

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.
Filière : Sciences Alimentaires.
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire.

Thème

Contribution à l'étude de la qualité d'huile d'olive de trois régions : Guelma, Skikda et Jijel

Présenté par :

ATTAFI Nahla Fatima Zohra
BOUGHAMSSA Ilyes
LABRECHE Bouchra
MOUHALLEL Faris

Soutenu devant le jury composé de :

| | | | |
|--------------------|-----------------------------|-------|------------------------------|
| Président : | Mr. BOUSBIA A. | M.C.A | Université 8 Mai 1945 Guelma |
| Encadrant : | Mr. MEZROUA E. | M.C.B | Université 8 Mai 1945 Guelma |
| Examineur : | M ^{me} . YDJEDD S. | M.C.B | Université 8 Mai 1945 Guelma |

Jun 2022

Remerciement

En premier lieu, nous remercions *Allah* Le Tout Puissant pour qu'il nous ait aidés à réaliser et finir ce travail.

Nous remercions Dr. BOUSBIA Aissam d'avoir accepté de présider ce jury et Dr. YDJEDD Sihem d'avoir examiné ce travail. Nous sommes honorés par ce jury qui est composé de nos chers enseignants.

Nous avons également l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadrant Dr. MEZROUA El Yamine pour tous ses efforts, sa précieuse, son aide, ces orientations et le temps qu'il nous a accordé pour l'encadrement.

Nous remercions Mr. FAREH Imed (inspection phytosanitaire de wilaya de Guelma) pour son aide considérable dans ce travail.

Nous remercions tous les enseignants de domaine de Science de la Nature et de la Vie de la Faculté SNVSTU de l'Université 8 Mai 1945 Guelma.

Nous adressons nos sincères remerciements à Mme BOUGHAZI de nous avoir accueilli dans le laboratoire pédagogique de la faculté SNVSTU et pour la confiance et l'aide qu'elle nous a accordé.

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Nous dédions ce travail, le fruit de notre cycle d'étude, à :

nos parents, nos frères, nos sœurs et nos amis.

Résumé

L'huile d'olive est un excellent produit végétal dont sa qualité est influencée par certains facteurs ; le climat, la maturation des olives, méthodes de récolte et d'extraction ainsi que la durée et les conditions de stockage. Ce travail s'est basé sur une comparaison de la qualité d'huile d'olive de trois régions productives ; Jijel, Skikda, Guelma en se focalisant sur des paramètres physicochimiques ; acidité, teneur en eau et le pH ainsi que des paramètres organoleptiques. Les résultats obtenus ont permis de classer les huiles d'olive de Guelma, de Jijel et de Skikda en catégorie de l'huile d'olive extra vierge. L'huile d'olive de Skikda présente la teneur en acidité la plus faible par rapport aux autres huiles d'olive étudiées. Cependant, L'huile d'olive de Guelma présente la teneur en eau la plus élevée (0.23 %) et le pH le plus faible (6.14) par rapport aux autres produits. Les analyses sensorielles montrent que les huiles d'olive de Guelma et de Jijel ont une bonne qualité organoleptique par rapport à celle de Skikda, elles sont moyennement fruitées, moins amères et légèrement piquantes.

Mots-clés : huile d'olive, paramètres, physicochimiques, organoleptiques, qualité.

Abstract

Olive oil is an excellent vegetable product whose its quality is influenced by certain factors; climate, olive ripening, harvesting and extraction methods as well as time and conditions of storage. This work was based on a comparison of the quality of olive oil from three productive regions Jijel, Skikda and Guelma by focusing on physic-chemical parameters; acidity, water content and pH as well as organoleptic parameters. The results obtained made it possible to classify the olive oils of Guelma, Jijel and Skikda in the category of extra virgin olive oil. Olive oil of Skikda has the lowest acidity level compared to other olive oils studied. However, olive oil of Guelma has the highest water content (0.23%) and the lowest pH (6.14) compared to other products. The sensory analyzes show that the olive oils of Guelma and Jijel have a good organoleptic quality compared to that of Skikda, they are moderately fruity, less bitter and slightly pungent.

Key-words: olive oil, parameters, physicochemical, organoleptic, quality.

ملخص

زيت الزيتون هو منتج نباتي ممتاز تتأثر جودته بعوامل معينة منها؛ المناخ ونضج الزيتون و طرق الحصاد والاستخلاص وكذلك مدة التخزين وظروفه. اعتمد هذا العمل على مقارنة جودة زيت الزيتون المنتج في ثلاث مناطق معروفة بهذا المنتج وهي جيجل و سكيكدة و قالمة من خلال التركيز على المعايير الفيزيائية والكيميائية كالحموضة و محتوى الماء و pH وكذلك المعايير الحسية للتذوق. أتاحت النتائج المتحصل عليها تصنيف زيوت زيتون قالمة و جيجل و سكيكدة ضمن فئة زيت الزيتون البكر الممتاز. يحتوي زيت الزيتون سكيكدة على أقل نسبة حموضة مقارنة بزيوت الزيتون الأخرى التي تمت دراستها. كما بينت هذه الدراسة أن زيت زيتون قالمة يحتوي على أعلى محتوى مائي (0.23%) وأدنى pH (6.14) مقارنة بالمنتجات الأخرى. كما أظهرت التحليلات الحسية للتذوق أن زيت زيتون قالمة و جيجل يتمتع بنوعية حسية جيدة مقارنة بزيوت زيتون سكيكدة، فهي ذات دوق فاكهي معتدل وأقل مرارة و غير حارة.

