

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Sciences Alimentaires
Option : Industrie des Corps Gras



Réf :.....

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

MASTER

Thème

***Evaluation de la qualité d'une huile
d'olive vierge additionnée de plantes
aromatiques après stockage***

Présenté par :

M^{me} : HABBACHE Leila née AZIRI & OUAMRI Amira

Soutenu le : **16 Juin 2016**

Devant le jury composé de :

Mme: ABDELFETTAH L.

MAA

Présidente

Mme : LEHOUCHE R.

MCB

Promotrice

Mme : BRAHMI N.

MAA

Examinatrice

Année universitaire : 2015 / 2016





Introduction



Chapitre I :
L'huile d'olive



Chapitre II :
Le romarin et le
thym



*Chapitre I :
matériels et
méthodes*



Annexes



*Les références
bibliographiques*



Conclusion

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu, le tout puissant de nous avoir accordé santé, courage et foie.

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

A Mme ABDELFETTAH L. pour l'honneur qu'elle nous fait de présider notre jury et à Mme BRAHMI N. d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous adressons nos remerciements au Professeur TAMENDJARI A. pour son aide et ses conseils. Nous remercions également les techniciens et les ingénieurs des laboratoires PCA et BA du département SA : Mme IMADALOU N. Mme SAADI-AHMED L. et Mme OUAR N.

A mes très chers parents

Aucune dédicace aussi parfaite et douce soit-elle.

*Ne saurait exprimer tout ma reconnaissance et tout l'amour que je vous porte
Ce travail représente le fruit de votre soutien, vos sacrifices, et vos encouragements.*

Que dieu vous protège et vous accorde une longue vie pleine de bonheur !

A mon mari : Rachid

et mon fils : Abed rahmanne.

Que j'aime profondément

Que dieu les protège.

A mes très chers frères :

Farouk, Fouad, Samir, Hafid, Yacine.

A ma sœur et sa famille:

Nabila et son mari Rachid et ses enfants Mareim, Anisse

A toute ma très grande famille.

A ma belle-mère, mes belles sœurs et mes beaux-frères.

A tous ceux qui m'ont été soutien moral ou matériel.

Liela

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à

** A la mémoire de ma grand mère que j'aime beaucoup, que Dieu le tout puissant l'accueille dans son vaste paradis et lui accorde sa miséricorde.*

** Mes très chères parents pour leur soutien, leur amour et leur encouragement*

** Ma chère sœur KAOUTHER,*

Mes chers frères RAFIK et REDHA ainsi que leurs femmes NASSIMA et ASMA

** Mon fiancé AZZEDDINE qui n'a jamais cessé de croire en moi.*

** Mes neveux ROUDAYNA et MAHER,*

** Mes oncles et tantes sans exception.*

** Mes copines de chambre et tous mes amis (es).*

AMIRA

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

Synthèse bibliographique

Chapitre I : L'huile d'olive

I.1 Définition de l'huile d'olive	2
I.2 Les différents types d'huile d'olive.....	2
I.2.1 Les huiles d'olive vierges.....	2
I.2.1.1 Les huiles d'olive vierges propres à la consommation.....	2
I.2.1.2 L'huile d'olive vierge non propre à la consommation dénommée l'huile d'olive vierge lampante.....	2
I.2.2 L'huile d'olive raffinée.....	3
I.2.3 L'huile de grignons d'olive.....	3
I.3 La composition de l'huile d'olive.....	3
I.3.1 La fraction saponifiable.....	3
I.3.2 La fraction insaponifiable	5
I.4 Les bienfaits de l'huile d'olive.....	9

Chapitre II : le romarin et le thym

II.1 Le romarin (<i>Rosmarinus officinalis L.</i>).....	11
II.1.2. La description botanique.....	11
II.1.3. La classification botanique.....	12
II.1.4. La composition chimique.....	13
II.1.5. Le domaine d'utilisation du romarin.....	14
II.2. Le thym (<i>Thymus sp.</i>).....	15
II.2.1. La description botanique.....	15
II.2.3. La classification botanique	16
II.2.4. La composition chimique.....	16
II.2.5. Le domaine d'utilisation.....	17

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1 Matériel végétal.....	18
I.1.1 L'huile d'olive	18
I.1.2 Les plantes aromatiques	18
I.2 Les préparation du mélange huile/plante aromatique.....	19
I.3 Les analyses effectuées sur les huiles.....	19
I.3.1 L'acidité.....	19
I.3.2 L'indice de peroxyde.....	20
I.3.3 L'absorbance spécifique dans l'ultraviolet.....	21
I.3.4 Le dosage des chlorophylles et caroténoïdes.....	21
I.3.5 L'extraction et le dosage des polyphénols totaux.....	22
I.3.6 Le dosage des <i>ortho</i> -diphénols.....	23
I.3.7 La teneur en eau d'huile d'olive.....	23
I.4 L'étude statistique.....	24

Chapitre II : Résultats et discussions

II.1 L'huile d'olive aromatisée au romarin.....	25
II.1.1 Les indices de qualité et l'humidité.....	25
II.1.2 Les teneurs en pigments.....	27
II.1.3 Les teneurs en composés phénoliques.....	30
II.2 L'huile d'olive aromatisée au thym	32
II.2.1 Les indices de qualité et l'humidité.....	32
II.2.2 Les teneurs en pigments	34
II.2.3 Les teneurs en composés phénoliques.....	35
Conclusion.....	38

Références bibliographiques

Annexes

Tableau I : Les principaux acides gras présents dans l'huile d'olive.....	4
Tableau II : Les principaux triglycérides de l'huile d'olive.....	5
Tableau II : Concentration en (mg/kg) de certains composés phénoliques de l'huile d'olive	6
Tableau IV : Structure des tocophérols.....	6
Tableau V : Composition de l'huile d'olive en stérols.....	7
Tableau VI : Rôles physiologiques et biologiques de certains composés chimiques de l'huile d'olive.....	10
Tableau VII : Classification botanique du romarin.....	12
Tableau VIII : Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Rosmarinus Officinalis L.</i>	13
Tableau IX : Classification botanique de thym.....	16
Tableau X : Méthodologie de stockage des échantillons.....	18
Tableau XI : Dénomination des différents échantillons.....	19
Tableau XII : Les valeurs des indices de qualité et l'humidité des différents échantillons de des huiles d'olive témoins et aromatisées au romarin.....	25
Tableau XIII : les valeurs des indices de qualité et l'humidité des différents échantillons des huiles d'olive témoins et aromatisée au thym	32

Figure 01: Structure chimique des composés volatiles majoritaires trouvés dans l'huile d'olive vierge.....	9
Figure 02 : Photographie des feuilles et fleurs de <i>Rosmarinus officinalis L.</i>	12
Figure 03 : Photographie des feuilles de <i>Thymus sp.</i>	16
Figure 04 : Teneur en chlorophylles des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au romarin.....	28
Figure 05 : Teneur en caroténoïdes des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au romarin.....	29
Figure 06 : Teneur en polyphénols totaux des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au romarin.....	30
Figure 07 : Teneur en <i>ortho</i> -diphénols des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au romarin.....	31
Figure 08 : Teneur en chlorophylles des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym.....	34
Figure 09 : Teneur en caroténoïdes des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym.....	35
Figure 10 : Teneur en polyphénols des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym.....	36
Figure 11 : Teneur en <i>ortho</i> -diphénols des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym.....	37

Abs : Absorbance.

C E E: Communauté Economique Européenne.

C.O.I.: Conseil Oleicol International.

EPA: Acide Eïcosapentaenoïque.

E₀: Extinction spécifique.

HAR: Huile aromatisée au romarin.

HAT: Huile aromatisée au thym.

HDL: Lipoprotéines à haute densité (**H**eigh**D**ensity **L**ipoproteins).

HT : Huile témoin.

K₂₃₂ : Absorbance à 232 nm.

K₂₇₀ : Absorbance à 270nm.

LDL: Lipoprotéines à basse densité (**L**ow **D**ensity **L**ipoproteins).

IP : Indice de peroxyde.

Meq : Milliéquivalent.

ppm: partie par million.

UV : Ultraviolet.

Alzheimer : maladie neurodégénérative du tissu cérébral qui entraîne la perte progressive et irréversible des fonctions mentales.

Analgésique : qui rend insensible à la douleur.

Antitussive : médicament destiné à lutter contre la toux, à en limiter les effets.

Cardiovasculaire : relatif au cœur et aux vaisseaux sanguins.

Carminative : des médicaments qui ont la propriété d'expulser les gaz intestinaux.

Cholagogue : des substances qui facilitent l'évacuation de la bile.

Diurétique : qui augmente la sécrétion de l'urine.

Dysménorrhée : menstruation douloureuse.

Dyspepsie : difficulté à digérer.

Emménagogue : des substances qui favorisent l'écoulement des menstrues.

Fébrifuge : qui fait baisser la fièvre.

Parkinson : maladie neurologique chronique affectant le système nerveux central.

Post-partum : période qui succède à l'accouchement.

Saupoudrée : couvrir une couche de matière pulvérulente.

Stomachique : qui est bon pour l'estomac.

Introduction

L'huile d'olive est le produit méditerranéen par excellence. On la retrouve à travers l'histoire, depuis la civilisation grecque jusqu'à nos jours. C'est une huile de table directement issue d'un fruit sans recourir à des étapes de raffinage. L'huile d'olive est la principale source de matières grasses du régime méditerranéen qui sont bien connus pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. Si l'huile d'olive est un produit intéressant, d'un point de vue nutritionnel c'est tout d'abord pour sa composition en acide gras essentiels (**Vielle, 2010**).

Malgré ses atouts naturels et son arôme particulier, les producteurs de l'huile d'olive ont cherché à diversifier leur gamme de produits à travers l'aromatisation des huiles par des plantes aromatiques (**Vielle, 2010**). Ces produits aromatisés augmenteraient l'utilisation de l'huile d'olive par les consommateurs non traditionnels d'une part et d'autre part, une valeur est ajoutée à ce produit agricole (**Nouhad et Tsimidou, 1998**).

Tout comme l'huile d'olive, les plantes aromatiques possèdent des propriétés naturelles non négligeables. C'est le cas du romarin et du thym qui sont des plantes aromatiques et médicinales très répandue en Algérie. Ces plantes largement étudiées sont très reconnues par leurs richesses en huiles essentielles qui leurs confèrent un pouvoir aromatique. Elles sont également très utilisées comme un remède efficace contre de nombreuses pathologies.

La production d'huile d'olive a une importance primordiale pour l'économie rurale, pour le patrimoine local et pour l'environnement de la plupart des pays méditerranéens. (EL De Lacroix, 2003), dont ils représentent près de 99,5% de la production mondiale de l'huile d'olive.

Parmi plusieurs travaux déjà effectués sur l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive, notre étude constitue un travail préliminaire dans la caractérisation des huiles d'olive aromatisées qui sont préparées avec l'addition du romarin et du thym. Donc, l'objectif de notre travail consiste à :

- Produire des huiles d'olive aromatisées par l'ajout du romarin et du thym.
- Evaluer la qualité de ces huiles après stockage.

Notre travail comporte deux parties : une étude bibliographique relative à l'huile d'olive et aux plantes étudiées (thym et romarin) et une partie pratique qui traite les différentes analyses effectuées et les résultats obtenus.

Chapitre I : L'huile d'olive

I.1 Définition de l'huile d'olive

L'huile d'olive est une huile provenant uniquement de fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*) à l'exclusion des huiles obtenues par solvant ou par des procédés de réesterification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (C.O.I., 2015).

I.2 Les différents types d'huile d'olive

Les huiles d'olives font l'objet de classement et de dénomination (Annexe 01) en fonction de leur acidité, indice de peroxyde ainsi que d'autres critères chimiques et aussi de leurs qualités organoleptiques (Perrin, 1992).

I.2.1 Les huiles d'olives vierges

Ce sont des huiles obtenues du fruit de l'olivier uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration (C.O.I., 2015).

L'huile d'olive vierge renferme les catégories suivantes :

I.2.1.1 Les huiles d'olives vierges propres à la consommation : on retrouve dans cette catégorie :

- **L'huile d'olive vierge extra :** c'est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,8 gramme pour 100 grammes (C.O.I., 2015).
- **L'huile d'olive vierge :** c'est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2 grammes pour 100 grammes (C.O.I., 2015).
- **L'huile d'olive vierge courante :** c'est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 grammes pour 100 grammes (C.O.I., 2015).

I.2.1.2 L'huile d'olive vierge non propre à la consommation dénommée

l'huile d'olive vierge lampante : C'est une huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 grammes pour 100 grammes. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques (C.O.I., 2015).

I.2.2 L'huile d'olive raffinée

C'est une huile d'olive obtenue des huiles d'olive vierge par des techniques de raffinage qui n'entraînent pas de modifications de la structure glycéridique initiale. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,3 gramme pour 100 gramme (C.O.I., 2015).

I.2.3 L'huile de grignons d'olive

C'est une huile d'olive obtenue par traitement aux solvants ou d'autres procédés physiques des grignons d'olive, à l'exclusion des huiles obtenues par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature. Elle est commercialisée selon les dénominations et définitions ci-après (C.O.I., 2015) :

- **L'huile de grignons d'olive brute** : C'est une huile de grignons d'olive. Elle est destinée au raffinage en vue de son utilisation pour la consommation humaine ou destinée à des usages techniques.
- **L'huile de grignons d'olive raffinée** : C'est une huile obtenue à partir d'huile de grignons d'olive brute par des techniques de raffinage n'entraînant pas de modifications de la structure glycéridique initiale. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,3 gramme pour 100 gramme.
- **L'huile de grignons d'olive** : C'est une huile constituée par le coupage d'huile de grignons d'olive raffinée et l'huile d'olive vierge propre à la consommation en l'état. Son acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 1 gramme pour 100 gramme.

I.3 La composition de l'huile de l'olive

L'huile d'olive est constituée d'une part lipidique prédominante comprenant une fraction triglycérique, les acides gras libres et une fraction non glycérique hydrophobe (ou apolaire). Les composants de l'huile d'olive sont souvent classés en deux catégories : la fraction saponifiable et la fraction insaponifiable (Berra, 1998).

I.3.1 La fraction saponifiable

La fraction saponifiable est constituée des acides gras et de leurs dérivés (acylglycérols, phosphatides) (Ryan *et al.*, 1998). Elle représente 99% de l'huile (Jacotot *et al.*, 1989).

I.3.1.1 Les acides gras

L'huile d'olive à un profil d'acides gras caractéristique dominé par l'acide gras monoinsaturé, l'acide oléique (C₁₈ : 1), celui-ci représente 65% à 80% des acides gras de l'huile d'olive, l'acide linoléique (C₁₈ : 2), l'acide palmitique (C₁₆ : 0) et l'acide stéarique (C₁₈ : 0) (Kritsakis, 1990 ; Ryan *et al.*, 1998). La variabilité en acides gras (tableau I) est relativement importante, mais en moyenne, l'huile d'olive vierge se compose de 14% d'acides gras saturés (AGS), 72% d'acides gras monoinsaturés (AGMI) et 14% d'acides gras polyinsaturés (AGPI) (Harwood, 2000).

