo *et al.*, 2016**).

➤ **Avantages et inconvénients des méthodes d'aromatisation :**

Les différentes techniques d'aromatisation présentent certains inconvénients comme la turbidité, le surdosage et la co-extraction des constituants indésirables (cires et saveurs amères), par conséquent, les caractéristiques sensorielles et la stabilité du produit peuvent être changés durant la conservation (**Mannina *et al.*, 2012 ; Yilmazer *et al.*, 2016**).

Les avantages et les inconvénients de chaque méthode utilisée pour l'aromatisation sont cités dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Avantages et inconvénients de chaque méthode utilisée pour l'aromatisation de l'huile d'olive.

| Méthode utilisée | Avantages | Inconvénients |
|--|--|--|
| <p>Macération conventionnelle</p> | <p>Peut conduire à l'enrichissement de l'huile d'olive vierge qui augmente le niveau de ses micro-constituants (Jović et al., 2018).</p> <p>C'est un processus qui n'exige pas l'utilisation des solvants organiques (caponio et al., 2016)</p> | <p>Peut prendre un temps long des heures, des jours et aussi des mois (Baiano et al., 2010).</p> <p>Peut causer une dégradation oxydative en raison du faible contenu en composés phénoliques de l'huile (Caponio et al., 2016).</p> |
| <p>Malaxation combinée de la pâte d'olive avec les plantes aromatiques.</p> | <p>Offre plus d'efficacité pour l'extraction des composés phénoliques (Caponio et al., 2016).</p> | <p>La difficulté d'ajuster la concentration d'addition des plantes aromatiques due à la distribution non homogène des feuilles, parties ligneuses et le temps limité pour la transition durant l'étape du broyage (Karacabey et al., 2016).</p> |
| <p>Macération assistée par ultrasons.</p> | <p>Permet de raccourcir le temps du traitement (Soares et al., 2020).</p> <p>Peut inhiber la polyphénol-oxydase, l'enzyme responsable de l'oxydation des phénols de l'huile d'olive (Amirante et Paduano, 2016).</p> <p>Permet d'extraire l'huile essentielle contenue dans la plante aromatique directement vers l'huile d'olive sans aucune étape intermédiaire (Veillet et al., 2010).</p> | <p>Cette méthode cause la détérioration des arômes et la composition de l'huile d'olive (Chemat et al., 2017).</p> |

III.3 Influence de l'aromatisation sur la composition de l'huile d'olive

L'huile d'olive vierge est dotée fortement par des substances ayant des bons effets sur la santé : acide oléique, autres acides gras insaturés, antioxydants naturels comme les chlorophylles, caroténoïdes, α -tocophérol et les composés phénoliques comme le pinorésinol, dérivés de l'oleuropeine et les dérivés ligstrosides (**Baiano *et al.*, 2010**).

III.3.1 Profil en acides gras

La valeur nutritionnelle de l'huile d'olive est liée à sa composition en acides gras, principalement à la teneur élevée en acide oléique (C18 :1) et aussi pour la ration équilibrée en acides gras saturés et polyinsaturés (**Moldaõ-Martins, 2004**).

Selon l'étude menée par **Assami *et al.* (2016)** sur l'aromatisation de l'huile d'olive par la méthode de macération assistée par ultrasons, une différence légère était remarquée dans la composition en acides gras, cela indique que la procédure de l'aromatisation n'affecte pas la composition en acides gras.

Dans le même contexte, l'étude de **Ben Rached *et al.* (2014)** a dévoilé que l'aromatisation avec de différents pourcentages des huiles essentielles du romarin, en utilisant la technique de malaxation des huiles essentielles du romarin avec la pâte d'olive à une température de 37°C et plus, avec un stockage à l'abri de la lumière, avait engendré une augmentation du contenu en acide oléique (C18 :1) et une diminution de la teneur en acide palmitique (C16 :0) et linoléique (C18 :2).

En revanche, une autre étude effectuée par **Ambrowsicz-Walacik et Tańska (2015)** a démontré que la durée du stockage et le type d'additif utilisé peut affecter la composition de l'huile en acides gras dont elle peut causer un changement proportionnel des acides gras saturés et des acides gras insaturés.

III.3.2 Composés phénoliques

Le profil en composés phénoliques et leur composition dans les huiles aromatisées dépendent beaucoup plus de la substance utilisée pour l'aromatisation (**Baiano *et al.*, 2009**).

Une étude réalisée par **Damechki *et al.* (2001)** afin d'examiner la présence des antioxydants et des pro-oxydants dans les huiles d'olive aromatisées par le romarin et l'origan a montré une augmentation de la teneur en composés phénoliques polaires avec 3,5 fois pour l'huile aromatisée par l'origan et avec 1,7 fois pour l'huile aromatisée par le romarin, en les comparants avec les huiles témoins.

La même constatation a été relevée par **Khemakhem et al. (2015)** concernant l'augmentation des polyphénols des huiles d'olive aromatisées avec le zeste de citron, avec un stockage de 10 jours dans un endroit frais.

Baiano et al. (2009) ont étudié l'effet du temps du stockage sur la composition chimique des huiles d'olive aromatisées. Les échantillons aromatisés ont été stockés pendant 6 et 9 mois à une température ambiante. La teneur en composés phénoliques des huiles aromatisées a marqué une diminution remarquable pour les huiles aromatisées avec : l'ail, le citron, l'origan, le piment rouge et le romarin, en les comparant avec les teneurs des huiles non aromatisées. La composition en composés phénoliques simples comme le tyrosol et l'hydroxytyrosol a marqué cependant une augmentation contemporaine dans toutes les huiles aromatisées.

Fares et al. (2018) ont effectué une étude afin d'évaluer l'effet de macération avec le romarin et le citron sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive. Les résultats ont révélé que la teneur en biophénols a marqué une augmentation pour toutes les huiles aromatisées par rapport au témoin.

III.3.3 Pigments

Le rôle des pigments chlorophylliens et des caroténoïdes n'est pas seulement d'ajouter une couleur à l'huile d'olive, mais aussi ils jouent un rôle important dans son activité oxydative due à leur nature anti-oxydante dans l'obscurité et pro-oxydante dans la lumière (**Khemakhem et al., 2015**).