الكلمات المفتاحية: زيت الزيتون، المعايير، الكيميائية والفيزيائية، الحسية، الجودة.

Sommaire

| | |
|--------------------|---|
| Introduction | 1 |
|--------------------|---|

Chapitre I:Huile d'olive

| | |
|---|---|
| 1. Définition | 2 |
| 2. Catégories de l'huile d'olives..... | 2 |
| 3. Composition chimique de l'huile d'olive..... | 2 |
| 3.1. Fraction saponifiable | 3 |
| 3.1.1. Triglycérides..... | 3 |
| 3.1.2. Acides gras | 3 |
| 3.2. Fraction insaponifiable..... | 4 |
| 3.2. 1. Stérols..... | 4 |
| 3.2.2. Composés aromatiques..... | 5 |
| 3.2.3. Tocophérols..... | 6 |
| 3.2.4. Pigments | 6 |
| 3.2.5. Hydrocarbures | 7 |
| 3.2.6 Composés phénoliques | 7 |

Chapitre II:Amélioration de la qualité de l'huile d'olive

| | |
|--|----|
| 1. Définition de qualité de l'huile d'olives..... | 13 |
| 2. Critères de la qualité d'huile d'olive | 13 |
| 2.1. Critères physico-chimiques d'appréciation de la qualité de l'huile d'olives | 13 |
| 2.1.1. L'acidité | 13 |
| 2.1.2. Indice de peroxyde | 13 |
| 2.2. Critères organoleptique | 13 |
| 3. Critères de qualité relative à l'altération | 14 |
| 3.1. Critères physique..... | 14 |
| 3.2. Critères chimique | 14 |
| 3.3. Critères microbiologique..... | 14 |

| | |
|---|----|
| 4. FACTEURS AFFECTENT LA QUALITE DE L'HUILE D'OLIVE | 14 |
| 4.1.FACTEURS PEDOCLIMATIQUES..... | 14 |
| 4.2.Maturation des olives | 14 |
| 4.3. Technologie d'extraction..... | 15 |
| 4.4. Systèmes de récolte des olives | 15 |
| 4.4.1. Méthode traditionnelle | 15 |
| 4.4.2. Récolte mécanisé des olives | 15 |
| 4.5. Stockage des olives avant trituration..... | 16 |
| 4.6. L'incidence des conditions de stockage | 16 |
| 4.7.Ravages et maladies | 17 |

Partie Expérimentale

Matériel et méthodes

| | |
|---------------------------------|----|
| 1. Matériel et méthodes | 18 |
| 1.1.Analyses chimiques | 19 |
| 1.2.Analyses physiques | 20 |
| 1.3.Analyses sensorielles | 21 |

Résultats et discussion

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| 2- Résultats et discussion | 24 |
| 2.1.Analyses Chimiques..... | Erreur ! Signet non défini. |
| 2.2.Analyses Physiques..... | Erreur ! Signet non défini. |
| 2.3.Analyses Sensorielles..... | 25 |
| Conclusion..... | 27 |
| Références bibliographiques | 28 |

Annexe

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 Structure des tocophérols | 6 |
| Figure 2 Principaux composés phénoliques de l'huile d'olive..... | 8 |
| Figure 3 Structure de l'oleuropéine (a) et du ligstroside (b) | 10 |
| Figure 4 Structure chimique des principaux alcools phénoliques présents dans l'huile d'olive..... | 11 |
| Figure 5 Structures chimiques des principaux flavonoïdes présents dans l'olive | 11 |
| Figure 6 Structure chimique des lignanes présents dans l'huile d'olive | 12 |
| Figure 7 Structures chimique des hydroxy-isocheromanes présent dans l'huile d'olive | 12 |
| Figure 8 Carte géographique présente la région de prélèvement d'huile d'olive de skikda. | 18 |
| Figure 9 Carte géographique présente la région de prélèvement d'huile d'olive de JIJEL. . | 19 |
| Figure 10. Carte géographique présente la région de prélèvement d'huile d'olive de Guelma. | 19 |
| Figure 11. Représentation du la salle de gustation | 22 |
| Figure 12 . Dégustateurs lors de la rédaction des résultats sur le questionnaire. | 22 |

Liste des tableaux

| | |
|---|------------------------------------|
| Tableau 1 Les différentes catégories d'huile d'olive et leurs critères de qualité | 2 |
| Tableau 2. Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (% m/m d'esters méthyliques) | 4 |
| Tableau 3. Les teneurs en différents stérols de l'huile d'olive..... | 5 |
| Tableau 4. Structures chimiques des acides phénoliques présents dans l'huile d'olive | 9 |
| Tableau 5 . : Résultats des paramètres physico-chimiques des huiles analysées Erreur ! Signet non défini. | |
| Tableau 6. Résultats des attributs positifs d'huile d'olive de trois échantillons. | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 7. Résultats des caractéristiques organoleptiques des huiles étudiés..... | 26 |

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

Aw: Activité d'eau

C.A : *Codex Alimentarius*

COI : Conseil oléicole international

JORA : Journal Officielle de la République Algérienne

C.E.E : Communauté Economique Européenne

K232 : Coefficient d'extinction spécifique à 232nm

K270 : Coefficient d'extinction spécifique à 270nm.

Introduction

Introduction

L'huile d'olive est le produit méditerranéen par excellence. On la retrouve à travers l'histoire, depuis la civilisation grecque jusqu'à nos jours. Elle est la principale source des matières grasses du régime alimentaire méditerranéen qui est bien connu pour ses effets bénéfiques sur la santé humaine (**Veillet, 2010**).