Les acides gras sont également utilisés comme moyen permettant de s'assurer de l'authenticité de l'huile d'olive et de détecter les fraudes dans les huiles commercialisées (Faurati *et al.*, 2003).

Tableau I : Les principaux acides gras présents dans l'huile d'olive (Roehilly, 2000).

Acide gras	Longueur de la chaîne et nombre d'insaturation	Teneur en %
Acide oléique	C ₁₈ :1	55-83
Acide linoléique	C ₁₈ :2	3,5-21
Acide palmitique	C ₁₆ :0	7,5-20
Acide stéarique	C ₁₈ :0	0,5-5
Acide palmitoléique	C ₁₆ :1	0,3-3,5
Acide linoléinique	C ₁₈ :3	≤0,9
Acide arachidique	C ₂₀ :0	≤0,6
Acide gadoléique	C ₂₀ :1	≤0,4
Acide heptadécanoïque	C ₁₇ :0	≤0,3
Acide heptadécénoïque	C ₁₇ :1	≤0,3
Acide béhénique	C ₂₂ :0	≤0,2
Acide lignocérique	C ₂₄ :0	≤0,2
Acide myristique	C ₁₄ :0	≤0,05

I.3.1.2 Les triglycérides

Ils constituent environ 98% de l'huile d'olive et sont principalement monoinsaturés. Les huiles d'olives sont constituées d'une vingtaine de triglycérides dont cinq sont majoritaires (**Garcia-Gonzalez et al., 2008**).

Les cinq triglycérides ont été identifiés et représentés dans le tableau ci-après :

Tableau II : Les principaux triglycérides de l'huile d'olive (**Ryan et al., 1998**).

Nature	Glycérides (%)
OOO	40-60
POO	10-20
OOL	10-20
POL	5-7
SOO	3-5

O : Acide oléique
L : Acide linoléique
P : Acide palmitique
S : Acide stéarique

I.3.2 La fraction insaponifiable

La fraction non triglycéridique est souvent accompagnée du terme «composants mineurs» : hydrocarbures, squalène, béta-carotène, tocophérols et substances dérivées, esters, aldéhydes, cétones, alcools aliphatiques, alcools terpéniques et stérols (**Berra, 1998**).

I.3.2.1 Les composés phénoliques

L'huile d'olive vierge est quasiment la seule huile contenant des quantités notables de substances phénoliques naturelles (**Fourati et al., 2003**). La teneur en ces composés varie de 150 à 700ppm et dépend de plusieurs facteurs : cultivar (variété), degré de maturation (**Dugo et al., 2004**), le climat et de la possibilité d'infestation par la mouche de l'olive (**Visioli et Galli, 2002**).

Les polyphénols confèrent une grande stabilité oxydative à l'huile durant le stockage (**Bendini et al., 2007**). La richesse d'une huile en ces composés est considérée comme étant un critère de qualité très recherché (**Fourati et al., 2003**). Les principaux composés phénoliques sont représentés dans le tableau ci-après :

Tableau III : Concentration en (mg/kg) de certains composés phénoliques de l'huile d'olive
(Baldioli *et al.*, 1996).

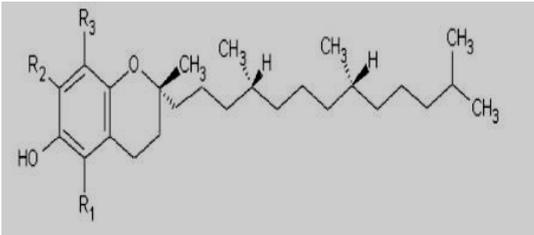
Composés phénoliques	Teneur en mg/kg
Hydroxytyrosol (3,4-hyty)	0,0-25,4
Tyrosol (Ty)	0,1-123,1
Acide caféique	0,0-0,1
Acide vanillique	0,0-0,8
Acide syringique	0,0-2,3
Acide coumarique	0,0-0,6

I.3.2.2 Les tocophérols

Les tocophérols communs de l'huile d'olive sont : α , β , γ et δ tocophérols (Beltrán *et al.*, 2005). Ce sont des composés importants de l'huile d'olive vierge en raison de leurs contribution à la stabilité oxydative et aux qualités nutritionnelles de l'huile (Eleni *et al.*, 1998 ; Ryan *et al.*, 1998).

La vitamine E est le terme générique utilisé pour désigner les différents tocophérols qui se distinguent entre eux par le nombre et la position des groupements méthyles fixés sur le noyau aromatique (Le Grusse, 2003). Le tableau ci-après résume la structure des tocophérols.

Tableau IV : Structure des tocophérols (Wendy, 1996).

Formule brute	R1	R2	R3	Structure
α : C ₂₉ H ₅₀ O ₂	CH ₃	CH ₃	CH ₃	
β : C ₂₈ H ₄₈ O ₂	CH ₃	H	CH ₃	
γ : C ₂₈ H ₄₈ O ₂	H	CH ₃	CH ₃	
δ : C ₂₇ H ₄₆ O ₂	H	H	CH ₃	

La teneur totale en tocophérols dans les huiles d'olives est très variable puisqu'elle a été reportée dans une gamme allant de quelques mg à 450 mg/kg d'huile (**Gutierrez et al., 1999; Boskou, 2006**). L'alpha-tocophérol représente à lui seul 90% de la totalité des tocophérols mais on trouve également le bêta et le gamma tocophérol, alors que le delta tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces (**Psomiadou et al., 2000**).

I.3.2.3 Les stérols

Les stérols sont un constituant essentiel des membranes cellulaires, ils se trouvent aussi bien chez les animaux que chez les végétaux. Tous les stérols ont en commun le même noyau (noyau stérol) et ils diffèrent par leur chaîne latérale. Selon les travaux réalisés dans ce domaine, la quantité totale de stérols dans l'huile d'olive vierge extra varie de 113 à 265 mg /100g (**Velasco, 2002**).

Les principaux stérols de l'huile d'olive sont présentés dans le tableau ci-après :

Tableau V : Composition de l'huile d'olive en stérols (**Ryan et al., 1998**).

Stérols	% des stérols totaux
β -sitostérol	70-90
Δ -5 avenastérol	5-20
Campestérol	1-5
Stigmastérol	0,5-2
Cholestérol	< 0,5

I.3.2.4 Les pigments

La couleur allant du vert-jaunâtre à l'or de l'huile d'olive est due essentiellement aux chlorophylles et caroténoïdes présents dans le fruit (**Psomiadou et Tsimidou, 2002**). La composition et la teneur totale des pigments naturellement présents dans l'huile sont des paramètres importants puisqu'ils sont corrélés à la couleur qui est un attribut de base pour évaluer la qualité d'huile d'olive (**Boskou, 1996**). La fraction des chlorophylles (1 à 10 ppm) responsable de la couleur verte de l'huile englobe la chlorophylle a et b et les phéophytines (**Ryan, 1998**).

La chlorophylle est une chlorine (quatre noyaux pyrroles en cercle), chélatant un atome de magnésium au centre ainsi qu'un alcool à longue chaîne, le phytol. C'est la présence dans sa structure de nombreuses doubles liaisons conjuguées qui permet une

absorption du rayonnement lumineux. Les chaînes latérales de chlorine sont variables et ceci entraîne une modification du spectre d'absorption entre les différentes familles de chlorophylles (**Rowan, 1989**).

Le β -carotène et la lutéine sont les caroténoïdes les plus importants dans l'huile d'olive à raison de 1,0 à 2,7 ppm et 0,9 à 2,3 ppm respectivement (**Psomiadou et Tsimidou, 2002**). Les chlorophylles et les caroténoïdes sont des composés considérés également importants pour la conservation de la qualité des huiles comestibles, vu qu'ils sont impliqués dans les mécanismes de l'auto-oxydation et de la photo-oxydation (**Oueslati et al., 2009**).

I.3.2.5 Le squalène

C'est le constituant principal de la matière insaponifiable. Il constitue plus de 90% de la fraction d'hydrocarbure (**Perrin, 1992 ; Lanzon et al., 1994**). Il s'étend de 200 à 7500 mg/kg d'huile (**Perrin, 1992**). Encore, des niveaux plus élevés jusqu'à 12.000 mg/kg ont été également rapportés (**Lanzon et al., 1994**). La quantité de ce composé est nettement réduite pendant le processus du raffinage (**Boskou et al., 2006**).

I.3.2.6 Les substances aromatiques

Si l'huile d'olive est intéressante d'un point de vue nutritionnel, elle est surtout appréciée pour son goût et ses arômes particuliers. Les composés aromatiques sont des molécules de faible poids moléculaire (inférieur à 300 Da) possédant une volatilité à température ambiante. L'odeur de l'huile est due à la capacité de certaines de ces molécules volatiles à atteindre les récepteurs olfactifs du nez (**Angerosa, 2002**). Ces composés sont majoritairement des produits d'oxydation des acides gras. D'une manière générale, les enzymes endogènes présentes dans l'olive vont dégrader les acides gras par des voies de lipoxygénases et ces produits de dégradation sont associés aux perceptions positives des arômes de l'huile d'olive (**Venkateshwarlu, 2004**).

Plus de 120 composés volatils contribuent aux propriétés sensorielles positives ou négatives de l'huile d'olive ont été identifiées (**Aparicio et al., 2006**). Plus de 70 molécules sont réparties en aldéhydes, alcools, esters, hydrocarbures et cétones. La majorité des composés a 5 ou 6 atomes de carbone et parmi eux on trouve l'hexanal, le trans-2-hexenal, l'hexan-1-ol et le 3-méthylbutan-1-ol (figure 01) (**Kiritsakis, 1998 ; Angerosa, 2002**).

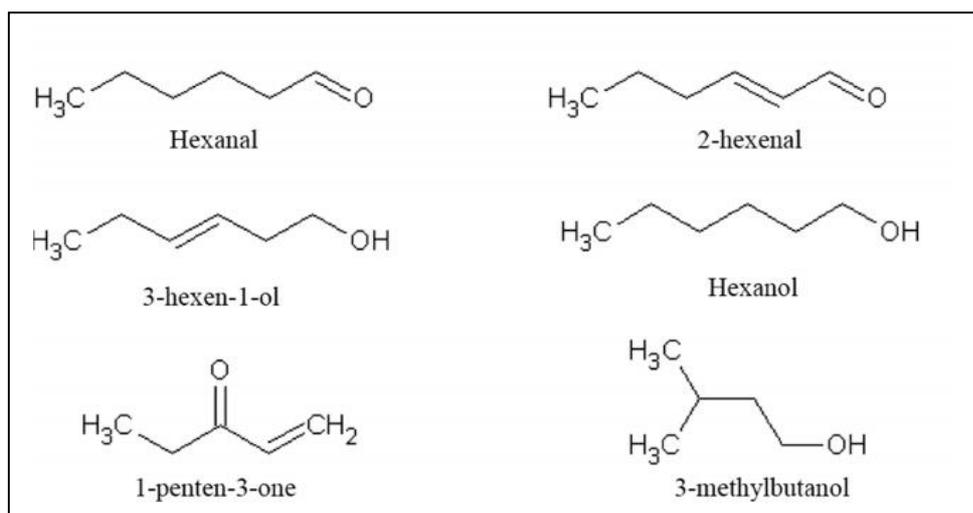


Figure 01: Structure chimique des composés volatiles majoritaires trouvés dans l'huile d'olive vierge (Griffin, 1986).

I.3.2.7 Autres composés

L'huile d'olive contient de nombreux autres composants tels que : les alcools terpéniques comme le cycloarténol qui favorise l'excrétion fécale du cholestérol. On distingue aussi les phospholipides (phosphatidylcholine et phosphatidyléthanolamine).

I.4 Les bienfaits de l'huile d'olive

L'huile d'olive est un produit ancestral largement reconnu pour ses effets bénéfiques sur la santé humaine. Sa consommation a été associée à une faible incidence de maladies cardiovasculaires, neurologiques et cancéreuses. Ces bienfaits ont été attribués aux éléments nutritifs et fonctionnels que l'on retrouve dans l'huile tels que l'acide linoléique, les vitamines et les antioxydants naturels (Matos *et al.*, 2007). Le tableau VI résume les rôles physiologiques et biologiques de certains composés chimiques de l'huile d'olive.

Tableau VI : Rôles physiologiques et biologiques de certains composés chimiques de l'huile d'olive.

Composé	Rôle	Référence
Acide oléique	<ul style="list-style-type: none"> - Réduit particulièrement le taux du cholestérol total et le LDL responsable de la formation de l'athérosclérose et augmente le HDL. - Normalise les paramètres membranaires détériorés en cas d'hypertension, en améliorant la fluidité membranaire et l'expression de protéines impliquées dans la régulation de la pression artérielle 	<p>Perez-Jimenez <i>et al.</i> (2007).</p> <p>Perona <i>et al.</i> (2010).</p>
Acides gras essentiels	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuent significativement le risque de cancer colorectal chez la femme. - Ralentit la prévalence de dépressions nerveuses et la maladie de Parkinson. 	<p>Nkondjock <i>et al.</i> (2003).</p> <p>Mercury (2007).</p>
Acide éicosapentaénoïque	<ul style="list-style-type: none"> - Améliore la mémoire et donc réduit le risque de maladie d'Alzheimer. 	<p>Taepavarapruk (2010)</p>
Chlorophylles	<ul style="list-style-type: none"> - Accélèrent les processus de cicatrisation. 	<p>Ryan (1998).</p>
Polyphénols	<ul style="list-style-type: none"> - Exercent une activité bactéricide et fongicide. - Réduisent le risque coronarien et normalise la pression sanguine et prévoient l'athérosclérose en agissant comme piègeur de radicaux libres et préservent les LDL de l'oxydation in vitro et leur adhérence aux parois artérielles. 	<p>Yangui <i>et al.</i> (2009).</p> <p>Al-Rewashdeh (2010).</p>
Composés aromatiques	<ul style="list-style-type: none"> - Dotés d'une activité antimicrobienne. 	<p>Jacotot (1993).</p>
Tocophérols	<ul style="list-style-type: none"> - Manifestent une activité vitaminique. - Exercent des effets bénéfiques à l'égard des maladies cardiovasculaires et contre le cancer du poumon, du col de l'utérus et de la prostate. 	<p>Shklar et Oh (2000).</p>

Chapitre II : Le romarin et le thym

Le thym et le romarin sont parmi les plantes aromatiques qui donnent à la cuisine provençale ses saveurs si typiques. Originaire de l'Inde, ces mélanges de feuilles séchées vendus sous la dénomination générique «Herbes de Provence». Elles sont riches en huiles essentielles qui leur confèrent un pouvoir aromatique et olfactif. Elles exhalent leur parfum lorsqu'on frotte entre ses doigts leurs feuilles et leurs fleurs (**Anonyme 2012**).