L'ajout de quelques épices ou herbes peut augmenter le contenu de l'huile aromatisée en pigments chlorophylliens ce qui provoque la diminution de la stabilité de l'huile contre la photo-oxydation (**Baiano et al., 2016**).

Les plantes aromatiques comme le romarin, l'origan et la menthe sont connues par leur composition élevée en pigments comme les chlorophylles, les caroténoïdes et la phéophytine. L'aromatisation de l'huile d'olive par les plantes susmentionnées a engendré une augmentation en composés chlorophylliens et en caroténoïdes contenus dans l'huile d'olive (**Kasimoglu et al., 2018**).

Les résultats de **Damechki et al. (2001)** ont montré une augmentation significative de la composition en pigments chlorophylliens et en caroténoïdes des huiles d'olive aromatisées par l'origan par rapport à l'huile aromatisée avec le romarin avec une faible augmentation de ces composés.

D'après les résultats d'une étude tunisienne, la composition en caroténoïdes et en pigments chlorophylliens était augmentée lentement avec de faibles pourcentages d'aromatisation (**Ben Rached *et al.*, 2014**).

III.3.4 Composés aromatiques

Leur composition dans les huiles aromatisées dépend du type des ingrédients utilisés et de la méthode utilisée pour l'aromatisation (**Sacchi *et al.*, 2017 ; Kowalski *et al.*, 2018**).

Une étude italienne, a démontré que la composition en composés aromatiques n'a pas été significativement influencée par l'aromatisation, à l'exclusion des composés soufrés qui étaient plus élevés pour les huiles obtenues par malaxation (**Caponio *et al.*, 2016**).

Tandis que, l'étude de **Caporaso *et al.* (2013)** menée sur l'activité anti-oxydante et le profil en composés aromatiques de l'huile d'olive aromatisée par le piment rouge a montré que l'addition du piment rouge séché a engendré une grande modification des composés aromatiques de l'huile d'olive et les différences les plus remarquables sont au niveau de quelques terpènes et autres composés aromatiques détectés dans la composition du piment rouge.

Une étude réalisée par **Perestelo *et al.* (2017)** a montré une contribution élevée de l'acide acétique dans l'huile d'olive vierge, en le comparant avec sa contribution dans les huiles aromatisées par le romarin, l'ail, l'origan et le thym avec de faibles pourcentages de ce composé.

III.3.5 Tocophérols

Les tocophérols sont les composés lipophiles contenus dans l'olive, maintenus dans la phase organique durant la production de l'huile d'olive, ils jouent le rôle d'antioxydants dans la peroxydation lipidique (**Serrano *et al.*, 2015**).

Les résultats de l'étude de **Sousa *et al.* (2014)** ont montré que le piment rouge a provoqué l'augmentation de tous les isoformes de la vitamine E en augmentant ainsi la qualité nutritionnelle de l'huile aromatisée.

Des résultats d'une étude Grecque menée par (**Damechki *et al.* (2001)** sur les huiles aromatisées avec le romarin et l'origan ont montré une valeur élevée des teneurs en tocophérols dans ces huiles aromatisées par rapport aux huiles témoins.

Les mêmes constatations ont été relevées par **Fares *et al.* (2018)** car la teneur en tocophérols a marqué une augmentation pour toutes les huiles aromatisées au romarin et au citron par rapport aux huiles témoins.

III.4 Influence de l'aromatisation sur les paramètres de qualité de l'huile d'olive

L'huile d'olive doit respecter des exigences strictes concernant la qualité physicochimique et les caractéristiques organoleptiques définies par des lois et des réglementations nationales et européennes (Caporaso, 2015).

L'amélioration de la qualité de l'huile d'olive par l'aromatisation pourrait être un outil pour fournir une composition équilibrée en acides gras, des niveaux optimaux en composés antioxydants et donner à l'huile un bon goût et une agréable flaveur (Ben Rached *et al.*, 2014).

III.4.1 Acidité libre

L'acidité libre de l'huile d'olive est l'un des paramètres de qualité qui permet la classification de cette huile en différentes catégories commerciales (Cayuela *et al.*, 2009). Elle est exprimée en pourcentage d'acide oléique (Moreno *et al.*, 2018).

Une étude tunisienne menée sur l'effet de l'aromatisation par le romarin sur la qualité de l'huile d'olive a montré une faible acidité des huiles aromatisées par rapport à la norme exigée (Ben Rached *et al.*, 2014).

Une étude Italienne (Baiano *et al.*, 2009) a mentionné que la technique d'extraction combinant des olives avec l'ail déshydraté a causé une diminution des valeurs d'acidité libre de l'huile aromatisée. Cependant, une autre étude effectuée par Ben moussa *et al.* (2016) a montré une augmentation de l'acidité libre des échantillons aromatisés avec les feuilles du romarin, cette augmentation serait due à la température élevée durant l'infusion assistée par ultrasons.

Un autre facteur qui affecte l'acidité libre est la lumière, en effet, il a été mentionné par l'étude de Ait Taleb *et al.* (2016) que les valeurs les plus élevées de l'acidité libre ont été marquées pour les échantillons exposés à la lumière pendant 45 jours de stockage à une température ambiante en les comparant avec les échantillons aromatisés avec les feuilles fraîches du romarin et du laurier stockés dans l'obscurité qui ont marqué de faibles valeurs de l'acidité, c'était le cas aussi pour le témoin.

III.4.2 Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde reste la méthode la plus commune pour mesurer la détérioration oxydative des huiles (Gordon, 2004), dont sa valeur peut être affectée par plusieurs facteurs comme l'aromatisation et la méthode du stockage (Ait Taleb *et al.*, 2016).

Une étude effectuée par **Sacchi *et al.* (2017)** basée sur l'ajout du citron frais avec l'huile d'olive durant l'étape de malaxation à une température de 32 à 34°C pendant 30 à 40 minutes avait montré que la valeur l'indice de peroxyde était diminuée dans les échantillons aromatisés. Cette diminution de la valeur est due à l'acidification durant l'étape de malaxation causée par le faible pH du citron.