Selon les normes officielles, l'huile d'olive ne peut être obtenue qu'à partir du fruit de l'olivier et uniquement par utilisation de procédés physiques (**COI, 2011**).

La production mondiale d'huile d'olive est concentrée dans la région méditerranéenne avec 98%, dont 75% sont produites par les États de l'Union Européenne (**Kavallari et al., 2011**). L'huile d'olive vierge, a une valeur ajoutée qui est tributaire de la qualité. Celle-ci est définie comme l'ensemble des caractéristiques physicochimiques et sensorielles, permettant de classer l'huile d'olive et d'entrevoir sa stabilité (**Luaces et al., 2003**).

Les propriétés biologiques de l'huile d'olive sont liées à sa composition en acides gras, notamment l'acide oléique ainsi qu'à la présence de composés mineurs, tels que les vitamines et les antioxydants naturels qui ont un effet protecteur contre les altérations cellulaires induites par les radicaux libres (**De Faveri et al., 2008**).

Divers composés phénoliques ont été identifiés dans l'huile d'olive : les alcools phénoliques, les lignanes, les flavonoïdes et les sécoiridoïdes. Ces composés représentent les antioxydants les plus importants qui confèrent à l'huile d'olive ses propriétés organoleptiques et contribuent à sa stabilité contre l'oxydation lors du stockage (**Tanouti et al., 2011 ; Bajoub et al., 2015**). En effet, l'activité antioxydante de l'huile d'olive est liée à sa richesse en antioxydants, notamment en certains composés phénoliques tel que l'hydroxytyrosol (**Visioli et al., 2002**).

La qualité de l'huile d'olive ne dépend pas seulement des pratiques de culture, de la période de la récolte, des techniques de récolte et post-récolte utilisées mais considérablement de la variété (**Dugo et al., 2004, Soufi et al., 2018**).

L'Algérie fait partie des principaux pays méditerranéens dont le climat est le plus adapté à la culture de l'olivier pour donner une huile de bonne qualité. Plusieurs régions dans le territoire national sont productives de ce produit dans l'Est, l'Ouest, le centre et même le Sud du pays, mais dans la littérature, il existe peu d'études comparatives sur la qualité huile d'olive dans les différentes régions.

Dans ce contexte général, l'objectif de cette étude est de comparer la qualité de l'huile d'olive dans trois régions productives de l'Est de pays ; Guelma, Jijel et Skikda.

Le présent mémoire de fin d'études est divisé en deux parties

- Une partie bibliographique comportant les catégories de l'huile d'olive, sa composition chimique et l'amélioration de sa qualité ;
- Et une deuxième partie qui est pratique, illustrant le protocole expérimental et les résultats obtenus dans cette étude.

Chapitre I.

Huile d'olive

1. Définition

Selon le *Codex Alimentarius* « C'est l'huile provenant uniquement du fruit d'olivier (*Olea europaea L.*) à l'exclusion des huiles obtenues par solvants ou par procédés de estérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature ».

2. Catégories de l'huile d'olives

L'huile d'olive comprend diverses appellations vierges extra, vierge ou vierge fine, vierge courante et vierge lampante (**Perrin, 1992**), Les différentes catégories d'huile d'olive vierge ainsi que les limites des critères de qualité établies par le (**COI, 2003**), sont représentées dans le tableau 1

Tableau 1 Les différentes catégories d'huile d'olive et leurs critères de qualité (**COI, 2003**)

| Huile Paramètre | Huile d'olive vierge extra | Huile d'olive vierge | Huile d'olive vierge courante | Huile d'olive vierge lampante |
|---|-----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Caractéristiques organoleptiques -Fruité -Défaut | Me >0 Me = 0 | Me >0 0 < Me < 2,5 | Me = 0 2,5 < Me < 6,0 | - Me > 6,0 |
| Acidité libre (% d'acide oléique) | ≤ 0,8 | ≤ 2 | ≤ 3,3 | > 3,3 |
| Indice de peroxyde (még O ₂ /Kg) | ≤ 20 | ≤ 20 | ≤ 20 | Non limité |
| Extinction spécifique (UV) -K232 -K270 | ≤ 2,5 ≤ 0,22 | ≤ 2,6 ≤ 0,25 | - ≤ 0,3 | -- |

Me : Médiane

3. Composition chimique de l'huile d'olive

D'olive vierge est un système chimique complexe constitué de plus de 250 composés (**Angerosa et al., 2004 ; Kiritsakis, 1993**). La composition de l'huile d'olive change selon la variété du fruit, des conditions agronomiques, du degré de maturité, des procédés d'extraction

et des conditions de stockage (**Cichelli et Pertesana, 2004**). Les composés peuvent être classés en deux grands groupes

- Les substances saponifiables (triglycérides, acides gras,) (de 96 à 98% de l'huile) ;
- Les substances insaponifiables (de 2 à 4% de l'huile).

3.1. Fractions saponifiables

3.1.1. Triglycérides

Ce sont des triesters d'acides carboxyliques avec le glycérol (**Murry, 1998**), constituent le principal composant de l'huile d'olive (89-99%) (**Doveri et Baldoni, 2007**). Les triglycérides sont fondamentalement responsables des propriétés physicochimiques de l'huile (**Tlantikite, 1988**). Les principaux triglycérides de l'huile d'olive sont la trioléine « OOO » (40 à 60 %), la dioléopalmitine « POO » (10 à 20 %), la dioléolinoléine « OOL » (10 à 20 %), la palmitooléolinoléine « POL » (5 à 7 %) et la dioléostéarine « SOO » (3 à 7 %)(**Ryan et al.,1998 ; Boskou et al., 2006**).