Ces plantes peuvent être également utilisées en herboristerie pour leurs propriétés médicinales. Le thym entre, par exemple, dans la composition de produits médicinaux destinés à favoriser la digestion ou sont recommandés pour leurs propriétés antiseptiques. Quant au romarin, il est notamment utilisé pour ses vertus stimulantes. Ces plantes peuvent employer sous forme de tisanes, d'huiles essentielles pures ou dans la composition de certains médicaments (**Anonyme 2012**).

La cueillette, la culture et la transformation de plantes aromatiques sont des activités traditionnelles en Provence, riches d'un savoir-faire et d'un potentiel de production loin d'être entièrement exploité (**Anonyme 2012**).

II.1 Le romarin (*Rosmarinus officinalis L.*).

Le nom latin *rosmarinus* est habituellement interprété comme dérivé « ros » de la rosée et « marinus » d'appartenir à la mer, bien qu'elle se développe habituellement loin de la mer. Mais probablement le nom original est dérivé du grec « rhops » arbuste et « myron » baume (**Heinrich et al., 2006**).

Les différents noms attribués au romarin sont :

Nom français : Herbe aux couronnes, rosemarine, encensier (**Teusher et al., 2005**).

Non anglais : Rosemary (**Peter, 2004**).

Nom arabe : Aklil (**Baba Aissa, 1991**).

Nom berbère : Amezir (**Baba Aissa, 1991**).

II.1.2 La description botanique

Le romarin, *Rosmarinus officinalis L.*, plante commune à l'état sauvage, est l'une des plus populaires en Algérie. Elle appartient à la famille des labiées, se présente sous forme d'arbuste, sous arbrisseau ou herbacée (**Atik-Bekkara et al., 2007**), mesurant environ de 0,8 à 2 m de hauteur (**Gonzalez-Trujano et al., 2007**).

Il a des feuilles sessiles, étroitement lancéolées enroulées sur les bords et coriaces blanchâtres en dessous. Ses fleurs d'un bleu pâle, le plus souvent maculées intérieurement

de violet, sont disposées en courtes grappe denses à deux lèvres distinctes et deux étamines (**Med-Checlist, 1986**).

Le romarin se trouve dans toutes les contrées mondiales de l'Europe, plus particulièrement sur le pourtour méditerranéen, de préférence dans les lieux secs et arides, exposés au soleil, à l'état sauvage il se trouve sur des sols calcaires (**Wichtl et Anton, 2003**).

Les feuilles et les fleurs de, *Rosmarinus officinalis L* sont présentés sur la figure 02.



Figure 02 : Photographie des feuilles et fleurs de *Rosmarinus officinalis L*. (Anonyme 2006)

II.1.3 La classification botanique

Selon **Gaussen et al. (1982)**, la classification de la plante est décrite dans le tableau VII.

Tableau VII : Classification botanique du romarin (**Gaussen et al., 1982**).

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Astéridées
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées, labiées
Genre	Rosmarinus
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis L.</i>

II.1.4 La composition chimique

II.1.4.1 Les huiles essentielles

Les huiles essentielles sont obtenues à partir de différentes parties de plantes (**Derwich *et al.*, 2011**). Leur composition peut varier selon la phase de développement et l'origine des feuilles (**Wichth et Anton, 2003**). La composition de l'huile essentielle du romarin est illustrée dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis L.* (**Wichth et Anton, 2003**).

Composé	Pourcentage (%)	Composé	Pourcentage (%)
1,8- cinéol	15-30	Camphène	05-10
Camphre	15-25	α -terpinéol	12-24
α -pinène	Jusqu'au 25	β -pinène	–
Bornéol libre	10-15	β -caryophyllène	–
Bornéol estérifié	05-10	Myrcène	–
limonène	05-10		

II.2.4.2 Les composés phénoliques

Les principaux composés phénoliques identifiés dans le romarin sont :

➤ **Acides phénoliques** : principalement l'acide rosmarinique (**Moreno *et al.*, 2006**). Il contient également l'acide caféique, l'acide isorinique, l'acide férulique et l'acide chlorogénique (**Peng *et al.*, 2005**).

➤ **Diterpènes phénoliques** : principalement le carnosate de méthyl, l'acide carnosique, le carnosol, le rosmanol, le rosmadial, l'isorosmanol, l'épirosmanol et le rosmaridiphnol (**Herrero *et al.*, 2005**).

➤ **Triterpènes phénoliques** : comme l'acide 19- α -hydroxyusolique, l'acide 2- β -hydroxyoléanolique et l'acide ursolique (**Herrero *et al.*, 2005**).

➤ **Flavonoïdes** : comme le scutellareine, le genkwanine, le cirsimarine, l'apigénine, la lutéoline, l'héspéridine, le cirsimaritrine, le diosmine, la lutéoline-3-glucuronide,

l'homoplantiginine, 6-hydroxylutéoline 7-glucoside, 4-tetrahydroxyflavone, methoxytecto-chry-sine et l'eupafoline (Petersen et Simmonds, 2003).

II.2.4.3 Les acides organiques et les acides gras hydroxylés

Des acides organiques ont été mis en évidence dans les feuilles de *Rosmarinus officinalis* L., tels que l'acide glycolique, l'acide citrique et l'acide glycérique (Huang et al., 2005).

Des acides gras hydroxylés ont été identifiés aussi dans la membrane cuticulaire du romarin. On cite l'acide 10,16-dihydroxy décanoïque, l'acide 9,10,18-trihydroxyoctadécanoïque et l'acide trihydroxyhexadécanoïque (Hui-Hui et al., 2001 ; Amin et Hamza, 2005).

II.2.4.4 Les éléments minéraux

Dix huit éléments minéraux ont été identifiés par la spectrométrie d'émission atomique, les plus abondants sont : Al : 146,48 mg/kg ; Ca : 7791,80 mg/kg ; Fe : 330,16 mg/kg ; K : 14916,23 mg/kg ; Mg : 1634,55 mg/kg ; Na : 2711,87 mg/kg ; P : 1474,60 mg/kg ; Cr : 97,36 mg/kg ; Sr : 74 ,65 mg/kg (Arslan et al., 2007).

II.1.5 Le domaine d'utilisation du romarin

Le romarin est souvent cultivé pour son huile aromatique et considérée utile pour contrôler l'érosion du sol. Dans la médecine traditionnelle, ses parties aériennes sont utilisées par voie orale pour soulager la colique rénale, les dysménorrhées et comme antispasmodique (Gonzalez-Trujano et al., 2007).

Dans le Mexique et le Guatemala, il est employé principalement comme remède de post-partum et traite également les problèmes respiratoires et les infections de la peau.

En Espagne, l'huile du romarin est très populaire pour beaucoup de genres de douleur, y compris les douleurs musculaires rhumatismales et traumatiques (Heinrich et al., 2006).

Au Maroc, l'infusion des feuilles est utilisée comme apéritif, cholagogue, stomachique et emménagogue. En usage externe, les cataplasmes faits avec les compresses de la décoction concentrée sont appliqués comme vulnéraires. La poudre des feuilles est saupoudrée comme cicatrisant et antiseptique. La fumigation du romarin est indiquée pour calmer les maux de dents. Depuis quelques décennies, l'huile essentielle du romarin est utilisée en massage sédatif dans les rhumatismes et la sciatique. Les feuilles séchées servent à conserver la laine de l'attaque des mites (Bellakhdar, 1997).

En Turquie, la décoction de feuilles du romarin a été traditionnellement employée pour traiter les diabétiques (Bakirel et al., 2008).

L'infusion des feuilles est tonique, antitussive, carminative, antiasthmatique, fébrifuge, et anti-paralytique (**Arnold *et al.*, 1997**). On le recommande dans les asthénies, les troubles du foie, contre les dyspepsies atoniques ainsi que contre les céphalées et les migraines d'origine nerveuse, les vertiges et les troubles de mémoire (**Poletti, 1988**).

Il a été également employé en tant qu'analgésique, antiépileptique, diurétique (**Soyal *et al.*, 2007**), ainsi que pour traiter l'ictère et sa fumée a été employée contre la peste (**Heinrich *et al.*, 2006**).

En plus des effets pharmacologiques, le romarin est employé dans plusieurs domaines depuis l'antiquité :

- **Cuisine** : le romarin est un aromate apprécié à diverses utilisations culinaires. Il est employé dans les ragoûts et les civets, les soupes, les marinades et sur les grillades sous forme de feuilles séchées. Cette plante sert aussi pour parfumer les flans et les confitures (**Derwich *et al.*, 2011**).
- **Parfumerie** : l'utilisation du romarin en parfumerie est très ancienne. L'essence est obtenue par distillation des feuilles des sommités fleuris. Cette plante est surtout utilisée comme un des ingrédients en produits de beauté, savons, parfums (**Arnold *et al.*, 1997**).
- **Aromatisation d'une huile d'olive** : le romarin est un ingrédient qui pourrait être utilisé pour la production de l'huile d'olive aromatisée. Il est bien connu que cette plante permet de maintenir la valeur nutritionnelle des aliments, d'améliorer la qualité de conservation des produits alimentaires et d'augmenter leur durée de conservation (**Ayadi *et al.*, 2009**).

II.2. Le thym (*Thymus sp.*)

L'origine du nom sujette à diverses interprétations : Thym proviendrait du mot latin "thymus" qui signifie "parfumer". Thym à partir du mot grec "thumus" qui signifie "courage" (**Anonyme 1**).

Les différents noms attribués au thym sont :

Nom français : Le thym (**Anonyme 1**).

Nom arabe : Zaïtra (**Quezel et Santa, 1963**).

Nom berbère : Tizaàtarte (**Quezel et Santa, 1963**).

II.2.1. La description botanique

Le thym est un sous arbrisseau, vivace, touffu et très aromatique de 7-30 cm de hauteur, d'un aspect grisâtre ou vert grisâtre. Ses tiges ligneuses à la base, herbacées

supérieurement sont presque cylindriques, ces tiges ligneuses et très rameuses sont regroupées en touffe ou en buisson très dense (figure 03). Ses feuilles sont très petites, ovales, à bord roulés en dessous à nervures latérales distinctes, au pétiole extrêmement court et blanchâtres à leur face inférieure. Ses fleurs sont presque roses ou presque blanches, font de 4 à 6 mm de longueur, sont pédicelles et réunies ordinairement au nombre de trois à l'aisselle des feuilles supérieures. Le limbe du calice est bilabié, un peu bossu. La corolle de taille variable, un peu plus longue que le calice mais la partie tubulaire de la corolle ne dépasse pas celle du calice, les étamines sont incluses. La période de la floraison commence en mai-début de juin (**Anonyme 1**).



Figure 03 : Photographie des feuilles de *Thymus sp* (**Anonyme 1**).

II.2.3. La classification botanique : la classification botanique de thym est résumée dans le tableau IX.

Tableau IX : Classification botanique de thym (**Gaussen et al., 1982**).

Règne	Plantae
S / règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
S / Classe	Asterdae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Thymus sp.</i>

II.2.4 La composition chimique

➤ Les huiles essentielles

L'essence du thym est souvent rapportée comme étant parmi les huiles essentielles les plus actives (**Naghdi et al., 2004** ; **Rassouli et al., 2006**). Les huiles essentielles du

thym sont composées par les molécules aromatiques d'origine végétale présentant une très grande diversité de structure (**Loziene et al., 2007**).

Les composants majoritaires pour toutes les espèces confondues sont : le thymol, le carvacrol, le γ -terpinène, le p-cymène et le linanool (**Anonyme 1**).

- **Les acides phénoliques** : acide caféique (**Cowan, 1999**) et acide rosmarinique (**Takeuchi et al., 2004**).
- **Les flavonoïdes** : hespéridine, eriotrécine, narirutine (**Takeuchi et al., 2004**) et lutéoline (**Bazylko et Strzelecka, 2007**).
- **Les tanins** (**Cowan, 1999**).

II.2.5 Le domaine d'utilisation

Cette plante est utilisée en raison de ses différentes propriétés pharmacologiques et thérapeutiques telles que :

- ❖ Antiseptique, désinfectant dermique et un spasmolytique bronchique dont il est indiqué pour traiter les infections des voies respiratoires supérieures (**Bazylko et Strzelecka, 2007**).

- ❖ Les principaux constituants du thym montrent des propriétés vermifuges et vermicides (**Bazylko et Strzelecka, 2007**).

- ❖ Propriétés antivirales, antifongiques, anti inflammatoires, et antibactériennes dont une étude récente a montré que les extraits méthanoliques et hexaniques des parties aériennes de *Thymus vulgaris* inhibent la croissance de *Mycobacterium tuberculosis* (bactérie qui cause la tuberculose) (**Jiminez-Arellanes et al., 2006**).

- ❖ Propriétés anthelminthiques (**Al-Bayati, 2008**).

- ❖ Propriétés antioxydantes (**Takeuchi et al., 2004 ; Golmakani et Rezaei, 2008**) en raison de ces propriétés, le thym est utilisé comme un conservateur afin de prolonger la durée de conservation des poissons *Thunnus thymnus* durant leur stockage (**Selmi et Sadok, 2008**).

En plus des effets pharmacologiques, le thym est employé dans plusieurs domaines :

- Le thym est utilisé comme aromate en cuisine et comme plante médicinale, dans les tisanes ou même dans les bombons (**Anonyme 1**).
- Le thym et une herbe aromatique servant à parfumer de nombreux plats, il entre aussi dans la composition de produits cosmétiques. Son huile essentielle riche en thymol est couramment utilisée pour la confection de savon et d'autres produits. Il entre aussi dans l'élaboration de certaines liqueurs (**Anonyme 1**).

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1 Matériel végétal

I.1.1 L'huile d'olive

L'huile d'olive utilisée est une huile extra vierge commerciale dénommée NUMEDIA. Elle est produite pendant la campagne oléicole 2015/2016 par la société IFRI située à Ighzer Amokrane, Ahrik, commune Ouzellaguen, Bejaïa. C'est une huile extraite par première pression à froid.

I.1.2 Les plantes aromatiques

Dans ce travail, nous avons utilisé deux plantes aromatiques récoltées en mois de mars 2016, il s'agit du romarin (*Rosmarinus officinalis*) et le thym (*Thymus sp.*). Concernant leur provenance ; le romarin a été récolté au niveau des espaces verts de l'université de A/Mira de Bejaïa, alors que le thym a été récolté d'une région montagneuse au niveau du village de Samaoun, commune de Chimini, Sidi Aich, Béjaïa.

Après récolte, les plantes sont nettoyées, puis lavées à l'eau plusieurs fois, ensuite laissées égouttées à l'air libre pendant une nuit. Nous avons, ensuite, étalé les plantes sur le papier d'aluminium pour réaliser un séchage à l'étuve 40°C pendant 1 heure.