L'augmentation de la valeur de l'indice de peroxyde a été mentionnée par **Gamborcorta *et al.* (2007)** pour les huiles aromatisées par des différents herbes et épices, spécifiquement l'huile d'olive aromatisée par le piment rouge.

Les mêmes constatations ont été relevées par **Paduano *et al.* (2013)**, car la valeur de l'indice de peroxyde était augmentée dans toutes les huiles aromatisées, ce qui indique la formation des produits primaires de l'oxydation.

L'indice de peroxyde a enregistré une valeur élevée pour les huiles aromatisées par le romarin, piment rouge, citron et l'origan en comparaison avec l'échantillon témoin (**Baiano *et al.*, 2009**).

De même **Karacabey *et al.* (2016)** ont enregistré des variations de l'indice de peroxydes des huiles aromatisées au romarin par rapport aux huiles témoins. Ils ont expliqué ce phénomène par la transition des composés de la plante aromatique vers l'huile d'olive durant le processus de malaxation.

III.4.3 Extinction spécifique dans l'UV :

L'extinction spécifique est liée à la formation des hydroperoxydes, des diènes conjugués, des composés carboxyliques (K_{232}) et des triènes conjugués (K_{270}) (**Kasimoglu *et al.*, 2018**).

Des valeurs élevées des coefficients K_{232} et K_{270} sont obtenues par l'étude de **Caporaso *et al.* (2013)** pour 20% des huiles aromatisées.

Une autre étude menée par **Sena-Moreno *et al.* (2018)** a dévoilé que l'huile d'olive aromatisée par la teneur la plus élevée du safranal a montré une valeur élevée de l'indice K_{232} , tout en restant au-dessous de la norme exigée pour l'huile d'olive extra vierge.

Une étude tunisienne effectuée par **Ben Rached *et al.* (2014)** afin d'étudier l'effet de l'aromatisation par l'huile essentielle de romarin sur la qualité de l'huile d'olive. Les valeurs des paramètres (K_{232}) et (K_{270}) analysés ont été inférieures à aux normes exigées pour l'huile d'olive extra vierge 2,50 et 0,22, respectivement.

L'aromatisation de l'huile d'olive par le romarin a été étudiée par **Ben Moussa *et al.* (2016)** en vue de déterminer l'effet de l'aromatisation par une macération assistée par micro-onde sur la composition et la qualité de l'huile d'olive. La valeur du K_{232} a marqué une

diminution remarquable concernant l'échantillon aromatisé et ceci est dû à l'influence favorable du romarin sur l'état d'oxydation de l'huile durant le chauffage par micro-onde, tandis que la valeur du K_{270} était similaire à celle du témoin.

III.5 Evaluation sensorielle de l'huile d'olive aromatisée

L'étude de l'acceptabilité des consommateurs pour l'huile d'olive-additionnée des plantes aromatiques est très importante pour l'introduction de ces produits dans le marché (Ayadi *et al.* 2009). L'acceptabilité ne dépend pas seulement du niveau d'incorporation mais aussi de la composition de l'huile essentielle est évaluée par de différents paramètres comme la couleur, le goût et l'acceptabilité globale (Ayadi *et al.*, 2009 ; Baiano *et al.*, 2010)

Ayadi *et al.* (2009) ont effectué un test d'évaluation sensorielle sur sept types des huiles d'olive aromatisées par : le romarin, la lavande, la sauge, le basilic, la menthe, le citron et le thym. Les résultats montrent que :

- ✚ Pour la couleur : les participants ont préféré la couleur des huiles aromatisées avec le romarin et le basilic ;
- ✚ Pour le goût : les participants ont préféré les huiles aromatisées avec le citron et le thym.

L'étude de Ait Taleb *et al.* (2014) ont rapporté des résultats du test effectué par le panel sur les huiles d'olive aromatisées par le romarin et le laurier stockées pendant 45 jours. Les huiles aromatisées ou non aromatisées exposées à la lumière, ont présenté un goût de rance et une mauvaise couleur, cependant que les huiles aromatisées stockées à l'obscurité ont présenté un goût et une couleur adéquates.

Néanmoins, les huiles aromatisées par le romarin ont montré un goût résiduel en le comparant avec le témoin et les huiles aromatisées par le laurier, le panel a préféré l'huile d'olive aromatisée par le romarin à l'obscurité (Ait Taleb *et al.*, 2014).

Le travail effectué par Gambarcorta *et al.* (2007) et qui consiste à évaluer l'acceptabilité sensorielle de l'huile d'olive extra vierge par : le piment rouge, l'ail, l'origan et le romarin avait montré que l'ajout des herbes des épices a amélioré les caractéristiques sensorielles de l'huile d'olive extra vierge originale.

Le test de classification appliqué par Akçar et Gümüskesen (2011) pour les huiles d'olive aromatisées commerciales afin de déterminer le type d'arôme le plus populaire a abouti à la classification suivante : origan > basilic > romarin > orange amère > ail.

Conclusion :

L'objectif de l'aromatisation de l'huile d'olive est l'amélioration de sa qualité nutritionnelle et sensorielle ainsi sa durée de conservation. Ce travail a été réalisé dans le but d'étudier l'impact de ce processus sur la qualité de l'huile d'olive, à travers l'analyse des différentes études menées sur le sujet d'aromatisation de l'huile d'olive tout en prenant en considération tous les facteurs qui peuvent influencer l'efficacité de ce processus en commençant par la technique d'aromatisation utilisée jusqu'à l'étape du stockage de l'huile aromatisée.

Les valeurs marquées pour les paramètres de qualité (acidité libre, indice de peroxyde et les valeurs du K_{270} et K_{232}) des huiles aromatisées varient entre augmentation et diminution et cela en fonction du mode et du temps du stockage, du type d'additif aussi que son état dont il est utilisé. L'acidité libre est influencée par l'activité de l'eau des plantes aromatiques ajoutées à l'huile.