3.1.2. Acides gras

Les acides gras sont des molécules organiques comprenant une chaîne carbonée terminée par un groupement carboxyle. Ce sont des monoacides linéaires à nombre pairs (majoritaires) et impairs d'atomes de carbone dont le nombre varie de 14 à 24.

Leur chaîne aliphatique est soit saturée soit mono ou polyinsaturée. Ils se composent en moyenne de 72% d'acides gras mono insaturés, de 14% d'acides gras polyinsaturés et de 14% d'acides gras saturés (norme européenne).

Dans la nature, ils se trouvent sous la forme de triesters entre des acides gras et du glycérol (encore appelés triacylglycérols (TAG) (Cuvelier et Maillard, 2012) Selon la formule

Glycérol + 3 acide gras triacylglycérol + 3H₂O

L'huile d'olive présente une composition très variable en acide gras, cette composition change selon la variété, les conditions climatiques, l'origine géographique, la variété ainsi que la maturation des olives (**Veillet, 2010**).

Le Conseil Oléicole International a fixé des valeurs pour les teneurs en acides gras dans l'huile d'olive (Tableau 2).

Tableau 2. Composition en acides gras par chromatographie en phase gazeuse (% m/m d'esters méthyliques) (COL., 2013)

| Acide Gras | Nomenclature | Huile d'olive |
|------------------------------------|--------------|---------------|
| Acide myristique | C14 0 | < 0,03 |
| Acide palmitique | C16 0 | 7,50 - 20,00 |
| Acide palmitoléique | C16 1 | 0,30 - 3,50 |
| Acide heptadécanoïque | C17 0 | < 0,30 |
| Acide heptadécénoïque | C17 1 | < 0,30 |
| Acide stéarique | C18 0 | 0,50 - 5,00 |
| Acide oléique | C18 1 | 55,00 - 83,00 |
| Acide linoléique | C18 2 | 3,50 - 21,00 |
| Acide linolénique | C18 3 | < 1,00 |
| Acide arachidique | C20 0 | < 0,60 |
| Acide gadoléique (eïcosénoïque) | C20 1 | < 0,40 |
| Acide béhénique | C22 0 | < 0,20 |
| Acide lignocérique | C24 0 | < 0,20 |

3.2. Fractions insaponifiables

L'insaponifiable de l'huile d'olive comprend des composants mineurs qui représentent environ 2 % du poids d'huile et incluent plus de 230 composés chimiques (polyphénol stocophérols, hydrocarbures, bêta- carotène, esters, aldéhydes, cétones, alcool, stérols, etc....) (José *et al.*, 2006) .

L'huile d'olive se caractérise par son parfum délicat et unique. Cet arôme très particulier est dû à toute une gamme de composants présents à très faibles concentrations.

3.2.1. Stérols

Les stérols sont des molécules complexes comportant une fonction alcool (**Dilmi-Bouras, 2004**) .appelés phytostérols occupent la plus grande partie de la matière insaponifiable des huiles constituants non glycéridique, ils représentent en poids environ 50% de l'insaponifiable .Les principaux stérols de l'huile d'olive sont le β -sitostérol (75% à 90%), le Δ -5-avenastérol et le campestérol. D'autres stérols sont également présents à l'état de

traces, à savoir le cholestérol, le Δ -7-stigmastérol, le Δ -7-avenastérol et le campestanol (Boskou *et al.*, 2006). Les teneurs en stérols varient en fonction de l'origine géographique (Ben Temime *et al.*, 2008) comme elles sont influencées par la variété des olives et leur degré de maturité (Granier, 2006).

Tableau 3. Les teneurs en différents stérols de l'huile d'olive (Ouaouich et Chimi, 2007)

| Desméthylstérols | Teneurs |
|---|--|
| Cholestérol | < 0.5% |
| Brassicastérol | < 0.1% |
| Stigmastérol | < 4.0% |
| Delta-7-stigmastérol | < copesttérol pour l'huile commerciale |
| Bêtasistérol, Δ -5-avénostérol, Avénostérol, cléistérol, Δ -5-23-stigmastiérol, Δ -5-24-stigmastiérol. | < 0.5% |
| Stérols totaux | > 1000 mg/ kg |
| Erythrol et uvaol (% des stérols totaux) | < 4.5% |

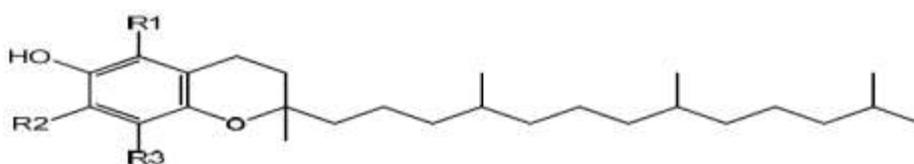
3.2.2. Composés aromatiques

Plus de cent composés contribuent à l'arôme délicat et unique de l'huile d'olive. Ces composés proviennent des fruits et ils sont incorporés à l'huile durant le broyage et le malaxage des olives (Salas *et al.*, 2000; Angerosa *et al.*, 2001). Les composés aromatiques sont des molécules de faible poids moléculaire (inférieur à 300 Da) possédant une volatilité à température ambiante. On estime que plus de 70 composés contribuent au goût particulier de l'huile d'olive. Parmi ceux-ci figurent des produits de dégradation d'acides gras insaturés comme des aldéhydes (notamment hexanal, nonanal, 1-hexanol ou 2,4-décadienal). De plus, des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, des alcools, des cétones, des éthers, des esters

ainsi que des furanes et des dérivés thioterpéniques contribuent de manière notable à l'odeur et la saveur de l'huile (**Kiritsakis et Markakis, 1987**).