I.2 Préparation du mélange huile/plante aromatique

Après homogénéisation de l'échantillon d'huile d'olive, nous avons ajouté à l'huile les plantes à raison de 5g de plante pour 125ml d'huile (4%). Les mélanges sont mis dans des flacons en verre fumé, remplis à plein et bien scellés. En fin, nous avons procédé au stockage des échantillons. Avant de procéder aux analyses, nous avons effectué une filtration des échantillons d'huile d'olive sur papier filtre.

Le tableau ci-après résume la méthodologie suivi pour le stockage des échantillons.

Tableau X : Méthodologie de stockage des échantillons.

Echantillon	Période de stockage	Température de stockage
Huile d'olive témoin	0jours/15jours/30jours	4°C /ambiante/30°C
Huile + Romarin	15jours /30jours	Ambiante / 30°C
Huile + Thym	15jours / 30jours	Ambiante / 30°C

Le tableau ci-après illustre la dénomination des différents échantillons

Tableau XI : Dénomination des différents échantillons

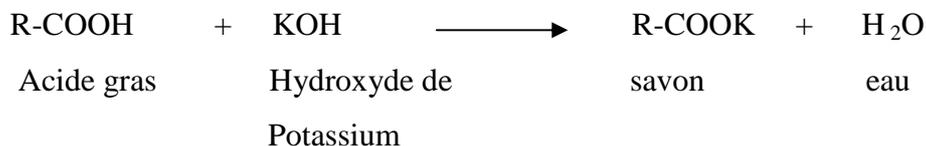
Echantillon	Signification
HT0	Huile témoin sans stockage
HT15J/AM	Huile témoin stockée pendant 15 jours à température ambiante
HT15J/30°C	Huile témoin stockée pendant 15 jours à température 30°C
HT30J/AM	Huile témoin stockée pendant 30 jours à température ambiante
HT30J/30°C	Huile témoin stockée pendant 30 jours à température 30°C
HAR15J/AM	Huile aromatisée au romarin stockée pendant 15 jours à température ambiante
HAR15J/30°C	Huile aromatisée au romarin stockée pendant 15 jours à température 30°C
HAR30J/AM	Huile aromatisée au romarin stockée pendant 30 jours à température ambiante
HAR30J/30°C	Huile aromatisée au romarin stockée pendant 30 jours à température 30°C
HAT15J/AM	Huile aromatisée au thym stockée pendant 15 jours à température ambiante
HAT15J/30°C	Huile aromatisée au thym stockée pendant 15 jours à température 30°C
HAT30J/AM	Huile aromatisée au thym stockée pendant 30 jours à température ambiante
HAT30J/30°C	Huile aromatisée au thym stockée pendant 30 jours à température 30°C

I.3 Analyses effectuées sur les huiles

I.3.1 Acidité

➤ Principe

L'acidité, qui mesure le pourcentage en acides gras libres, est déterminée selon la méthode décrite dans le règlement **CEE/2568/91**. Le principe de la méthode consiste en un titrage des acides gras libres présents par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium sans hydrolyser les liaisons esters des glycérides, selon la réaction suivante :



➤ Protocole expérimental

Un échantillon d'huile de 5g a été dissout dans 20 ml d'un mélange d'oxyde diéthylique et d'éthanol à 95% (V/V). Le mélange a été titré en agitant à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium (0,1N) en présence de phénolphtaléine

jusqu'à apparition d'une coloration rose persistante une dizaine de secondes. Un essai témoin a été réalisé dans les mêmes conditions.

L'acidité est exprimée en pourcentage d'acide oléique selon la formule suivante :

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

V et V₀ : volume en millilitre de KOH nécessaire à la neutralisation de l'échantillon et le blanc, respectivement.

N : normalité de la solution de KOH (0,1N).

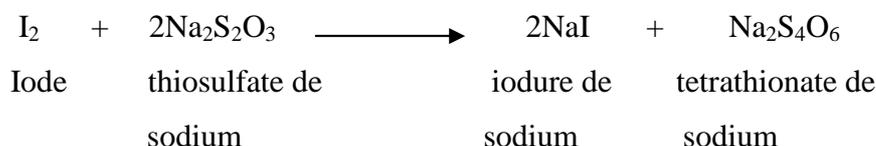
M : masse molaire de l'acide oléique qui est égale à 282 g/ml.

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

I.3.2 Indice de peroxyde

➤ Principe

L'indice de peroxyde d'un corps gras représente le nombre de milliéquivalent d'oxygène actif dans un Kg de matière grasse pouvant oxyder l'iodure de potassium en présence d'acide acétique et de chloroforme. L'iode libéré est titré en retour par une solution de thiosulfate de sodium, suivant la réaction :



➤ Protocole expérimental

Selon la méthode décrite dans le règlement **CEE/2568/91**, une prise d'essai de 2 g d'huile a été mise en solution dans 10 ml de chloroforme dans une fiole. 15 ml d'acide acétique et 1ml d'iodure de potassium (solution aqueuse saturée) ont été rajoutés. La fiole a été ensuite bouchée immédiatement et agitée vigoureusement pendant 1 minute, puis laissée à l'obscurité pendant 5 minutes à température ambiante. 75 ml d'eau distillée ont été ajoutés au mélange. L'iode libéré a été titré après avoir ajouté quelques gouttes d'empois d'amidon par une solution de thiosulfate de sodium (Na₂S₂O₃) à 0,01N, tout en maintenant le mélange en agitation vigoureuse. Parallèlement, un essai à blanc a été effectué de la même façon.

L'indice de peroxyde (IP) se détermine ainsi :

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

V_0 : volume en millilitre de thiosulfate de sodium nécessaire pour titrer le blanc.

V : volume en millilitre de thiosulfate de sodium nécessaire pour titrer l'essai.

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,01 N).

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

I.3.3 Absorbance spécifique dans l'ultraviolet

➤ Principe

Cette méthode consiste à déterminer les coefficients d'extinction K_{232} et K_{270} calculés à partir de l'absorption à 232 et 270 nm qui correspondent au maximum d'absorbance des hydro-péroxydes et des produits secondaires d'oxydation, respectivement (Alais *et al.*, 1999).

➤ Protocole expérimental

Le coefficient d'extinction spécifique est déterminé selon la méthode officielle décrite par le COI (1996). Après avoir filtré les échantillons d'huiles via le sulfate de sodium anhydre, une solution à 1% d'huile dans le cyclohexane a été préparée. La lecture s'est faite dans des cuves en quartz de parcours optique de 1 centimètre aux longueurs d'onde de 232 et 270 nm. En employant comme blanc le solvant utilisé. Les extinctions spécifiques rapportées aux différentes longueurs d'onde sont calculées comme suit :

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

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

A_{λ} : absorbance mesurée à la longueur d'onde λ .

C : concentration de la solution en gramme par 100 ml.

l : épaisseur de la cuve en centimètre (1cm).

I.3.4 Dosage des chlorophylles et caroténoïdes

➤ Principe

Les caroténoïdes et les chlorophylles ont été déterminés suivant la méthode décrite par Minguez-Mosquera *et al.* (1991). 3g d'huile ont été dissouts dans le cyclohexane et portés à un volume final de 10 ml. Les teneurs des caroténoïdes et chlorophylles ont été déterminées respectivement, par la mesure de l'absorbance à 470 et 670 nm.

Les valeurs des coefficients d'extinction spécifique appliquée étaient $E_0 = 613$ pour la phéophytine, une composante majeure des pigments chlorophylliens, et $E_0 = 2000$ pour

la lutéine, un élément majeur des caroténoïdes. Les teneurs en pigments ont été calculées comme suit:

$$\begin{aligned} \text{Chlorophylle (mg/Kg)} &= (A_{670} * 106) / (613 * 100 * l) \\ \text{Caroténoïde (mg/Kg)} &= (A_{470} * 106) / (2000 * 100 * l) \end{aligned}$$

A_{λ} : absorbance à la longueur d'onde λ .

l : épaisseur de la cuve en centimètre (1cm).

I.3.5. Extraction et dosage des polyphénols totaux

➤ Principe

Après extraction, La détermination de la teneur en polyphénols totaux est réalisée selon le protocole décrit par **Favati *et al.* (1994)**. Les polyphénols totaux sont dosés par le suivi de leur capacité à réduire les acides phosphotungstiques et phosphomolybdiques, contenus dans le réactif de Folin-Ciocalteu en oxydes de tungstène et molybdène (W_8O_{23} et MO_8O_{23}). Ces derniers présentent une coloration bleutée mesurée à 760 nm proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans les échantillons.

➤ Protocole expérimental

• Extraction

L'extraction des polyphénols est réalisée suivant le protocole de **Favati *et al.* (1994)**. 1g d'huile a été dissout dans 10 ml d'hexane. La solution a été introduite dans une colonne d'octadécyle C_{18} , puis lavée avec 2x5 ml d'hexane. La fraction polaire est éluée avec 2x4 ml de méthanol.

• Dosage

La teneur en polyphénols totaux a été déterminée selon la méthode décrite par **Favati *et al.* (1994)**. 5 ml de l'eau distillée ont été ajoutés à 2 ml de l'élué suivi de 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 3 min d'incubation à température ambiante, le mélange est additionné de 4 ml de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 10 %. Le mélange a été porté à un volume final de 20 ml par de l'eau distillée. Après incubation pendant 90 min à l'obscurité, la préparation est filtrée puis analysée à 760 nm contre un blanc dont l'élué est remplacé par le même volume de méthanol. La concentration en polyphénols totaux est calculée grâce à une courbe d'étalonnage réalisée avec de l'acide gallique comme standard (20, 35, 45, 55, 65, 75 $\mu\text{g/ml}$). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalents d'acide gallique par Kg d'huile d'olive (annexe 2).

I.3.6 Dosage des *ortho*-diphénols

➤ Principe

Les *ortho*-diphénols réagissent avec le molybdate de sodium pour former un complexe jaune. La concentration en *ortho*-diphénols des extraits méthanoliques a été déterminée selon la méthode décrite par **Bendini et al. (2003)** par dosage spectrophotométrique à 370 nm.

➤ Protocole expérimental

0,5 ml de l'élua a été ajouté à 5 ml du mélange méthanol /eau (V/V). Après agitation vigoureuse, 4ml de molybdate de sodium dihydraté à 5% dans l'éthanol/eau ont été ajoutés. Après 15 min d'incubation à l'obscurité, la préparation est filtrée. L'absorbance est mesurée à 370 nm contre un blanc dont l'élua a été remplacé par le même volume du méthanol. La concentration en *ortho*-diphénols est calculée grâce à une courbe d'étalonnage réalisée avec une gamme étalon avec de l'acide caféique (15, 25, 35, 45, 55, 70 µg/ml) et les résultats sont exprimés en mg d'équivalents d'acide caféique par Kg d'huile d'olive (annexe 2).

I.3.7 L'humidité de l'huile d'olive

➤ Principe

L'humidité d'huile a été déterminée en calculant la différence entre le poids de l'échantillon humide et celui de l'échantillon séché.

➤ Protocole expérimental

Une prise d'essai de 5 g a été séchée à l'étuve à 105°C pendant 1 heure, celui-ci a été régulièrement pesé après refroidissement au dessiccateur jusqu'à l'obtention d'un poids constant, le contrôle de la teneur en eau a été déterminée au moyen de la formule ci- après :

$$H\% = [(P - P_s) / (P - P_0)] * 100$$

H : humidité des huiles exprimée en pourcentage.

P et P_s : poids du creuset plus la prise d'essai avant et après séchage, respectivement

P₀ : poids du creuset vide.

I.4. Etude statistique

Chaque analyse a été réalisée en trois reprises et les résultats représentent la moyenne des trois mesures. Les données ainsi obtenues à partir des trois échantillons sont comparées à l'aide du test de LSD avec le logiciel SRATISTICA 5.5. Le degré de signification des résultats est pris à la probabilité $p < 0,05$.

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1 L'huile d'olive aromatisée au romarin

II.1.1 Les indices de qualité et l'humidité

Les résultats obtenus pour les différents paramètres de qualité et l'humidité des différents échantillons sont représentés dans le tableau XII :

Tableau XII : Les valeurs des indices de qualité et l'humidité des différents échantillons des huiles d'olive témoins et aromatisées au romarin.

Echantillons	Acidité (%)	IP (meqd'O ₂ /kg)	K ₂₃₂	K ₂₇₀	Humidité (%)
HT0	0,38±0,03a	15,16±0,29a	1,65±0,00a	0,06±0,00a	0,05±0,03a
HT15J/AM	0,53±0,06cd	17,83±0,57b	1,89±0,00b	0,10±0,00b	0,09±0,02ab
HT15J/30°C	0,47±0,05bc	17,16±0,57b	2,38±0,05c	0,19±0,00d	0,11±0,06ab
HT30J/AM	0,45±0,03b	23,00±0,26d	2,84±0,01f	0,23±0,01ef	0,15±0,06abc
HT30J/30°C	0,45±0,03b	25,66±0,28e	2,46±0,00d	0,22±0,00e	0,27±0,17c
HAR15J/AM	0,45±0,03b	15,33±0,28a	1,87±0,11b	0,14±0,00c	0,19±0,08bc
HAR15J/30°C	0,53±0,06cb	15,83±0,28a	1,92±0,00b	0,15±0,00c	0,12±0,01ab
HAR30J/AM	0,60±0,03e	19,67±0,58c	2,66±0,00e	0,23±0,00f	0,11±0,00ab
HAR30J/30°C	0,57±0,03de	22,17±0,76d	3,02±0,03g	0,28±0,03g	0,19±0,07bc

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

II.1.1.1 L'acidité libre

L'acidité libre permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique des chaînes d'acides gras des triglycérides (Abaza *et al.*, 2002). C'est un critère principal de qualité et de norme commerciale de l'huile d'olive (Tanouti, 2010).

Les résultats d'analyse d'acidité des échantillons d'huiles d'olive (témoins et aromatisés) (tableau XII) présentent une différence significative ($p < 0,05$) entre le témoin d'huile d'olive (HT0 :0,38%) et le reste des échantillons et il n'y a pas une différence significative ($p < 0,05$) entre les trois échantillons : HT30J/AM, HT30J/30°C et HAR15J/AM. Les valeurs obtenues varient de 0,38 (HT0) à 0,6% (HAR30J/AM) pour l'ensemble des échantillons. On constate que les pourcentages de l'acidité des échantillons de l'huile d'olive sont inférieurs à la limite de la catégorie extra vierge établie par le C.O.I. (2015) et qui est $\leq 0,8\%$.

Ces faibles acidités traduisent une faible hydrolyse durant l'extraction et le stockage de l'huile. Elles sont une conséquence directe d'une récolte à la main et une extraction immédiate sans procéder au stockage des olives. D'après **Ajana et al. (1999)**, dans de telles conditions, l'acidité ne doit pas dépasser 0,5 %.