L'influence de l'aromatisation sur la composition de l'huile d'olive se voit au niveaux des teneurs en composés phénoliques et au niveaux des teneurs en tocophérols et en pigments, leur augmentation indique une amélioration de l'activité anti-oxydante de l'huile d'olive, concernant la composition en acides gras, il était mentionné qu'il existe des échanges proportionnels entre les acides gras saturés et insaturés des huiles aromatisées.

L'analyse sensorielle des huiles aromatisées a montré que la majorité des huiles aromatisées sont acceptables, mais leurs classifications se diffèrent selon le goût et la couleur qu'elles présentent, ces tests de classification montrent que les huiles d'olive aromatisées stockées à l'abri de la lumière sont les plus appréciées.

En perspectives, il est nécessaire de prendre en considération certains éléments dans l'aromatisation de l'huile d'olive à savoir :

- Le choix de la technique d'aromatisation la plus adéquate afin de minimiser les pertes en composés caractéristiques de l'huile d'olive et d'avoir un bon rendement en huile, cette technique doit être rapide et efficace dans la prévention contre la détérioration de l'huile.
- Le stockage de l'huile joue un rôle très important dans la conservation de la qualité et la durée de vie de l'huile. Il faut stocker les huiles aromatisées à des températures ambiantes à l'abri de la lumière afin de minimiser l'effet du chauffage et de la lumière.
- L'état d'addition des plantes aromatiques est très important. Il est préférable d'utiliser des plantes à l'état séché que de les utiliser à l'état frais, non seulement pour avoir un bon rendement mais aussi de diminuer l'activité de l'eau au maximum.

Références bibliographiques:

A

Abozid, M. M., Asker, M. (2013). chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil of the thyme and rosemary. *International Journal of Academic Research*, 5(3).

Abramovič, H., et Abram, V. (2006). Effect of added rosemary extract on oxidative stability of *Camelina sativa* oil. *Acta Agriculturae Slovenica*, 87(2), 255-261.

Akçar, H. H., et Gümüşkesen, A. S. (2011). Sensory evaluation of flavored extra virgin olive oil. *GIDA*, 36(5), 249-253.

Alu'datt, M. H., Rababah, T., Alhamad, M. N., Gammoh, S., Al-Mahasneh, M. A., Tranchant, C. C., et Rawshdeh, M. (2018). Pharmaceutical, Nutraceutical and Therapeutic Properties of Selected Wild Medicinal Plants: Thyme, Spearmint, and Rosemary Therapeutic, Probiotic, and Unconventional Foods (pp. 275-290): Elsevier.

Ambrose, D. C., Manickavasagan, A., et Naik, R. (2016). Leafy medicinal herbs: botany, chemistry, postharvest technology and uses: CABI.

Ambrosewicz-Walacik, M., et Tańska, M. (2015). Stability of flavored olive oils under different storage conditions.

Amirante, R., et Paduano, A. (2016). Ultrasound in olive oil extraction *Prod. from Olive Tree*: InTech.

Anonyme1: Http//: www.jardinier-malin.fr. Consulté le 13/08/2020.

Antoun, N., et Tsimidou, M. (1997). Gourmet olive oils: stability and consumer acceptability studies. *Food Research International*, 30(2), 131-136.

Aparicio, R., et Harwood, J. (2013). Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties: Springer US.

Asensio, C. M., Nepote, V., et Grosso, N. R. (2013). Consumers' acceptance and quality stability of olive oil flavoured with essential oils of different oregano species. *International journal of food science & technology*, 48(11), 2417-2428.

Assami, K., Chemat, S., Meklati, B. Y., et Chemat, F. (2016). Ultrasound-assisted aromatisation with condiments as an enabling technique for olive oil flavouring and shelf life enhancement. *Food Analytical Methods*, 9(4), 982-990.

Ayadi, M., Grati-Kamoun, N., et Attia, H. (2009). Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants. *Food and Chemical Toxicology*, 47(10), 2613-2619.

B

Baccouri, O., Guerfel, M., Baccouri, B., Cerretani, L., Bendini, A., Lercker, G., . . . Miled, D. D. B. (2008). Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chemistry*, 109(4), 743-754.

Baiano, A., Gambacorta, G., et la notte, e. (2009). Aromatization of olive oil.

Baiano, A., Previtali, M. A., Viggiani, I., Varva, G., Squeo, G., Paradiso, V. M., . . . Caponio, F. (2016). As oil blending affects physical, chemical, and sensory characteristics of flavoured olive oils. *European Food Research and Technology*, 242(10), 1693-1708.

Baiano, A., Terracone, C., Gambacorta, G., et La Notte, E. (2010). 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.

Begum, A., Sandhya, S., Vinod, K. R., Reddy, S., et Banji, D. (2013). An in-depth review on the medicinal flora *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae). *Acta scientiarum polonorum Technologia alimentaria*, 12(1), 61-74.

Benabid, H. (2009). Caractérisation de l'huile d'Olive Algérienne, Apports des méthodes chimométriques. INATAA. Université Mentouri De Constantine, Algérie.

Benlemlih, M. (2016). Polyphénols de l'huile d'olive, trésors santé!, 2^{ème} édition, France: p25-30.

Benmoussa, H., Elfalleh, W., Farhat, A., Servili, M., Algabr, M., et Romdhane, M. (2016). Impact of microwave assisted infusion on the quality and volatile composition of olive oil aromatized with Rosemary leaves. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 93(7), 921-928.

Benrachou, N., Henchiri, C., et Djeghaba, Z. (2010). Caractérisation de trois huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 22, 12-22.

Borrás-Linares, I., Stojanović, Z., Quirantes-Piné, R., Arráez-Román, D., Švarc-Gajić, J., Fernández-Gutiérrez, A., & Segura-Carretero, A. (2014). *Rosmarinus officinalis* leaves

as a natural source of bioactive compounds. *International journal of molecular sciences*, 15(11), 20585-20606.

Boskou, D. (2009). Other important minor constituents. *Olive oil. Minor constituents and health*, 45-54. Elsevier.