3.2.3. Tocophérols

Les tocophérols sont prédominants dans l'huile d'olive. Ils jouent un rôle d'antioxydants naturels, ce qui contribue à la stabilité dans la qualité nutritionnelle de l'huile d'olive (**Graille, 2003**). En effet, ils ont tout d'abord l'atout d'être une vitamine liposoluble (vitamine E) et ils ont également une forte activité anti-oxydante (**Burton G.W. et al, 1986**). La teneur totale en tocophérols dans les huiles d'olive est très variable (**Boskou D. et al, 2006**).



| R1 | R2 | R3 | Dénomination |
|-----|-----|-----|--|
| CH3 | CH3 | CH3 | α -tocophérol (5,7,8-triméthyltolcol) |
| CH3 | H | CH3 | β -tocophérol (5,8-diméthyltolcol) |
| H | CH3 | CH3 | γ -tocophérol (7,8-triméthyltolcol) |
| H | H | CH3 | δ -tocophérol (8-méthyltolcol) |

Figure 1. Structure des tocophérols (**Chanforan., 2010**)

3.2.4. Pigments

Les pigments sont des substances colorantes. Ils sont considérés également comme des composés importants pour la conservation de la qualité d'huile d'olive, en raison de leur nature antioxydante dans l'obscurité et pro-oxydante à la lumière (**Oueslati et al., 2009; Gomez-Alonso et al., 2007 ; Lazzez et al., 2006 ; Ben Tekaya et Hassouna, 2005**). Ils sont responsables de la couleur verdâtre à jaune de l'huile d'olive selon la variété et le degré de la maturité du fruit (**Cichelli et Pertesana, 2004**) :

a) Pigment chlorophylles

Les chlorophylles représentent un groupe de tétrapyroles à magnésium, leurs teneurs varient de 0 à 20 ppm et elles sont responsables de la nuance verdâtre de l'huile d'olive (**Gandul-Rojas et Minguez Mosquera, 1996**). En effet, les chlorophylles sont des composés photosensibles capables de transférer l'énergie de la lumière aux radicaux libres d'oxygène qui réagissent alors avec les acides gras insaturés de l'huile (**Psomiadou et al., 2002**). Les chlorophylles sont responsables de la couleur verte de l'huile d'olive.

Les chlorophylles a et b et leurs produits de dégradation (pheophytines a et b) présents dans l'huile d'olive ont un pouvoir photo sensibilisateur, ce qui permet la transformation de l'oxygène atmosphérique en oxygène singlet très réactif. En effet, au cours de l'extraction de l'huile, la libération d'acides provoque une perte en chlorophylles a et b, par transformation en phéophytines a et b suite à la perte du Mg^{+2} (**Minguez-Mosquera et al., 1990**).

b) Pigment caroténoïdes

Les principaux caroténoïdes dans l'huile d'olive sont la lutéine, le β -carotène et les xanthophylles suivantes néoxanthine, violaxanthine, lutéoxanthine, anthéroxanthine, mutatoxanthine et bêta-cryptoxanthine (**Ryan et al., 1998 ; Mateos et García-Mesa, 2006**). Les caroténoïdes sont des pigments largement répandus dans la nature. Grâce à leur forte adsorption dans le visible (entre 320 et 550 nm), leur présence en quantité suffisante dans l'huile permet de retarder le phénomène de la photo oxydation et de préserver les paramètres de qualité de l'huile d'olive au cours de son stockage (**Lazzez et al., 2006 ; Castaneda-Ovando et al., 2009**). Ces composés caroténoïdes, et en particulier le β -carotène, sont capables de capturer les radicaux libres oxygénés, et jouent aussi un rôle de filtre anti-UV (**Vandenberg et al., 2000**).

3.2.5. Hydrocarbures

Le Squalène est le principal hydrocarbure de l'huile d'olive un triterpène qui apparaît dans la voie de la biosynthèse du cholestérol, il représente 30 à 50% de la fraction insaponifiable (**Owen et al., 2000 ; El Antari et al., 2000**). Une étude menée par **Kiritsakis (1990)** rapporte que l'huile d'olive possède la plus haute teneur en squalène comparée aux autres huiles entre 136 et 708 mg/100 g.

3.2.6. Composés phénoliques

La plus importante caractéristique de l'huile d'olive est sa richesse en composés phénoliques. Huile d'olive renferme plus de 30 composés phénoliques (**Visioli et Galli, 1994 ; Tuck et Hayball, 2002**). Ce sont des substances naturelles qui confèrent à l'huile d'olive des

propriétés organoleptiques et contribuent à la bonne stabilité de l'huile à l'auto-oxydation (Perrin, 1992 ; Ollivier *et al.*, 2004 ; Tura *et al.*, 2007).

Le tyrosol et l'hydroxytyrosol et leurs dérivés sont les composés les plus importants du point de vue de leur concentration. (Yang D.P. *et al.*, 2007 ; Pinelli. P *et al.*, 2003 ; Garcia A., 2003).

Les principaux composés phénoliques qui existent dans le fruit de l'*Olea europea* sont l'oleuropéine, la diméthyloléuropeine, ligstroside et la verbascoside. Le tyrosol et l'hydroxytyrosol sont directement dérivés de l'hydrolyse de l'oleuropéine et du ligstroside (Benrachou ; 2013) (figure 2).