Par ailleurs, en général, l'évolution de l'acidité libre de l'huile d'olive est en fonction du temps et de la température de stockage. En effet, à la même température, une augmentation a été enregistrée entre HAR15/AM et HAR30J/AM et entre HAR15J/30°C et HAR30J/30°C.

On remarque qu'après l'addition de romarin à l'huile d'olive et dans les mêmes conditions de stockage, il ya, en général, une augmentation de l'acidité libre de l'huile qui atteint un maximum de 0,6% (HAR30J/AM). Ceci pourrait être dû à la présence de l'eau apportée par la plante.

II.1.1.2 L'indice de peroxyde

Les corps gras peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains pro-oxydants (température élevée, lumière, enzyme, ions métalliques...). Cette auto-oxydation conduit dans un premier temps à la formation de peroxydes (ou hydroperoxydes) qui se décomposent ultérieurement en dérivés carbonylés aldéhydes et hydrocétones (responsables de l'odeur de rance) et en divers produits oxygénés (alcools, acides...) (**Tanouti et al., 2011**).

D'après les normes de **C.O.I. (2015)**, l'indice de peroxyde ne doit pas dépasser 20mécq d'O₂/kg pour l'huile d'olive vierge extra. Nos résultats (tableau XII) oscillent entre 15,16mécq d'O₂/kg (HT0) et 25,66mécq d'O₂/kg (HT30J/30°C). Nous avons noté trois échantillons qui dépassent la norme et qui sont : HT30J/AM, HT30J/30°C et HAR30J/30°C. Des différences significatives ($p < 0,05$) ont été noté entre HT30J/30°C, HAR30J/AM et l'ensemble des échantillons.

Dans les mêmes conditions, l'ajout du romarin à l'huile d'olive engendre une diminution de l'indice de peroxyde. En effet, des diminutions significatives ont été enregistrées entre les huiles témoins et les huiles aromatisées correspondantes.

II .1.1.3 L'absorbance dans l'UV

L'examen spectrométrique d'une huile dans l'ultraviolet fournit des informations complémentaires sur sa qualité. Les hydroperoxydes résultant du premier stade d'oxydation de l'huile peuvent être détectés par leur absorption dans l'UV aux environs de 232 nm. Puis, ces peroxydes évoluent avec le temps et conduisent à la formation de

produits divers tels que les cétones insaturés et les dicétones qui absorbent dans l'ultraviolet vers 270 nm (Osawa *et al.*, 2007).

L'analyse des résultats des absorbances spécifiques (K_{232} , K_{270}) montrent une différence significative ($p < 0,05$) entre les échantillons d'huiles (tableau XII), sauf entre les échantillons suivants : HT15J/AM, HAR15J/AM et HAR15J/30°C pour le K_{232} . Pour le K_{270} , il y a des différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons témoins HT0, HT15J/AM et HT15J/30°C et l'ensemble d'échantillons. Les résultats varient de 1,65 (HT0) à 3,02 (HAR30J/30°C) pour le K_{232} et de 0,067(HT0) à 0,28 (HAR30J/30°C) pour le K_{270} .

Pour l'ensemble des résultats obtenus, les valeurs sont conformes aux normes ($\leq 2,5$ à 232nm) et ($\leq 0,22$ à 270nm) à l'exception des échantillons HT30J/AM, HAR30J/AM et HAR30J/30°C pour le K_{232} et les échantillons HT30J/AM, HAR30J/AM et HAR30J/30°C pour le K_{270} .

Après l'addition du romarin à l'huile d'olive, on remarque une diminution du K_{232} pour l'ensemble des échantillons à l'exception de l'échantillon stocké pendant 30 jours à 30°C qui a enregistré la valeur la plus élevée (3,02). A 270nm et à l'exception du HT15J/30°C, nous avons observé une augmentation de l'extinction spécifique entre les huiles témoins les huiles aromatisées correspondantes.

II.1.1.4 L'humidité

Une humidité élevée est indésirable, car elle provoque une hydrolyse des triglycérides conduisant à la libération d'acides gras libres.

Les résultats de l'humidité des huiles varient entre 0,05% pour le témoin (HT0) et 0,27% pour l'échantillon HT30J/30°C. D'après les normes de **C.O.I (2015)**, la teneur en eau ne doit pas dépasser 0,2% pour l'huile d'olive vierge extra ce qui est le cas pour nos échantillons, sauf pour l'échantillon HT30J/30°C (0,27%).

On note des diminutions non significatives ($p < 0,05$) entre les huiles vierges témoins et les huiles aromatisées correspondantes.

II.1.2 La teneur en pigments

II.1.2.1 Les chlorophylles

Les chlorophylles sont des substances colorantes de l'huile d'olive. Elles jouent un rôle important dans l'activité oxydante du produit, due à leur nature anti-oxydante dans l'obscurité et pro-oxydante dans la lumière. Une faible teneur en chlorophylles permet de

diminuer les risques d'oxydation des différentes huiles (Criado *et al.*, 2008; Tanouti *et al.*, 2010).

L'estimation des quantités de chlorophylles de nos échantillons est illustrée dans la figure 04.

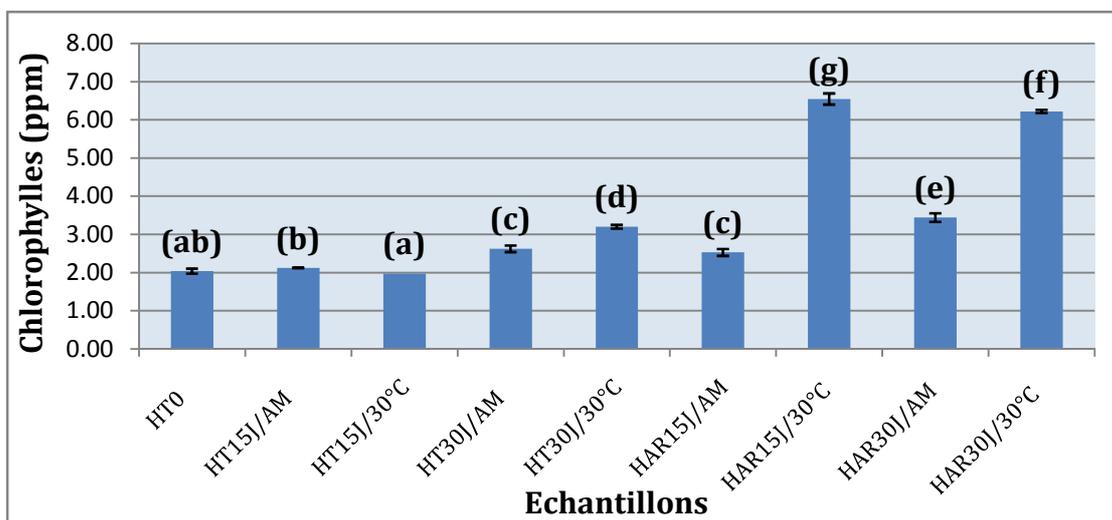


Figure 04 : Teneur en chlorophylles des huiles d'olive vierges témoins et des huiles d'olive aromatisées au romarin.

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

*les barres verticales représentent les écarts types.

Les résultats de l'analyse des teneurs en chlorophylles des huiles d'olives analysées montrent qu'il y a une différence significative ($p < 0,05$) entre les échantillons étudiés, à l'exception des échantillons : HT0 et HT15J/AM ; HT0 et HT15J/30°C ; HT30J/AM et HAR15J/AM.

La plus faible valeur est observée pour l'huile d'olive non aromatisée HT15J/30°C (1,97ppm). Alors que la valeur la plus élevée (6,54 ppm) a été observée pour le même échantillon additionné de romarin.

On note des augmentations significatives ($p < 0,05$) des teneurs en chlorophylles entre les huiles témoins et les huiles aromatisées correspondantes, ceci pourrait être dû à l'ajout du romarin.

II.1.2.2 Les caroténoïdes

Le β -carotène et la lutéine sont les caroténoïdes les plus importants dans l'huile d'olive à raison de 1,0 à 2,7 ppm et 0,9 à 2,3 ppm, respectivement (Psomiadou et Tsimidou, 2002).

Ce sont des substances antioxydantes naturelles liposolubles jouant un rôle de pigment de couleur jaune à rouge dans beaucoup de fruits et légumes dont le plus connu est le β -carotène (Néve, 2002).

L'estimation des quantités des caroténoïdes de nos échantillons est illustrée dans la figure 05.

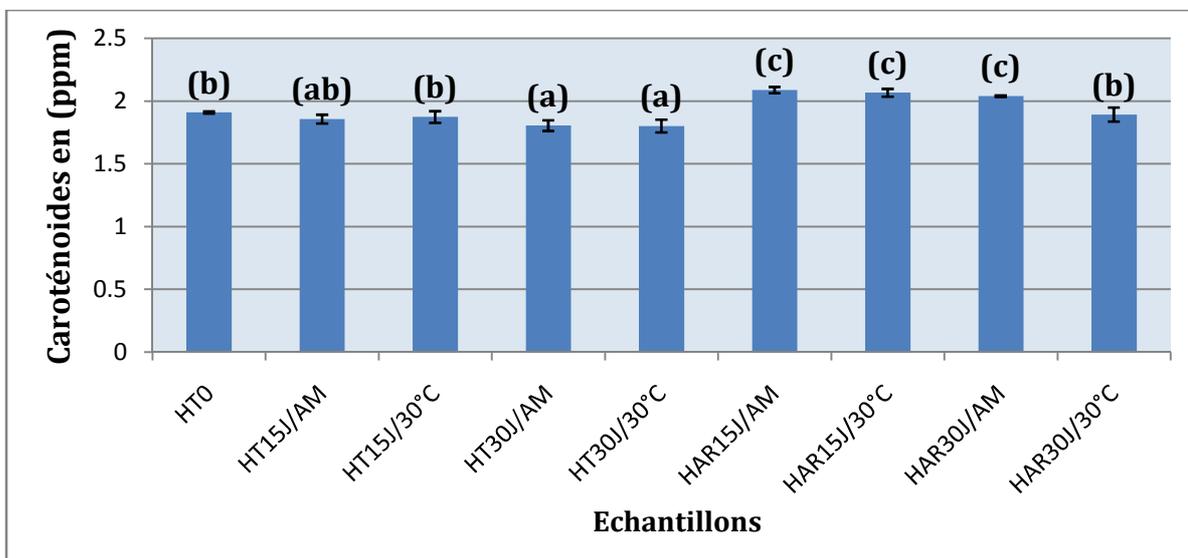


Figure 05 : Teneur en caroténoïdes des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au romarin.

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

*les barres verticales représentent les écarts types.

Les résultats montrent une variabilité des teneurs en caroténoïdes allant de 1,80 ppm pour HT30J/30°C à 2,08 ppm pour HAR15J/AM.

A l'exception de l'échantillon HT15J/AM, l'analyse statistique permet de séparer les différents échantillons en trois groupes homogènes.

A partir des valeurs obtenues, nous avons observé une augmentation de la teneur en caroténoïdes entre les huiles témoins et les huiles aromatisées correspondantes.

En comparant nos résultats à ceux trouvés par (Salvador *et al.*, 1998), les échantillons étudiés présentent des teneurs inférieures en caroténoïdes par rapport à la variété *Cornicabra* d'origine espagnole qui présentent des teneurs variant entre 7 et 11 ppm. Cependant, nos huiles contiennent un peu plus de caroténoïdes par rapport aux variétés algériennes étudiées par (Boufoudi et Yakoubi, 2006) dont les teneurs varient entre 0,174 ppm et 1,183 ppm.

II.1.3 La teneur en composés phénoliques

II.1.3.1 Les polyphénols totaux

Les polyphénols sont naturellement présents dans les huiles d'olive et sont les composés principaux responsables de la stabilité de ces huiles pendant le stockage et le chauffage (Dimitros, 2006).

Les résultats obtenus de la teneur en polyphénols totaux sont présentés sur la figure 06.

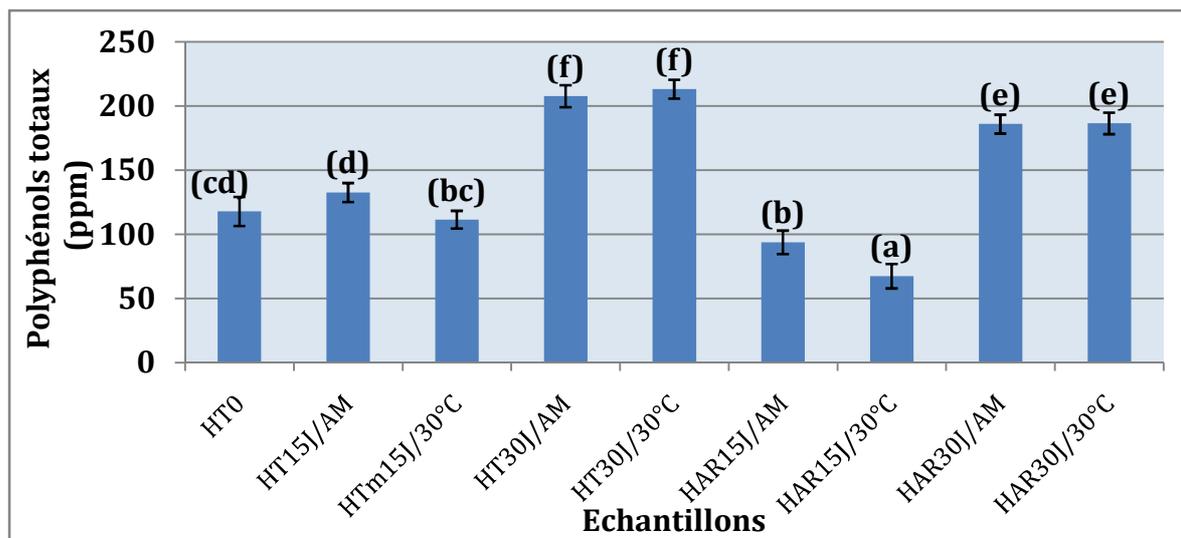


Figure 06 : Teneur en polyphénols totaux des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au romarin.

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

*les barres verticales représentent les écarts types.

D'après ces résultats, la teneur en polyphénols totaux varie entre 67,46 ppm (HAR15J/30°C) à 213,66 ppm (HT30J/30°C). Après l'analyse statistique, nous avons observé une différence significative ($p < 0,05$) entre l'échantillon HAR15J/30°C et le reste des échantillons.

Dans les mêmes conditions, l'addition du romarin à l'huile d'olive engendre une diminution significative ($p < 0,05$) de la teneur en polyphénols totaux entre les huiles témoins et les huiles d'olive aromatisées correspondantes.

II.1.3.2 Les *ortho*-diphénols

Les *ortho*-diphénols (comme l'hydroxytyrosol, l'acide caféique), présents dans l'huile d'olive, sont considérés comme des antioxydants naturels qui protègent l'huile

contre l'oxydation. Ils lui confèrent une meilleure stabilité lors du stockage (Gutierrez *et al.*, 2001 ; Ollivier *et al.*, 2004).