Boskou, D. (2015). *Olive oil: chemistry and technology*: Elsevier.

Boskou, D., Blekas, G., et Tsimidou, M. (2006). Olive oil composition *Olive Oil* (pp. 41-72): Elsevier.

Boulade, C. (2018). *Lamiaceae: caractéristiques et intérêts thérapeutiques à l'officine*.

Bouhadjra, K. (2011). Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge. UMMTO.

Boulkroune, H. (2018). L'oléiculture en petite Kabylie: améliorer la qualité du produit participe au développement durable de la filière Devant.

Bousbia, N. (2011). Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires.

Braun, L., et Cohen, M. (2010). *Herbs and Natural Supplements Inkling: An Evidence-Based Guide*: Elsevier Health Sciences APAC.

C

Callery, E. (1998). *LE GRAND LIVRE DES HERBES*: Ullmann.

Caponio, F., Durante, V., Varva, G., Silletti, R., Previtali, M. A., Viggiani, I., . . . Gomes, T. (2016). Effect of infusion of spices into the oil vs. combined malaxation of olive paste and spices on quality of naturally flavoured virgin olive oils. *Food Chemistry*, 202, 221-228.

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.

Caporaso, N., Paduano, A., Nicoletti, G., et Sacchi, R. (2013). Capsaicinoids, antioxidant activity, and volatile compounds in olive oil flavored with dried chili pepper (*Capsicum annuum*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115(12), 1434-1442.

Caporaso, N., Savarese, M., Paduano, A., Guidone, G., De Marco, E., et Sacchi, R. (2015). Nutritional quality assessment of extra virgin olive oil from the Italian retail market: Do natural antioxidants satisfy EFSA health claims? *Journal of Food Composition and Analysis*, 40, 154-162.

Capurso, A., Crepaldi, G., et Capurso, C. (2018). Benefits of the Mediterranean Diet in the Elderly Patient: Springer.

Cayuela, J. A., García, J. M., et Caliani, N. (2009). NIR prediction of fruit moisture, free acidity and oil content in intact olives. *Grasas y Aceites*, 60(2), 194-202.

Charles, D. J. (2012). Rosemary Antioxidant properties of spices, herbs and other sources (pp. 495-507): Springer.

Chemat, F., Grondin, I., Sing, A. S. C., et Smadja, J. (2004). Deterioration of edible oils during food processing by ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11(1), 13-15.

Chiappetta, A., et Muzzalupo, I. (2012). Botanical description. Olive Germplasm—The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy.

Choe, E., et Min, D. B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 5(4), 169-186.

Clodoveo, M. L., Dipalmo, T., Crupi, P., Durante, V., Pesce, V., Maiellaro, I., . . . Corbo, F. (2016). Comparison between different flavored olive oil production techniques: Healthy value and process efficiency. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(1), 81-87.

C.O.I. Conseil Oléicole International 2003. Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. Conseil oléicole international, 14 novembre 2020 COI/T.15/NCN° 3/Rév. 1. 2 p.

Costa, H. M. L. G. d. (2012). Azeites aromatizados: estudo da influência do agente aromatizante na composição química e resistência à oxidação. Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior Agrária.

Covas, M.-I. (2008). Bioactive effects of olive oil phenolic compounds in humans: reduction of heart disease factors and oxidative damage. *Inflammopharmacology*, 16(5), 216-218.

D

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. (2014). *Virgin Olive Oil: Production, Composition, Uses and Benefits for Man*: Nova Science Publishers, Incorporated.

Defaut, b., et Benmammar-Hasnaoui, h. (2016). Pré-inventaire des Orthoptéroïdes des monts de Tlemcen et des environs immédiats (Algérie nord-occidentale)(Orthoptera, Mantodea, Phasmida).

Delgado, A. M., Almeida, M. D. V., Parisi, S., et Wassermann, T. (2016). *Chemistry of the Mediterranean Diet*: Springer International Publishing.

E

Estrada Orozco, S. P. (2011). Determinación de la Actividad Antibacteriana in vitro de los Extractos de Romero (*Rosmarinus officinalis* y Tomilla) y Tomillo (*Thymus vulgaris*).

F

Fadi, Z. (2011). le romarin, *Rosmarinus Officinalis*, " le bon procédé d'extraction pour un effet thérapeutique optimal".

Fares, N., Karoui, I., Sifi, S., Abderrabba, M., et Jouini, N. (2018). The effect of extra virgin olive oil enrichment by rosemary leaves and lemon peels on its sensorial characteristics, chemical composition, and oxidative stability under storage conditions. *RIVISTA ITALIANA DELLE SOSTANZE GRASSE*, 95(4), 261-273.

G

Gallardo-Guerrero, L., Gandul-Rojas, B., Roca, M., et Mínguez-Mosquera, M. I. (2005). Effect of storage on the original pigment profile of Spanish virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(1), 33.

Gambacorta, G., Faccia, M., PATI, S., LAMACCHIA, C., BAIANO, A., et LA NOTTE, E. (2007). Changes in the chemical and sensorial profile of extra virgin olive oils flavored with herbs and spices during storage. *Journal of Food Lipids*, 14(2), 202-215.

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 & immune disorders drug targets*, 18.

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.

Gird, C. E., Nencu, I., Popescu, M. L., Costea, T., Dutu, L. E., Balaci, T. D., et Olaru, O. T. (2017). Chemical, antioxidant and toxicity evaluation of rosemary leaves and its dry extract. *Farmacia*, 65(6), 978-983.

Giuffrè, A., Louadj, L., Poiana, M., et Macario, A. (2012). Composition en sterols des huiles extraites d'olives de cultivars de la province de Reggio Calabria (Sud d'Italie). *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 89, 177-183.

Goetz, P., et Ghedira, K. (2012). *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae): Romarin Phytothérapie anti-infectieuse (pp. 341-347): Springer.

Gordon, M. (2004). Factors affecting lipid oxidation. Understanding and measuring the shelf-life of food, 128-141.