Les composés phénoliques de l'huile d'olive appartiennent à diverses familles acides et alcools phénoliques, sécoïridoïdes, lignanes, flavonoïdes, etc. L'huile d'olive est quasiment la seule huile contenant des quantités notables de Substances phénoliques naturelles, ces composés confèrent à l'huile son goût si particulier, à la fois amère et fruité (Perrin, 1992). Des études montrent que ces composés ont des propriétés bénéfiques sur la santé humaine, ces effets bénéfiques permettent la prévention des phénomènes de vieillissement (Benrachou ; 2013).

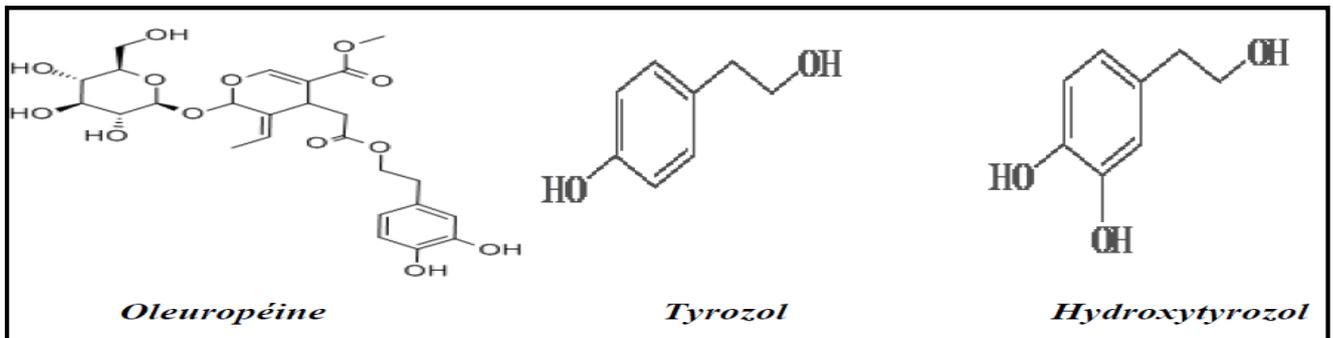


Figure 2. Principaux composés phénoliques de l'huile d'olive.

➤ Classification et la structure chimique

La structure des composés phénoliques va du simple noyau aromatique de faible poids moléculaire jusqu'aux tanins complexes de très haut poids moléculaire. Ils peuvent être classés par le nombre et l'arrangement des atomes de carbone les composant, en fonction de la nature de leur squelette carbone et en fonction de la longueur de la chaîne aliphatique liée au noyau benzénique.

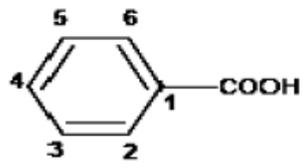
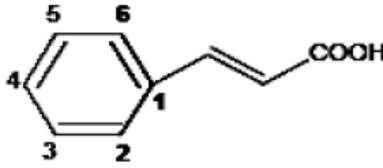
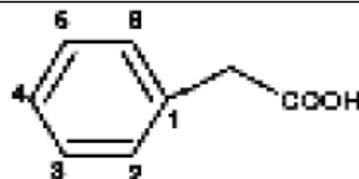
a) Acides phénoliques

Il y a plusieurs composés phénoliques dans l'huile d'olive qui lui donnent un goût particulier. Dont les principaux sont le tyrosol , l'hydroxytyrosol, l'oleuropéine, les

aglycones ligstroside, les formes dialdéhydiques de décarboxyméthyleuropéine et les aglycones ligstroside et en fin les acides gallique, caféine, vanillique, p-coumarique, syringique, férulique, homovanillique, p hydroxybenzoïque et protocateurique (**Kachouri et Hamdi, 2006**). L'oleuropéine est un composé essentiel très répondeu dans les feuilles et les olives, il est responsable de l'amertume des olives (**Andrews et al., 2003 ; Soler-Rivas et al., 2000**).

Selon **Bendini et al. (2007)**, plusieurs acides phénoliques (tableau 4) ont été identifiés et quantifiés dans l'huile d'olive vierge avec de faibles teneurs (< 1 mg/Kg). Ils présentent deux structures de base hydroxybenzoïque et hydroxycinnamique. A côté de ces deux structures de base, ont décrit d'autres composés l'hydroxyphénylacétiques et le DOPAC.

Tableau 4. Structures chimiques des acides phénoliques présents dans l'huile d'olive (**Bendini et al. 2007**).

| Composé | Substituant | Structure |
|-------------------------------------|-------------------------------|---|
| <i>Dérivés hydroxybenzoïques</i> | | |
| - Acide 3-hydroxybenzoïque | - 3-OH |  |
| - Acide p-hydroxybenzoïque | - 4-OH | |
| - Acide 3,4-dihydroxybenzoïque | - 3,4-OH | |
| - Acide gentisique | - 2,5-OH | |
| - Acide gallique | - 3,4,5-OH | |
| - Acide vanillique | - 3-OCH ₃ , 4-OH | |
| - Acide syringique | - 3,5-OCH ₃ , 4-OH | |
| <i>Dérivés hydroxycinnamiques</i> | | |
| - Acide p-coumarique | - 4-OH |  |
| - Acide o-coumarique | - 2-OH | |
| - Acide caféique | - 3,4-OH | |
| - Acide férulique | - 3-OCH ₃ , 4-OH | |
| - Acide sinapique | - 3,5-OCH ₃ , 4-OH | |
| <i>Autres acides phénoliques</i> | | |
| - p-hydroxyphénylacétique | - 4-OH |  |
| - 3,4-dihydroxyphénylacétique | - 3,4-OH | |
| - 4-hydroxy-3-methoxyphénylacétique | - 3-OCH ₃ , 4-OH | |

b) Sécoïridoïdes

Ce sont des compose abondant dans les oléacées et ils sont caractérisés par la présence de l'acide élénolique dans ses formes glucosidiques ou aglyconiques dans leur structure

moléculaire. Appelés aussi « phénols oléosidiques », ils appartiennent au groupe des coumarines.