Les résultats obtenus de la teneur en *ortho*-diphénols sont présentés sur la figure 07

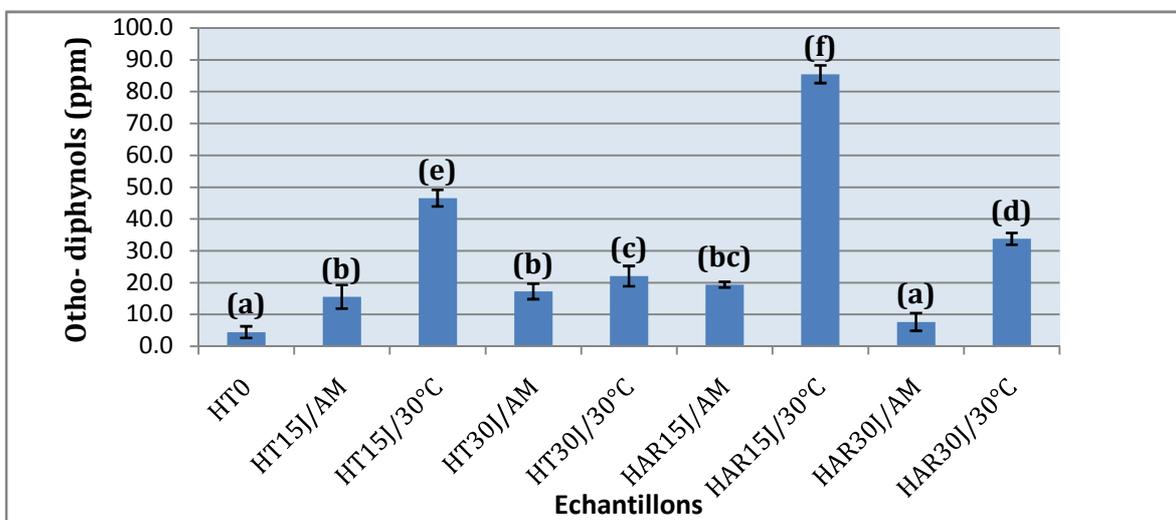


Figure 07 : Teneur en *ortho*-diphénols des huiles d'olives vierges témoins et des huiles aromatisées au romarin.

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

*les barres verticales représentent les écarts types.

L'analyse statistique des résultats de la teneur en *ortho*-diphénols montre une différence significative ($p < 0,05$) entre les échantillons d'huiles d'olive HT15J/30°C, HAR15J/30°C, HAR30J/30°C et l'ensemble des échantillons.

D'après la figure 07, l'huile d'olive aromatisée HAR15J/30°C enregistre une valeur maximale (85,5ppm) et l'huile d'olive témoin HT0 présente une valeur minimale (4,4ppm).

Pour les mêmes échantillons à la même période de stockage, l'élévation de la température engendre une augmentation significative ($p < 0,05$) de la teneur en *ortho*-diphénols. Nous avons enregistré aussi une augmentation significative de la teneur en *ortho*-diphénols à 30°C entre les échantillons témoins et les échantillons aromatisées.

II.2 L'huile d'olive aromatisée au thym

II.2.1 Les indices de qualité et l'humidité

Les résultats obtenus sont illustrés dans le tableau XIII.

Tableau XIII : Les valeurs des indices de qualité et l'humidité des différents échantillons des huiles d'olive témoins et aromatisées au thym.

Echantillons	Acidité (%)	IP (meqd'O ₂ /kg)	K ₂₃₂	K ₂₇₀	Humidité (%)
HT0	0,38±0,03a	15,16±0,29a	1,65±0,00a	0,06±0,00a	0,05±0,03a
HT15J/AM	0,53±0,06bc	17,83±0,57cd	1,89±0,00c	0,10±0,00b	0,09±0,02ab
HT15J/30°C	0,47±0,05bc	17,16±0,57bc	2,38±0,05f	0,19±0,00d	0,11±0,06ab
HT30J/AM	0,45±0,03ab	23,00±0,26f	2,84±0,01i	0,23±0,01e	0,15±0,06ab
HT30J/30°C	0,45±0,03ab	25,66±0,28g	2,46±0,00h	0,22±0,00e	0,27±0,17c
HAT15J/AM	0,53±0,06bc	18,33±0,76d	1,76±0,00b	0,12±0,00c	0,09±0,04ab
HAT15J/30°C	0,55±0,07c	19,66±0,58e	2,09±0,00e	0,18±0,00d	0,12±0,01ab
HAT30J/AM	0,53±0,06bc	16,83±0,57b	2,43±0,00g	0,34±0,00g	0,12±0,00ab
HAT30J/30°C	0,45±0,03ab	17,50±0,50bc	2,06±0,00d	0,26±0,00f	0,18±0,05bc

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

II.2.1.1 L'acidité libre

D'après les normes fixées par le **C.O.I. (2015)**, l'acidité libre ne doit pas dépasser 0,8%, ce qui est le cas pour nos échantillons.

Les valeurs d'acidité des échantillons d'huiles d'olive analysées varient entre 0,38% correspondante à HT0 à 0,55% correspondante à HAT15J/30°C. Après une analyse statistique, nous avons observé l'existence de différence significative (p<0,05) entre certains échantillons : HT0, HT15J/AM, HAT15J/AM, HAT15J/30°C et HAT30J/AM.

En général, l'évolution de l'acidité libre de l'huile d'olive varie en fonction de la période de stockage. En effet, à la même température de stockage, une diminution a été enregistrée entre HAT15J/30°C et HAT30J/30°C, entre HT15J/AM et HT30J/AM et entre HT15J/30°C et HT30J/30°C.

Après l'addition de thym à l'huile d'olive et dans les mêmes conditions de stockage, on remarque une augmentation légère de l'acidité libre, cela pourrait être dû à hydrolyse de triglycérides.

II.2.1.2 L'indice de peroxyde

En comparant les valeurs obtenues (tableau XIII) à celles de la norme commerciale du **C.O.I (2015)**, nous constatons que tous les échantillons sont conformes à la norme sauf les deux échantillons: HT30J/AM, HT30J/30°C qui sont supérieurs à 20 meq O₂/kg.

La faible valeur de l'indice de peroxyde a été enregistrée pour l'échantillon TH0 (15,16 meq d'O₂/kg) et la valeur la plus élevée a été enregistrée pour l'échantillon HT30J/30°C (25,66 meq d'O₂/kg). Des différences significatives ($p < 0,05$) ont été noté entre HT0, HAT15J/30°C et le reste des échantillons.

Après l'ajout du thym à l'huile d'olive et dans les mêmes conditions, on remarque, en général, une diminution significative de l'indice de peroxyde, cela pourrait être dû à l'effet des antioxydants apportés par la plante.

II.2.1.3 L'absorbance dans l'UV

On remarque que les résultats (tableau XIII) varient de 1,65 (HT0) à 2,06 (HAR30J/30°C) pour le K₂₃₂ et de 0,067(HT0) à 0,34 (HAR30J/AM) pour le K₂₇₀.

Une différence significative ($p < 0,05$) a été notée entre l'ensemble des échantillons pour le K₂₃₂. Pour le K₂₇₀, il y'a une différence significative ($p < 0,05$) entre l'ensemble des échantillons à l'exception des échantillons : HT15J/30°C et HAT15J/30°C ; HT30J/AM et HT30J/30°C.

D'après nos résultats, les valeurs sont conformes aux normes ($\leq 2,5$ pour le K₂₃₂) et ($\leq 0,22$ pour le K₂₇₀) à l'exception de HT30J/AM pour le K₂₃₂ et HT30J/AM, HAT30J/AM et HAT30J/30°C pour le K₂₇₀.

Dans les mêmes conditions, après l'ajout du thym à l'huile, on remarque une diminution significative du K₂₃₂ pour l'ensemble des échantillons. Pour le K₂₇₀, nous avons observé, en général, une augmentation significative de l'extinction spécifique entre les huiles témoins et les huiles aromatisées correspondantes, cela pourrait être dû à l'oxydation des produits primaires en produits secondaires.

II.2.1.4 L'humidité

Les résultats obtenus pour l'humidité des huiles (tableau XIII) varient entre 0,05% pour l'huile d'olive témoin (HT0) et 0,27% pour l'échantillon (HT30J/30°C), ce dernier est le seul échantillon qui dépasse la norme du **C.O.I. (2015)** qui est ($< 0,2\%$).

Une absence de différence significative ($p < 0,05$) a été observée pour la plupart des échantillons. On note, en général, une diminution non significative ($p < 0,05$) entre les

huiles d'olive témoins et les huiles aromatisées correspondantes, ce qui réduirait le risque d'oxydation de l'huile d'olive.

II.2.2 Teneur en pigments

II.2.2.1 Les chlorophylles

Les résultats obtenus de la teneur en chlorophylles sont représentés sur la figure 08.

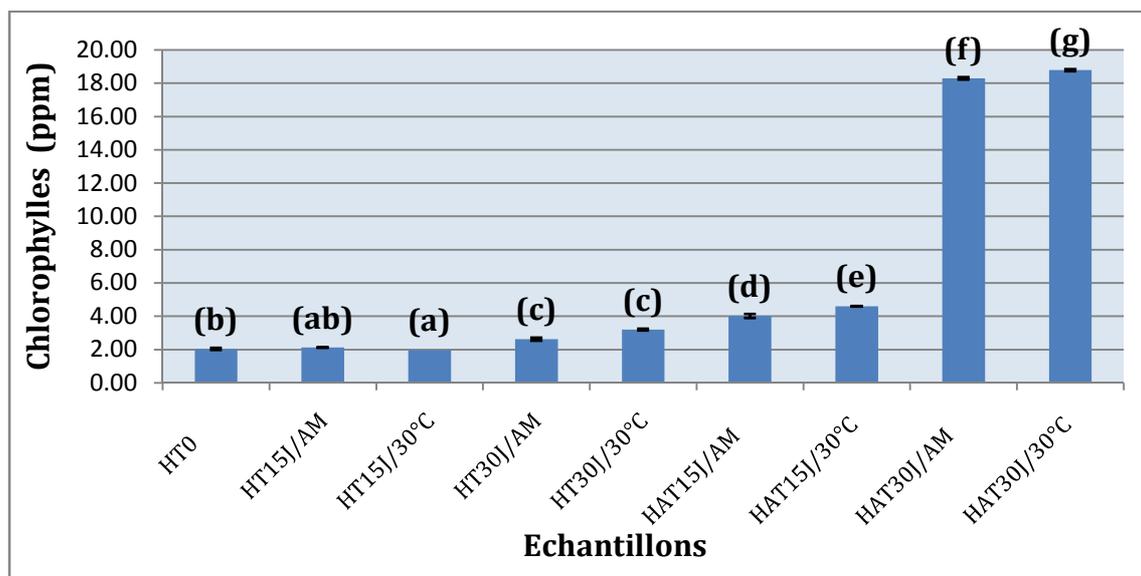


Figure 08 : Teneur en chlorophylles des huiles d'olives vierges témoins et des huiles aromatisées au thym.

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

* les barres verticales représentent les écarts types.

Nos résultats de la teneur en chlorophylles (figure 08) oscillent entre (1,97 ppm) pour HT15J/30°C et (18,79 ppm) pour HAT30J/30°C. On remarque une différence significative ($p<0,05$) entre les trois échantillons d'huiles d'olive : HAT15J/30°C, HAT30J/AM et HAT30J/30°C et le reste des échantillons.

Dans les mêmes conditions, après l'ajout de thym, nous avons enregistré une augmentation significative entre les huiles d'olive témoins et les huiles aromatisées correspondantes, ceci pourrait être dû au passage des chlorophylles du thym vers l'huile d'olive.

II.2.2.2 Les caroténoïdes

Les résultats obtenus de la teneur en caroténoïdes sont représentés sur la figure 09.

L'analyse statistique montre présence de différence significative ($p<0,05$) entre les huiles témoins et huiles aromatisées.

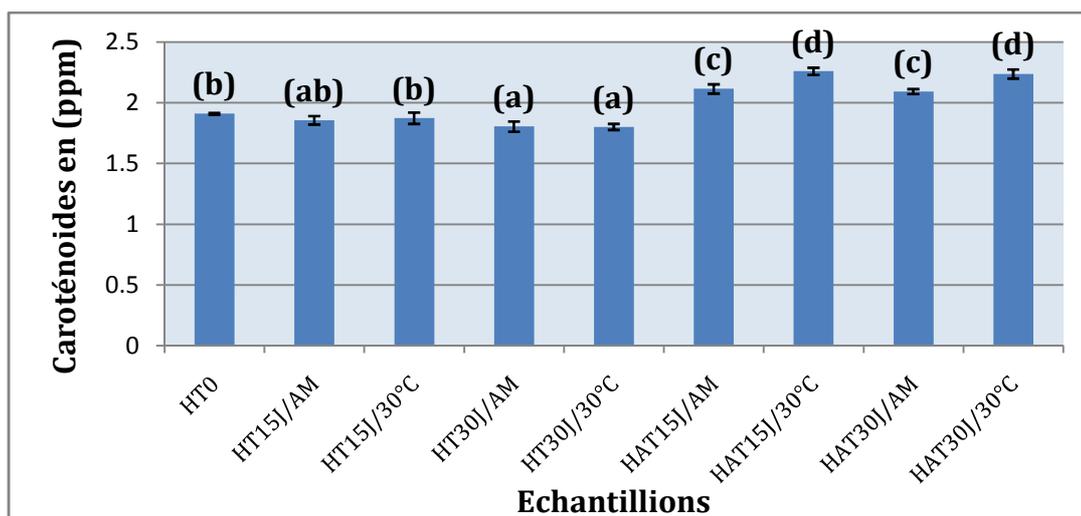


Figure 09 : Teneur en caroténoïdes des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym.

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

* les barres verticales représentent les écarts types.

La plus faible valeur en caroténoïdes a été notée pour l'échantillon HT30j/30°C (1,91ppm) alors que la plus grande valeur est obtenue pour l'échantillon HAT30J/30°C (2,23ppm). L'addition de thym, engendre une augmentation de la teneur en caroténoïdes entre les huiles d'olive témoins et les huiles aromatisées correspondantes ceci pourrait être dû au passage de caroténoïdes du thym vers huile d'olive.

II.2.3 la teneur en composés phénoliques

II.2.3.1 Les polyphénols totaux

Les résultats obtenus de la teneur en polyphénols totaux sont représentés sur la figure 10.

Après l'analyse statistique, nous avons observé une différence significative ($p<0,05$) entre les échantillons HAT30J/AM, HAT15J/AM et le reste des échantillons.

La quantité la plus élevée en polyphénols totaux est enregistrée par HAT15J/30°C (1016,26 ppm) et la plus faible valeur est relevée pour HAT30J/AM (106,90 ppm).