Gorzynik-Debicka, M., Przychodzen, P., Cappello, F., Kuban-Jankowska, A., Marino Gammazza, A., Knap, N., . . . Gorska-Ponikowska, M. (2018). Potential health benefits of olive oil and plant polyphenols. *International journal of molecular sciences*, 19(3), 686.

Guevara, C. I. B. (2017). Diseño y funcionalidad en sistemas in vivo de nanocápsulas líquidas de aceite de romero (*Rosmarinus officinalis* L.). universidad veracruzana.

Guiné, R. P., Dias, A., Peixoto, A., Matos, M., Gonzaga, M., et Silva, M. (2012). Application of molecular gastronomy principles to the development of a powdered olive oil and market study aiming at its commercialization. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 1(2), 101-106.

Gunstone, F. D. (2002). *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties, and Uses*: Blackwell.

H

Habtemariam, S. (2016). The therapeutic potential of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) diterpenes for Alzheimer's disease. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016.

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

Helal, Y. (2010). Investigation of *Rosmarinus officinalis* L. biomass in the Massif Beni-Imloul-Aures-Algeria. *Nauka za Gorata*, 47(3), 25-42.

Henry, S. (2003). L'huile d'olive: son intérêt nutritionnel, ses utilisations en pharmacie et en cosmétique. UHP-Université Henri Poincaré.

Hernández, M. D., Sotomayor, J. A., Hernández, Á., et Jordán, M. J. (2016). Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) oils Essential oils in food preservation, flavor and safety (pp. 677-688): Elsevier.

Ho, C.-T., Ferraro, T., Chen, Q., Rosen, R. T., et Huang, M.-T. (1994). Phytochemicals in teas and rosemary and their cancer-preventive properties: ACS Publications.

Hoefler, C. (1994). Contribution à l'étude pharmacologique des extraits de *Rosmarinus officinalis* L., et notamment des jeunes pousses: activités cholérétiques, antihépatotoxiques, anti-inflammatoires et diurétiques. Université Paul Verlaine-Metz.

I

İnanç, A. L. (2011). Chlorophyll: Structural Properties, Health Benefits and Its Occurrence in Virgin Olive Oils. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*.

Issaoui, M., Flamini, G., Hajaj, M. E., Cioni, P. L., et Hammami, M. (2011). Oxidative evolution of virgin and flavored olive oils under thermo-oxidation processes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 88(9), 1339-1350.

Issaoui, M., Flamini, G., Soud, S., Bendini, A., Barbieri, S., Gharbi, I., . . . Hammami, M. (2016). How the addition of spices and herbs to virgin olive oil to produce flavored oils affects consumer acceptance. *Natural product communications*, 11(6), 1934578X1601100619.

Issaoui, M., Bendini, A., Souid, S., Flamini, G., Barbieri, S., Toschi, T. G., et Hammami, M. (2019). Flavored olive oils: focus on their acceptability and thermal stability. *Grasas y Aceites*, 70(1), 293.

J

Jović, O., Habinovec, I., Galić, N., et Andrašec, M. (2018). Maceration of Extra Virgin Olive Oil with Common Aromatic Plants Using Ultrasound-Assisted Extraction: An UV-Vis Spectroscopic Investigation. *Journal of Spectroscopy*, 2018.

K

Kalua, C., Allen, M., Bedgood Jr, D., Bishop, A., Prenzler, P. D., et Robards, K. (2007). Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. *Food Chemistry*, 100(1), 273-286.

Karacabey, E., Özkan, G., Dalgıç, L., et Sermet, S. O. (2016). Rosemary Aromatization of Extra Virgin Olive Oil and Process Optimization Including Antioxidant Potential and Yield. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(8), 628-635.

Kasimoglu, Z., Tontul, I., Soylu, A., Gulen, K., et Topuz, A. (2018). The oxidative stability of flavoured virgin olive oil: The effect of the water activity of rosemary. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(3), 2080-2086.

Khemakhem, I., Yaiche, C., Ayadi, M. A., et Bouaziz, M. (2015). Impact of aromatization by Citrus limetta and Citrus sinensis peels on olive oil quality, chemical composition and heat stability. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(5), 701-708.

Kiritsakis, A., et Shahidi, F. (2017). Olives and Olive Oil as Functional Foods: Bioactivity, Chemistry and Processing: John Wiley & Sons.

Kiritsakis, A., Turkan, K. M., et Kiritsakis, K. (2005). Olive oil. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 1-38.

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 Therapeutics*, 9(1), 323-330.

Kowalski, R., Kowalska, G., Pankiewicz, U., Mazurek, A., Sujka, M., Włodarczyk-Stasiak, M., et Kałwa, K. (2018). Effect of the method of rapeseed oil aromatisation with rosemary *Rosmarinus officinalis* L. on the content of volatile fraction. *LWT*, 95, 40-46.

L

Lazzerini, C., Cifelli, M., et Domenici, V. (2016). Pigments in extra-virgin olive oil: authenticity and quality. *Products from Olive Tree*; Boskou, D., Clodoveo, M., Eds, 99-114.

Leplat, M. (2017). Le romarin, *Rosmarinus officinalis* L., une Lamiacée médicinale de la garrigue provençale.

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

M

Mannina, L., D'Imperio, M., Gobbino, M., D'Amico, I., Casini, A., Emanuele, M. C., et Sobolev, A. P. (2012). Nuclear magnetic resonance study of flavoured olive oils. *Flavour and fragrance journal*, 27(3), 250-259.

Mazzocchi, A., Leone, L., Agostoni, C., et Pali-Schöll, I. (2019). The Secrets of the Mediterranean Diet. Does [Only] Olive Oil Matter? *Nutrients*, 11(12), 2941.

Mena, P., Cirlini, M., Tassotti, M., Herrlinger, K. A., Dall'Asta, C., et Del Rio, D. (2016). Phytochemical profiling of flavonoids, phenolic acids, terpenoids, and volatile fraction of a rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extract. *Molecules*, 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.

Moldao-Martins, M., Beirao-da-Costa, S., Neves, C., Cavaleiro, C., Salgueiro, L., et Beirao-da-Costa, M. L. (2004). Olive oil flavoured by the essential oils of *Mentha piperita* and *Thymus mastichina* L. *Food quality and preference*, 15(5), 447-452.