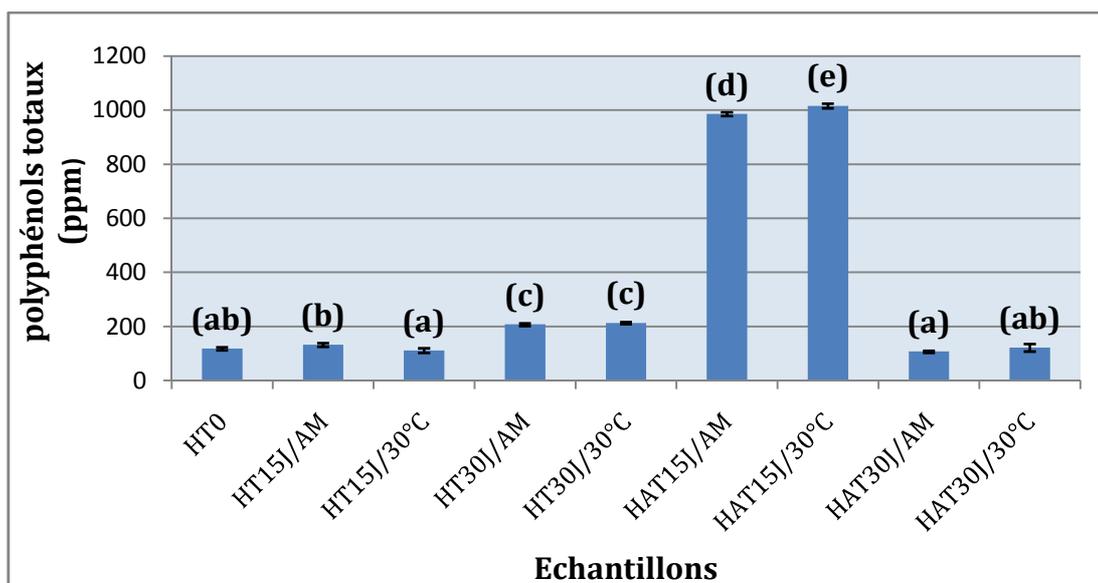


Figure 10 : Teneur en polyphénols totaux des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisées au thym.

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

* les barres verticales représentent les écarts types.

Après 15 jours de stockage, les huiles aromatisées au thym ont enregistré une augmentation significative ($p < 0,05$) par rapport à leurs huiles d'olive témoins, suite au passage des polyphénols totaux du thym vers l'huile d'olive, par contre, après 30 jours de stockage, on remarque une diminution significative ($p < 0,05$), donc, l'étalement de la période de stockage influe négativement sur les teneurs en polyphénols totaux.

II.2.3.2 *ortho*-diphénols

Les résultats obtenus de la teneur en *ortho*-diphénols sont représentés sur la figure 11.

L'étude statistique montre que la teneur en *ortho*-diphénols des huiles d'olive analysées présente une différence significative ($p < 0,05$) entre certains échantillons : HAT30J/AM et l'ensemble des échantillons.

La quantité la plus élevée en *ortho*-diphénols est enregistrée par HAT30J/AM (72,50 ppm) et la plus faible valeur est relevée pour HAT15J/AM (4,40 ppm).

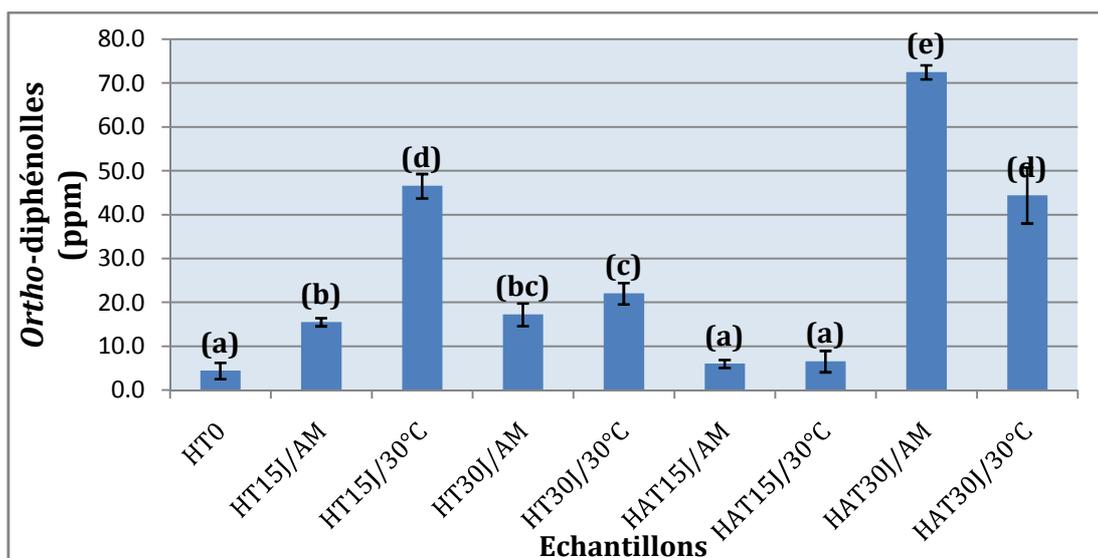


Figure 11 : Teneur en *ortho*-diphénols des huiles d'olive vierges témoins et des huiles aromatisée thym.

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

* les barres verticales représentent les écarts types.

Après 15 jours de stockage, les huiles aromatisées au thym ont enregistré une diminution significative ($p < 0,05$) par rapport à leurs huiles d'olive témoins. Par contre, après 30 jours de stockage, on remarque une augmentation significative des teneurs en *ortho*-diphénols, ces composés pourraient être originaires du thym.

Conclusion

Le travail réalisé a été consacré dans le but de faire une évaluation de la qualité d'une huile d'olive additionnée de plantes aromatiques (le romarin et le thym) en fonction de la température et de la période de stockage.

La détermination des indices de qualité des huiles d'olive étudiées montrent que les valeurs obtenues d'acidité, d'indice de peroxyde et des coefficients d'extinction spécifique (K_{232} et K_{270}) sont, en général, inférieures aux limites établies par **C.O.I. (2015)** pour l'huile d'olive extra vierge. Toutefois, après l'addition des plantes aromatiques, de faibles réactions d'hydrolyse et d'oxydation sont notées au cours de stockages à différentes températures.

Les teneurs en chlorophylles et en caroténoïdes augmentent considérablement après l'ajout de romarin et de thym aux huiles d'olive. Les huiles aromatisées au thym présentent des teneurs en ces pigments plus élevées que les huiles aromatisées au romarin.

Après l'ajout du romarin à l'huile d'olive, les valeurs de la teneur en polyphénols totaux diminuent au cours des périodes de stockage. Par contre, pour le thym, les teneurs en polyphénols totaux ont augmenté considérablement après 15 jours de stockage, en suite, elles ont diminué après 30 jours de stockage. Il serait alors préférable de ne pas stocker cette huile aromatisée au delà de 15 jours.

Pour les *ortho*-diphénols, des teneurs élevées ont été enregistrées pour l'huile d'olive aromatisées au romarin après 15 jours de stockage à 30°C. Pour l'huile d'olive aromatisées au thym, nous avons obtenu des valeurs élevées après 30 jours de stockage.

A partir de l'ensemble des résultats obtenus, il ressort que l'huile aromatisée au thym après 15 jours de stockage présente une meilleure qualité.

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

- ❖ Etude de l'activité anti-oxydante ;
- ❖ Une analyse sensorielle ;
- ❖ Etude de l'activité antimicrobienne ;
- ❖ Les tests de stabilité.

A

- Abaza L., Msallem M., Daoud D. et Zarrouk M. 2002.** Caractérisation des huiles de sept variétés d'olivier tunisiennes, *OCL*, 9 (2): 174-9.
- Ajana H., EL Antari A. et Hafidi A. 1999.** Evolution of biometric parameters and chemical composition of olives from *Moroccan Picholine* variety fruit ripeness. *Grasas y Aceites*, 50(1): 1-16.
- Alais C., Linden G. et Miclo L. 1999.** Lipides. In : Biochimie alimentaire. Ed Dunod, 51-71.
- Al-Bayati F. A. 2008.** *Journal of ethnopharmacology*, 166 (3): 403-406.
- Al-Rewashdeh A. 2010.** Blood lipid profile, oxidation and pressure of men and women consumed olive oil. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9 (1): 15-26.
- Amin T. A. et Hamza A. A. 2005.** Hepatoprotective effects of *Hibiscus*, *Rosmarinus* and *Salvia* on azathioprine-induced toxicity in rats. *Life Sciences*, 77: 266-278.
- Angerosa F. 2002.** Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104:639-660.
- Anonyme 01.** Thym. www. Fr. m. Wikipedia. Org /wiki/.
- Anonyme 2012.** Les plantes aromatiques. France Agrimer.
- Anonyme 2006.** www.c-potenz.de.Mittel/Rosmarinus-off.jpg
- Arnold, N., Valentini, G., Bellomaria, B. et Laouer, H. 1997.** Comparative study of the essential oils from *Rosmarinus eriocalyx* Jordan & Fourr. from Algeria and *R. officinalis* L. from other countries. *J.essent Oil Res.* 9: 167-175.
- Arslan D. et Musa ozcan M. 2007.** Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. *Energy Conversion and Management*.
- Atik bekkara, F., Bousmaha, L., Taleb bendiab, S.A., Boti, J.B. et Casanova J. 2007.** Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Biologie & Santé*. 7: 6-11.
- Ayadi M. A., 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 : 2613-2619.

B

- Baba Aissa F. 1991.** Les plantes médicinales en Algérie. Coédition Bouchène et Ad-Diwan, 11-159.
- Bakirel, T., Bakirel, U., Ustuner Keles, O., Gunes Ulgen, S. et Yardibi, H. 2008.** *In vivo* assessment of antidiabetic and antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in alloxan-diabetic rabbits. *J.Ethnopharmacol*, 116: 64-73.
- Baldioli, M. 1996.** Antioxydant activity of tocophérols and phénoliques compounds of virgin olive oil. *JAOCS*, 73 (11), 1589-1593.
- Bellakhdar J. 1997.** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ibis Press (Ed). Paris, 764 p.
- Bazylo A. et Strzelecka H. 2007.** *Fitotherapia.*, 78 : 391-395.
- Beltrán G., Aguilera MP., Del Rio C., Sanchez S. et Martinez L. 2005.** Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils. *Food Chemistry*, 89: 207-215.
- Bendini A., Bonoli M., Cerroni L., Bigguzi B., Lercker G. et Toschi T.G. 2003.** Liquid-liquid and solide-phase extractions of phenols from virgin olives oil and their separation by chromatographic and electrophoretic methods. *Journal of Chromatography A*, 985:425-433.
- Bendini A., Cerretani L., Carrasco-Pancorbo A., Gómez-Caravaca A.M., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. et Lercker G. 2007.** Phenolic molecules in virgin olive oils: a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An overview of the last decade. *Molecules*, 12:1679-1719
- Berra B. 1998.** Les composés mineurs de l'huile d'olive : aspect biochimique et nutritionnels ; *olivae*, vol : 73,29-30.
- Boskou D. 1996.** Olive oil: chemistry and technology. Champaign Illinois. *American oil chemists Society*, 69: 552-556.
- Boskou D. 2006.** Olive Oil, Chemistry and Technology, *AOACS Press, Champaign*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50: 716-721.
- Boskou D., Blekas G. et Tsimidou M. 2006.** Olive oil composition. Dans D. Boskou (Ed.), Olive oil, chemistry and technology Ed: 2. Champaign Illinois: *American oil chemists society*.USA. 41-72.

Boufoudi N. et Yakoubi K. 2006. Caractérisation physico-chimique de quelques variétés de l'huile d'olive vierge. Mémoire d'ingénieur en contrôle de qualité et d'analyses : université abderrahmane Mira de Bejaia, I. T. A. F. V DE TAKRIETZ. P 36.

C

C.O.I. Conseil Oléicole International. 1996. Analyse spectrophotométrique dans l'ultraviolet. T20/Doc 19 6 juin 1996, *Madrid. Espagne.*

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

Cowan M. M.1999. *Clinical microbiology reviews.*, 12 : 564-570.

Criado M.N., Romero M. P., Casanovas M. et Moltiva M.J. 2008. Pigment profile and colour of monovarietal virgin olive oils from Arbequina cultivar obtained during two consecutive crop seasons. *Food chemistry.* 110, 873-880.

D

Derwich E., Benziane Z. et Chabir R. 2011. Aromatic and medicinal plants of morocco: chemical composition of essential oils of *Rosmarinus officinalis* and *Juniperus phoenicea*. *International journal of applied biology and pharmaceutical technology*, 2: 145-153.

Dimitros B. 2006. Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science and Technology*, 17: 505-512.

Dugo G., Lo Turco V., Pollicimo D., Mavrogeni E. et Piptone F. 2004. Characterisation d'huiles d'olives vierges siciliennes. Variation qualitative des huiles des fruits des cultivars « *Biancolilla, Nocellara del Belice, Cerasuola, Tonda iblea et Crastu* » en fonction des techniques et de l'époque de récolte des olives. *Olivae*, 101:44-52.

F

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

Fourati, H. Khlif, M et Cossentini, M. 2003. Etude comparative des caractéristiques et physiologique d'une trentaine de cultivars, d'olivier. *Olivae*, 42 : 22-35.

G

Gausсен H., Deuroy J. F. et Ozenda P. 1982. Précis de botanique II. In « les végétaux supérieurs ». Ed : Masson. 215-408.

Golmakani M. T. et Rezaei K. 2008. *Food chemistry*, 109 : 925-930.

Gonzalez-Trujano., M.E., Pena, E.I., Martinez, A.L., Moreno, J., Guevara-Fefer, P., Deciga-Campos, M., Lopez-Munoz, F.J. 2007. Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. *J Ethnopharmacol.* 111: 476-482.

Gutierrez F., Jimenez B., Ruiz A. et Albi M. A. 1999. Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties *Picual* and *Hojiblanca* and on the different components involved. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 121-127.

Gutierrez F., Arnaud T. et Garrido A. 2001. Contribution of polyphénols to the oxidative stability of virgin olive oil. *Journal of Sciences and Food Agriculture*, 1-8.

H

Harwood J. L. et Aparicio R. 2000. Handbook of olive oil: analysis and properties. Gaithersburg, Maryland, USA: Aspen publications, Inc. 620 page

Heinrich M., Kufer J., Leonti, M., Pardo-de-Santayana M. 2006. Ethnobotany and ethnopharmacology-Interdisciplinary links with the historical sciences. *J Ethnopharmacol*, 107: 157-160.

Herrero M., Arraez-Roman D., Seguera A., Kenndler E., Gius B., Raggi M. A., Ibanez E. et Cifuentes A. 2005. Pressurized liquid extraction-capillary electrophoresis-mass spectrophotometry for the analysis of polar antioxidants in rosemary extracts. *Journal of Chromatography A*, 1084, 54-62.

Huang S. C., Hoc C. T., Hoc C. T., Lin-Shiaub S. Y. et Lin J. K. 2005 . Carnosol inhibits the invasion of B16/F10 mouse melanoma cells by suppressing metalloproteinase-9 through down-regulating nuclear factor-kappa B and C-Jun. *Biochemical Pharmacology*, 69 : 221-232.

Hui-Hui Z., Peng-Fei T., Kan Z., Hui W., Bao-Huai W. et Jing-Fen L. 2001. Antioxidants properties of phenolic diterpenes from *Rosmarinus officinalis*. *Acta Pharmacologica Sinica*, 22 (12): 1094-1098.

J

Jacotot B et Richard J.L.1989. L'huile d'olive.*RFD*.192 (2): 45-48.

Jiménez-Arellanes A., Martínez R., García R., León-Díaz R., Aluna-Herrera J., Molina –Salinas G. et Said-Fernández S. 2006. *Pharmacologyonline.*, 3 : 569-574.

K

Kristakis A, 1990. Olive oil. *American oil chemists society* champaign. Illinors. aqq62-74

L

Lanzon A., Albi T., Cert A. et Gracian J. 1994. The Hydrocarbon Fraction of Virgin Olive Oil and Changes Resulting From Refinig. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 71: 285-291.

Le Grusse J. 2003. Structure chimique et propriétés physicochimiques. In : Les vitamines dans les Industries Agro-alimentaires. Bourgeois, C. Eds : *Tec et Doc. Lavoisier*, Paris, 5-23.

Loziene, K., Venskutonis, P. R., Sipailiené, A. et Labokas, J. 2007. Radical scavenging and antibacterial properties of the extracts from different *Thymus pulegioides* L. chemotypes. *Food Chem.* 103: 546-559.

M

Mercury M., Tschan W., Kehoe R. et Kuechler A. 2007. The presence of depression and anxiety in Parkinson disease. *Disease-a-Month*, 53 (5): 296-301.

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

Moreno J. J. 2003. Effect of olive oil minor components on oxidative stress and arachidonic acid mobilization and metabolism by macrophage raw 264.7. *Free Radical Biology and Medecine*, 35 (9): 1073-1081.

N

- Néve J. 2002.** Modulation de l'apport alimentation en antioxidant. Optimisation of dietary intak of antioxidant. *Nutrition Clinique*,6: 292-300.
- Nkondjock A., Shatenstein B., Maisonneuve P. et Ghadirian P. 2003.** Assessment of risk associated with specific fatty acids and colorectal cancer among French-Canadians in Montreal : a case-control study. *International Journal of Epidemiology*, 32 (2): 200-209.
- Nghdi B.H., Yazdani D., Mohammad Ali S. et Nazari F. 2004.** Effet of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/ quantity of oil in thyme, *thymus vulgaris L Industrial Corps and Products*; vol.(19) : 231-236.
- Nouhad, A., et Tsimidou, M. 1998.** Aceites de oliva aromatizados con hierbas y especias. Ideas preconcebidas de los consumidores potenciales sobre las propiedades nutricionales y sensorales de estos productos. *Olivae*, 71 : 56-62.

O

- Ollivier D., Artaud J., Pinatel C., Souillol S., Guère M. et Artaud J. 2004.** Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierge. *Anales des falcifications, de l'expertise chimique et toxicologique*, 2ème semestre, 965 : 169-196.
- Osawa C. C., Guaraldo A. L. et Ragazzi S. (2007).** Correlation between free fatty acids of vegetable oils evaluated by rapid tests and by the official method. *Journal of Food Composition and analysis*, 20 : 523-528.
- Ouesselati I., Anniva C., Daoud D.,Tsimidou M.Z et Zarrouk M. 2009.** Virgin olive oil (VOO) production in Tunisia: The commercial potential of the major olive varieties frome the arid Tataouine zone. *Food Chemistry*,112: 733-741.

P

- Peng Y., Yuan J., Liu F. et Ye J. 2005.** Determination of active components in rosemary by capillary electrophoresis with detection. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 39, 421- 437.
- Perez-Jimenez F., Ruano J., Perez-Martinez 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*, 51:1199-1208.

Perona J.S. Alonso A .et Martinez-Gonzalez M .2010. Virgin olive oil and blood pressure in hypertensive elderly subjects. *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, 85:807-812.

Perrin, J-L. 1992. Les composés mineurs et les antis oxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Revue française des Corps Gras*, janvier- février , ½ : 25-31p.

Peter K. V. 2004. Rosmary. In « Handbook of herbs and spices ». 2: 253-265.

Petersen M. et Simmonds M. S. J. 2003. Rosmarinic acid. *Phytochemistry*, 62, 121-125.

Poletti A. 1988. Fleurs et plantes médicinales. 2^{ème} Edition. Ed : Delachaux & Niestlé. Paris, 222p.

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.

Psomiadou E. et Tsimidou M. 2002. Stability of virgin olive oil. Autoxidation studies. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50:716-721.

Q

Quezel P. et Santa S. 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome I, C.N.R.S.Paris.

R

Rasooli I., Rezaei M. B. et Allameh A. 2006. Ultrastructural studie on antimicrobial efficacy of thyme essential oils on *Listeria monoytogenes*-*International of Journal of Infectious Diseases*; vol (10): 236-24.

Rohlley Y. 2000 La fabrication de l'huile d'olive: une étude bibliographique. CBEARC de Montpellier,6-22.

Rowan K. 1989. Photosynthetic pigments of algae, *Cambrige University Press*.

Ryan, D. et Robards K.1998. Science technologie : Charles strut university.PO B588.pp.28-33.

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

S

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

Selmi S. et Sadok S. 2008. *Pan-American Journal of aquatic sciences.*, 3 (1) : 36-45.

Shklar G. et Oh SK. 2000. Experimental basis for cancer prevention by vitamin E. *Cancer Invest*, 18: 214-22.

Soyal, D., Jindal, A., Singh, I. et Goyal, P.K. 2007. Modulation of radiation-induced biochemical alterations in mice by rosemary (*Rosemarinus officinalis*) extract. *Phytomedicine*.14: 701-705.

T

Taepavarapruk P. et Song C. 2010. Reduction of acetylcholine release and nerve growth factor expression are correlated with memory impairment induced by interleukin-1beta administrations: effects of omega 3 fatty acid EPA treatment. *Journal of Neurochemistry*, 112 (4):1054-1064.

Takeuchi H., Lu Z. G. et Fujita T. 2004. *Bioscience, biotechnology and biochemistry*, 68 (5): 1113- 1134.

Teuscher E. Anton R. et Lobstein A. 2005. *Plantes aromatiques*. Ed :Technique et documentation. LAVOISIER, p 416-444.

V

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

Velasco J. et Dobarganes C. 2002. Oxidative stability of virgin olive oil. analytical approaches and sensor panels. *European Journal of Lipid Science and Technology*,104: 639-660.

Venkateshwarlu G., Let M. B., Meyer A. S et Jacobsen C .2004. Modeling the sensory impact of defined combinations of volatile lipid oxidation products on fishy and metallic off-flavors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (6): 1635-1641.

Visioli et Gali. 2002. Biological Properties of Olive Phytochemicals. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 221p.

W

Wichtl M. et Anton R. 2003. Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2^{ème} édition. Ed. Technique et documents. Lavoisier Paris. ISBN : 2-7430-0631. Pp 523-525.

Y

Yangui T., Dhouib A., Rhouma A. et Sayadi, S. 2009. Potential of hydroxytyrosol-rich composition from olive mill wastewater as a natural disinfectant and its effect on seeds vigourresponse. *Food Chemistry*, 117:1-8.

Tableau : Les différentes catégories de l'huile d'olive et leurs critères de qualité (COI, 2015)

	Huile d'olive Extra vierge	Huile d'olive vierge	Huile d'olive vierge courante	Huile d'olive vierge lampante	Huile d'olive raffinée	Huile d'olive	Huile de grignons d'olive brute	Huile de grignons d'olive raffinée	Huile de grignons d'olive
<u>Acidité libre</u> % en acide oléique	≤ 0,8	≤ 2,0	≤ 3,3	> 3,3	≤ 0,3	≤ 1,0		≤ 0,3	≤ 1,5
<u>Indice de peroxyde</u> En milliéquivalents d'oxygène des peroxydes par kg d'huile	≤ 20	≤ 20	≤ 20		≤ 5	≤ 15		≤ 5	≤ 15
<u>Absorbance dans l'UV</u> à 270 nm à 232 nm	≤ 0,22 ≤ 2,5	≤ 0,25 ≤ 2,6	≤ 0,30		≤ 1,10	≤ 0,90		≤ 2,00	≤ 1,70
<u>La teneur en l'eau</u> H%	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2		≤ 0,03			≤ 0,03	

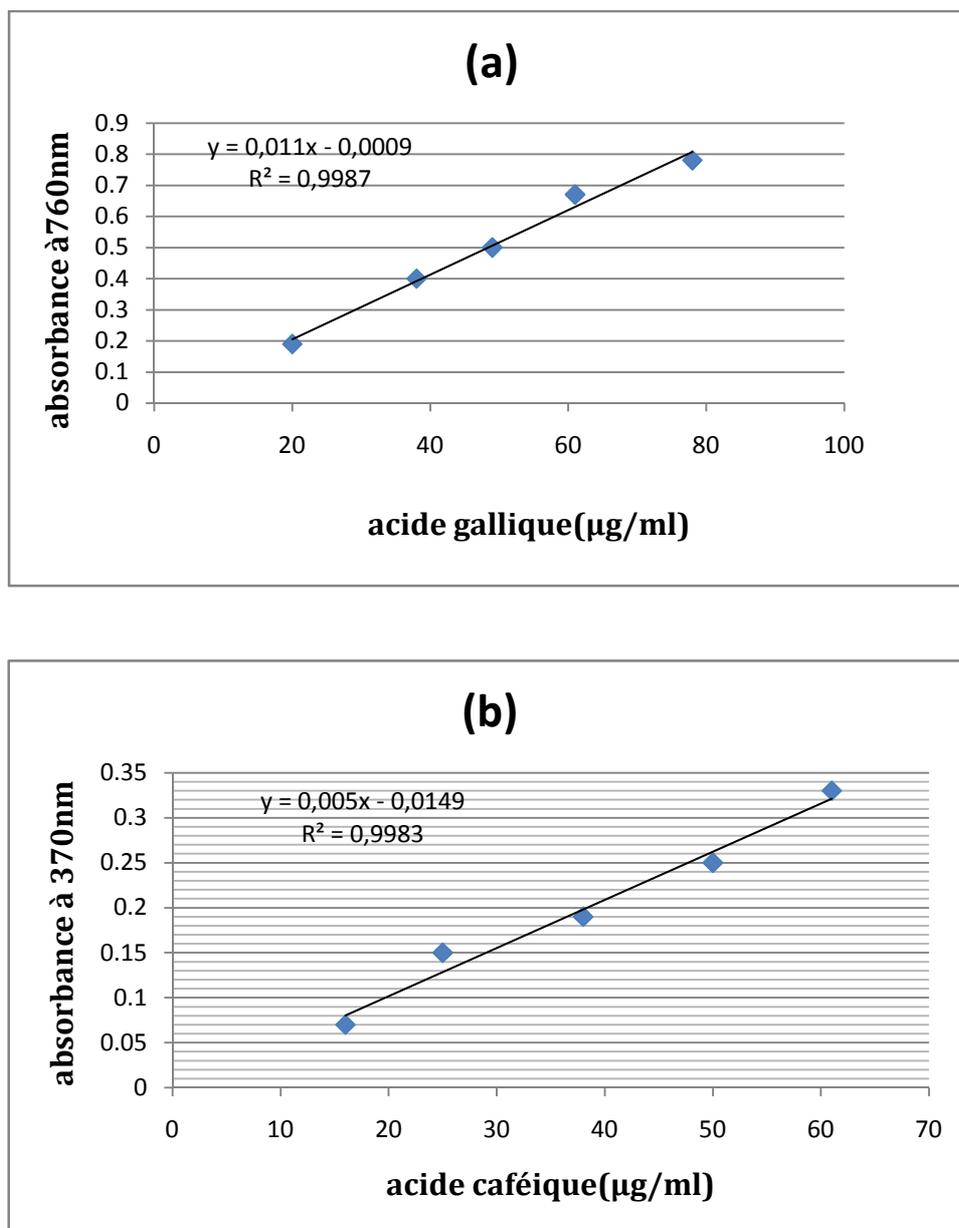


Figure 1 : Les courbes d'étalonnage

- a) Les polyphénols totaux
- b) Les *ortho*-diphénols

Résumé

La présente étude a pour objectif d'évaluer la qualité de l'huile d'olive vierge commercial additionnée de plantes aromatiques : « le romarin et le thym », à différentes températures et périodes de stockage.

Nous avons étudié les critères de qualité des huiles d'olives témoins et des huiles aromatisées aux plantes « acidité, indice de peroxyde, l'extinction dans l'ultraviolet et humidité » ainsi que leur composition « pigments, composés phénoliques totaux et *ortho*-diphénols ». Après l'addition du romarin et du thym, les résultats obtenus révèlent que les indices de qualité (acidité, indice de peroxyde et l'extinction dans l'ultraviolet) et l'humidité sont en générale conformes aux normes recommandées par le C.O.I. (2015) ce qui nous a permis de classer nos huiles dans la catégorie vierge extra. L'aromatisation de l'huile d'olive engendre une augmentation de la teneur en chlorophylle et en caroténoïdes. L'ajout du romarin a engendré une diminution des polyphénols totaux. Par contre, l'huile d'olive aromatisée au thym se caractérise par une augmentation importante des polyphénols totaux après 15 jours de stockage.

Mots clés : huile d'olive, romarin, thym, aromatisation, qualité, stockage.

Summary

The present study aims to evaluate the quality of the virgin olive oil commercial added with aromatic plants: "rosemary and thyme", at various temperatures and periods of storage. We studied the quality standards of the pilot olive oils and the oils aromatized with the plants "acidity, index of peroxide, the extinction in the ultra-violet and moisture" like their composition "pigments, phenolic compounds total and *ortho*-diphenols". After the addition of rosemary and thyme, the results obtained reveal that indices of quality (acidity, index of peroxide and the extinction in the ultra-violet) and moisture are in general in conformity with the standards recommended by the C.O.I. (2015) what has enables to us to classify our oils in the extra virgin category. The aromatization of the olive oil generates an increase in the content of chlorophyll and carotenoids. The addition of rosemary generated a reduction in total polyphenols. On the other hand, the olive oil aromatized with thyme is characterized by a big raise of total polyphenols after 15 days of storage.

Keywords: olive oil, rosemary, thyme, flavoring, quality, storage.