Morales, M. T., et Przybylski, R. (2013). Olive oil oxidation *Handbook of olive oil* (pp. 479-522): Springer.

Moyano, M. J., Heredia, F. J., et Meléndez-Martínez, A. J. (2010). The color of olive oils: the pigments and their likely health benefits and visual and instrumental methods of analysis. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9(3), 278-291.

N

Nieto, G., Ros, G., et Castillo, J. (2018). Antioxidant and antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A Review. *Medicines*, 5(3), 98.

O

Ocakoglu, D., Tokatli, F., Ozen, B., et Korel, F. (2009). Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years. *Food Chemistry*, 113(2), 401-410.

Ollivier, D., Boubault, E., Pinatel, C., Souillol, S., Guérère, M., et Artaud, J. (2004). Analyse de la fraction phénoliques des huiles d'olive vierges. Paper presented at the Annal Expert Forum Chem Toxicol.

Ouibrahim, A. (2015). Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Université Badji Mokhtar Annaba, 50-60.

P

Pacetti, D., Scortichini, S., Boarelli, M. C., et Fiorini, D. (2019). Simple and rapid method to analyse squalene in olive oils and extra virgin olive oils. *Food Control*, 102, 240-244.

Paduano, A., Caporaso, N., Santini, A., et Sacchi, R. (2014). Microwave and ultrasound-assisted extraction of capsaicinoids from chili peppers (*Capsicum annum* L.) in flavored olive oil. *Journal of Food Research*, 3(4), 51.

Perestrelo, R., Silva, C., Silva, P., et Câmara, J. (2017). Global volatile profile of virgin olive oils flavoured by aromatic/medicinal plants. *Food Chemistry*, 227, 111-121.

Pérez-Jiménez, F., Ruano, J., Perez-Martínez, P., Lopez-Segura, F., et Lopez-Miranda, J. (2007). The influence of olive oil on human health: not a question of fat alone. *Molecular nutrition & food research*, 51(10), 1199-1208.

Peri, C. (2014). Extra-virgin olive oil storage and handling. *The Extra-Virgin Olive Oil Handbook*, 165.

Peter, K. (2006). Handbook of herbs and spices (Vol. 3): Woodhead publishing.

Petiwala, S. M., et Johnson, J. J. (2015). Diterpenes from rosemary (*Rosmarinus officinalis*): Defining their potential for anti-cancer activity. *Cancer letters*, 367(2), 93-102.

Phillips, K. M., Ruggio, D. M., Toivo, J. I., Swank, M. A., et Simpkins, A. H. (2002). Free and esterified sterol composition of edible oils and fats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(2), 123-142.

Popa, O., Băbeanu, N. E., Popa, I., Niță, S., et Dinu-Pârvu, C. E. (2015). Methods for obtaining and determination of squalene from natural sources. *BioMed Research International*, 2015.

Psomiadou, E., et Tsimidou, M. (2001). Pigments in Greek virgin olive oils: occurrence and levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(7), 640-647.

Psomiadou, E., Tsimidou, M., et Boskou, D. (2000). α -Tocopherol content of Greek virgin olive oils. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(5), 1770-1775.

R

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

Rached, M. B., Abdallah, M., et Guerfel, M. (2014). Compositional quality of Zalmati virgin olive oil: Effect of the aromatization process with rosemary essential oils (*Rosmarinus officinalis* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 9(44), 3276-3282.

Rašković, A., Milanović, I., Pavlović, N., Čebović, T., Vukmirović, S., et Mikov, M. (2014). Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC complementary and alternative medicine*, 14(1), 225.

Romani, A., Ieri, F., Urciuoli, S., Noce, A., Marrone, G., Nediani, C., et Bernini, R. (2019). Health Effects of Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Olive Oil, By-Products, and Leaf of *Olea europaea* L. *Nutrients*, 11(8), 1776.

S

Sacchi, R., Della Medaglia, D., Paduano, A., Caporaso, N., et Genovese, A. (2017). Characterisation of lemon-flavoured olive oils. *LWT-Food science and technology*, 79, 326-332.

Sadok, T., Rebiha, K., et Terki, D. (2018). Physicochemical and organoleptic characterization of virgin olive oils of some Algerian varieties. *AgroBiologia*, 8(1), 706-718.

Šarolić, M., Gugić, M., Marijanović, Z., & Šuste, M. (2014). Virgin olive oil and nutrition. *Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku*, 3(1), 38-43.

Sasikumar, B. (2012). *Rosemary Handbook of herbs and spices* (pp. 452-468): Elsevier.

Sena-Moreno, E., Alvarez-Ortí, M., Serrano-Díaz, J., Pardo, J. E., Carmona, M., et Alonso, G. L. (2018). Olive oil aromatization with saffron by liquid-liquid extraction. *Journal of food science and technology*, 55(3), 1093-1103.

Serrano, L., Cruz, A., Sousa, S., & Morais, Z. (2016). Alterations in monovarietal, blended and aromatized Portuguese virgin olive oils under four storage conditions for 12 months. *European Food Research and Technology*, 242(7), 1041-1055.

Servili, M., et Montedoro, G. (2002). Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9-10), 602-613.

Shendi, E. G., Ozay, D. S., Ozkaya, M. T., & Ustunel, N. F. (2020). Determination of chemical parameters and storage stability of extra virgin olive oil extracted by Mobile Olive Oil Processing Unit. *OCL*, 27, 6.

Singh, M., et Guleria, N. (2013). Influence of harvesting stage and inorganic and organic fertilizers on yield and oil composition of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) in a semi-arid tropical climate. *Industrial Crops and Products*, 42, 37-40

Soares, V. P., Fagundes, M. B., Guerra, D. R., Leães, Y. S. V., Speroni, C. S., Robalo, S. S., . . . Barin, J. S. (2020). Ultrasound assisted maceration for improving the aromatization of extra-virgin olive oil with rosemary and basil. *Food Research International*, 109305.

Sousa, A., Casal, S., Malheiro, R., Lamas, H., Bento, A., & Pereira, J. A. (2015). Aromatized olive oils: Influence of flavouring in quality, composition, stability, antioxidants, and antiradical potential. *LWT-Food science and technology*, 60(1), 22-28.

Špika, M. J., Kraljić, K., & Škevin, D. (2016). Tocopherols: Chemical structure, bioactivity, and variability in Croatian virgin olive oils *Products from Olive Tree: InTech*.

Stark, A. H., & Madar, Z. (2002). Olive oil as a functional food: epidemiology and nutritional approaches. *Nutrition reviews*, 60(6), 170-176.

Szumny, A., Figiel, A., Gutiérrez-Ortíz, A., & Carbonell-Barrachina, Á. A. (2010). Composition of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) as affected by drying method. *Journal of Food engineering*, 97(2), 253-260.

T

Talbot, G. (2015). Specialty oils and fats in food and nutrition: properties, processing and applications: Woodhead Publishing.

Taleb, S. A., Boutoial, K., Kzaiber, F., & Oussama, A. (2016). Effect of aromatization by aromatic plants on the physicochemical, sensorial and oxidative stability of moroccan virgin olive oil.

Talhaoui, N. (2016). Analytical, agronomic, and biological evaluation of phenolic compounds in olea europaea products and by-products.

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

Tekaya, I. B., & Hassouna, M. (2005). Étude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. Oléagineux, Corps gras, Lipides, 12(5-6), 447-454.

Tuck, K. L., & Hayball, P. J. (2002). Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. The Journal of nutritional biochemistry, 13(11), 636-644.

Turasan, H., Sahin, S., & Sumnu, G. (2015). Encapsulation of rosemary essential oil. LWT-Food science and technology, 64(1), 112-119.

U

USDA, G. (2015). World Markets and Trade. United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service.

V

Veillet, S. (2010). Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive: Entre Tradition et Innovation.

Veillet, S., Tomao, V., & Chemat, F. (2010). Ultrasound assisted maceration: An original procedure for direct aromatisation of olive oil with basil. Food Chemistry, 123(3), 905-911.

Velasco, J., & Dobarganes, C. (2002). Oxidative stability of virgin olive oil. European Journal of Lipid Science and Technology, 104(9-10), 661-676.

Vidal, A. M., Alcalá, S., De Torres, A., Moya, M., Espínola, J. M., & Espínola, F. (2019). Fresh and Aromatic Virgin Olive Oil Obtained from Arbequina, Koroneiki, and Arbosana Cultivars. Molecules, 24(19), 3587.

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 & Fischer.

Wollinger, A., Perrin, É., Chahboun, J., Jeannot, V., Touraud, D., & 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.

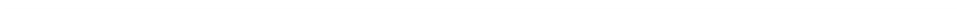
Y

Yara-Varón, E., Li, Y., Balcells, M., Canela-Garayoa, R., Fabiano-Tixier, A.-S., & Chemat, F. (2017). Vegetable oils as alternative solvents for green oleo-extraction, purification and formulation of food and natural products. *Molecules*, 22(9), 1474.

Yilmazer, M., Karagöz, S. G., Ozkan, G., & Karacabey, E. (2016). Aroma transition from rosemary leaves during aromatization of olive oil. *Journal of food and drug analysis*, 24(2), 299-304.

Z

Zoubeidi, C. (2004). Etude des antioxydants dans le *Rosmarinus Officinalis*. Labiatea. thèse magister ; université de ouargla.



Résumé :

L'objectif d'effectuer une aromatisation pour l'huile d'olive est d'améliorer la qualité nutritionnelle et sensorielle de cette huile et de minimiser toute sorte de détérioration qui peut l'affecter.

Cette présente étude est basée sur une collection des différents travaux réalisés dans ce contexte, dont le principe était l'incorporation à travers de différentes techniques modernes et anciennes des herbes et des épices sous formes entière ou extraite (romarin, origan, ail, basilic, citron, piment rouge...etc.) et d'étudier leur influence sur la qualité intrinsèques et extrinsèques de l'huile d'olive.

Au niveau de la composition de l'huile d'olive (acides gras, composés phénoliques, tocophérols, pigments et composés aromatiques), il semble que cette aromatisation participe à renforcer l'activité anti-oxydante de l'huile d'olive ce qui était observé au niveau des teneurs en tocophérols, en composés phénoliques et en pigments. Concernant les paramètres de qualité de l'huile d'olive aromatisée, les valeurs de ces derniers (acidité libre, indice de peroxyde et l'extinction dans l'UV) varient en fonction des conditions du stockage, la variété, et l'exposition à la lumière ou à l'obscurité. Au niveau de la qualité sensorielle, les tests de classification des huiles aromatisées ont été établis selon les préférences des participants et selon des critères organoleptiques dont la majorité des auteurs signalent que les huiles aromatisées stockées dans l'obscurité ont été les plus appréciées.

Mots clés : huile d'olive aromatisée, qualité, composition, plantes aromatiques.

Abstract:

The main purpose of aromatization of olive oils is the enhancement of the nutritional and sensorial qualities of this oil and to minimize any kind of deterioration which could affect of these qualities.

The present study was focused on a collection of different works carried out in this context, which the concept was the incorporation through different ancient and modern techniques, herbs and spices in different forms, using whole plant material or their extracts (rosemary, oregano, basil, lemon, hot pepper ... in order to examine their effect on olive oil intrinsic and extrinsic quality.

In terms of olive oil composition (fatty acids, phenolic compounds, tocopherols, pigments and aromatic compounds), it seems that aromatization led to help olive oil to have more strengthened antioxidant activity, that was noticed after analyzing the composition in tocopherols, phenolic compounds and pigments. Quality parameters (free acidity, peroxide value, specific extinction in UV) were analyzed and the values were ranged according to storage condition, cultivar and exposition to light or darkness. In terms of sensory requirements, ranking tests were established according to participant's preferences and organoleptic requirements, authors reported that flavored olive oils stored in the dark are the most appreciated.

Key words: aromatized olive oil, quality, composition, aromatic plants.