sécoiridoïdes qui sont des composés glycosylés issus du métabolisme secondaire des terpènes (Soler, 2000). Parmi eux, l'oleuropéine (Figure 3/ a) est le composé majoritaire dans les feuilles d'olivier et dans les olives et c'est le principal responsable de l'amertume des olives (Andrews, 2003 ; Soler, 2000 ; Shasha, 1961). Le ligstroside (un groupement hydroxyle de moins que l'oleuropéine) (Figure 3/ b) est également présent en grande quantité dans l'olive. Cependant, lors de la transformation en huile d'olive, ces molécules sont hydrolysées en de nombreux dérivés de masses moléculaires très variables, les plus grosses molécules résiduelles étant leurs dérivés aglycones. Le composé dominant est l'oleuropéine (ester hétérosidique de 3,4-dihydroxyphényléthanol ou hydroxytyrosol et d'acide élénolique glucoside). Elle représente plus de 14% du poids sec du fruit (Brenes *et al.*, 2011), Des études antérieures indiquent que l'amertume des olives est fortement liée à la présence des formes dialdéhydiques et aldéhydiques de l'oleuropéine aglycone et du ligstroside (Gutierrez-Rosales *et al.*, 2003). Le deacetoxy-ligstroside aglycone est responsable de la sensation piquante, alors que le deacetoxy-oleuropéine aglycone occasionne une sensation piquante très faible (Andrewes *et al.*, 2003)

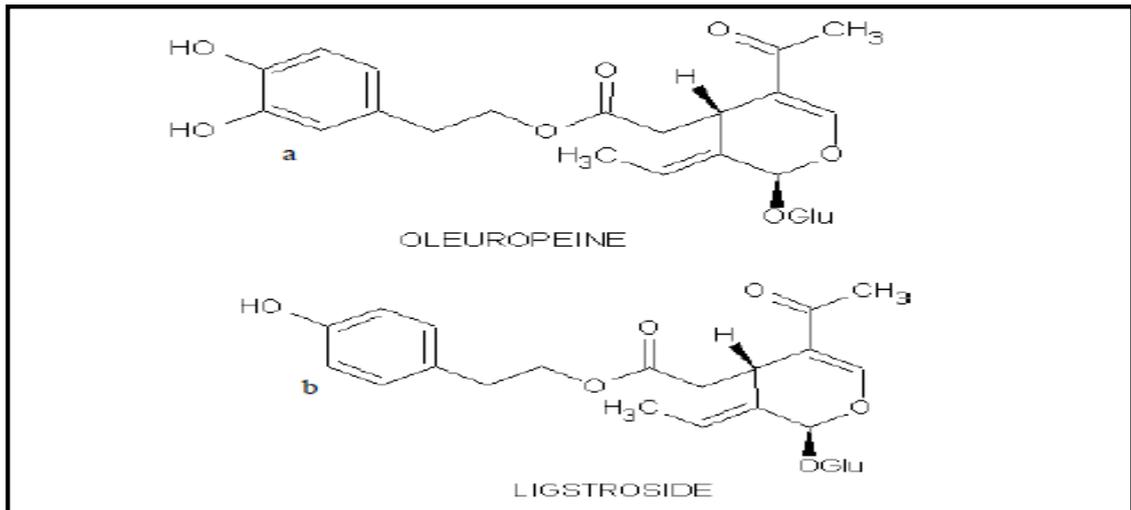


Figure 3. Structure de l'oleuropéine (a) et du ligstroside (b)

c) Alcools phénoliques

Les composés dominants sont l'hydroxytyrosol, l'hydroxytyrosol 4- glucoside et le tyrosol (Figure 4) (Romero *et al.*, 2004 ; Pereira *et al.*, 2006). L'hydroxytyrosol et l'acide élénolique glucoside sont considérés comme indicateurs de la maturation des olives (Soler Rivas, 2000). Des analogues lipophiles de l'hydroxytyrosol sont présents naturellement dans

les olives fraîches, leur quantité est fonction de la variété, du degré de maturité, du climat et de l'origine géographique (Fernández-Bolaños *et al.*, 2012).

Bianco *et al.* (1998) ont identifié la forme glucosidique de l'hydroxytyrosol dans l'huile d'olive vierge. la forme acétate de L'hydroxytyrosol et du tyrosol ont été aussi identifiées dans l'huile d'olive vierge (Brenes *et al.*, 1999).

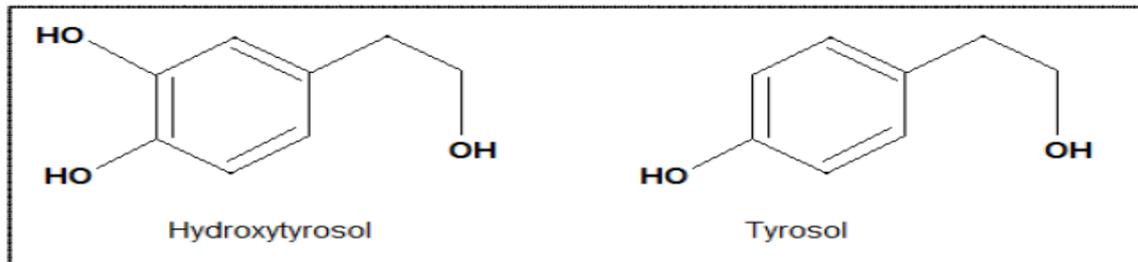


Figure 4. Structure chimique des principaux alcools phénoliques présents dans l'huile d'olive (pirisi *et al.*, 2000).

d) Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont caractérisés par un noyau flavane, ils ont une structure commune en C6-C3-C6, dans laquelle deux cycles benzéniques sont liés par un élément en C3 qui diffère selon la classe de flavonoïdes flavonols, flavones, flavanones, flavanols (cathéchines) et anthocyanes (Apak *et al.*, 2007). Dans l'olive, les flavonoïdes sont présents dès les premiers stades de développement (Vlahov, 1992), les flavones (lutéoline 7-O-glucoside, lutéoline -5- O-glucoside, la utine et l'apigénine 7-O- glucoside) et les flavonols glucosidiques (quercétine 3-O-glucoside et quercétine 3-O rutinoside) sont les composés majoritaires dans l'olive (Blekas *et al.*, 2002 ; Vinha *et al.*, 2007). La structure des flavonoïdes présents dans l'olive verte est aussi présente dans l'huile d'olive donnée dans la (Figure 5).

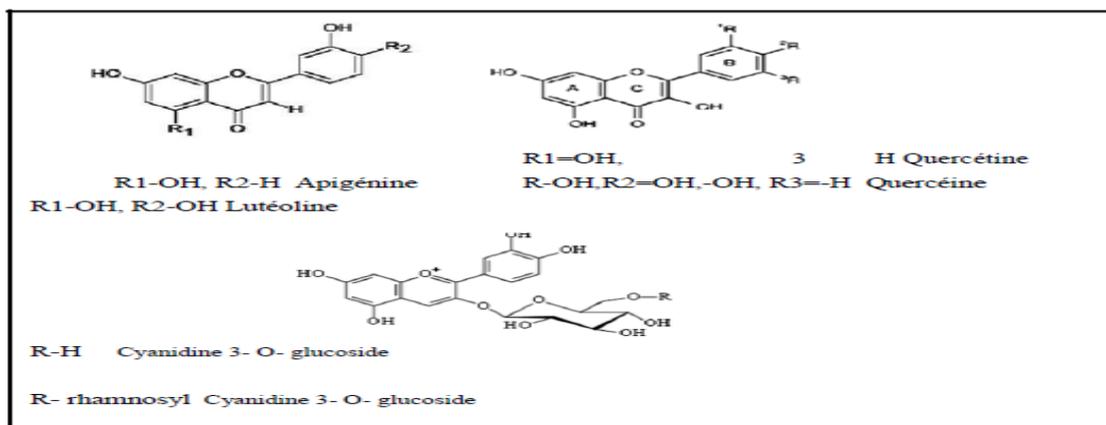


Figure 5. Structures chimiques des principaux flavonoïdes présents dans l'olive (Sousa *et al.*, 2006 ; Malheiro *et al.*, 2011)

E) Lignanes

Classés en dimères et en oligomères, ils dérivent de la combinaison entre les unités de phénylpropanoïdes (C6-C3) plus ou moins oxydées (Bruneton, 2002 ;Kurkin, 2003) et ils sont présents dans la matrice végétale sous forme libre et glycosylée (Cai *et al.*, 2004). Brense *et al.* (2000) et Owen *et al.* (2000) ont isolé et caractérisé le (+)-1-acétoxy-pinorésinol, le (+) pinorésinol et le (+) -1-hydroxy-pinorésinol (Figure 6) comme les plus fréquente dans les huiles d'olive vierge .

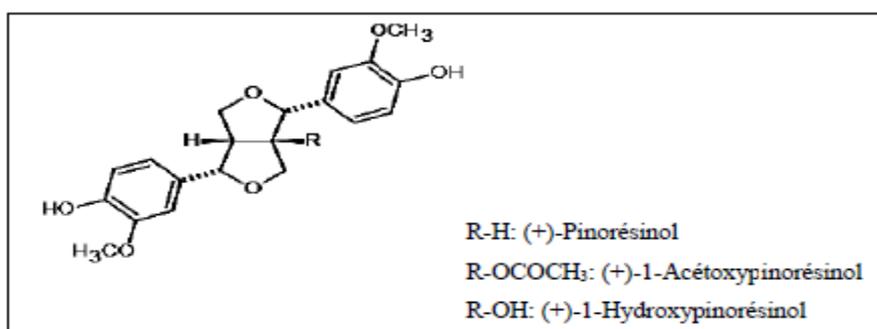


Figure 6. Structure chimique des lignanes présents dans l'huile d'olive (Bendini *et al.*, 2007).

F) Hydroxy-isochromanes

Selon (Bendini *et al.*, 2007), les hydroxy-isochromanes présents dans l'huile d'olive sont générés par l'interaction de l'hydroxytyrosol et les composés carbonylés résultants du processus d'extraction de l'huile (Figure 7). En effet, l'interaction de l'hydroxytyrosol avec la vanilline ou le benzaldéhyde produit le 1-phenyl-6,7-dihydroxy isochromane et le 1-(3'-methoxy-4'-hydroxy) phenyl-6,7-dihydroxy-isochromane, respectivement. Durant l'étape de malaxage de l'extraction d'huile d'olive, les processus hydrolytiques à travers l'activité des glycosidases et des estérases

Augmentent la quantité de l'hydroxytyrosol et de composés carbonyle, favorisant ainsi la présence de tous les composés nécessaires à la formation des dérivés isochromanes (Biancon *et al.*, 2001)

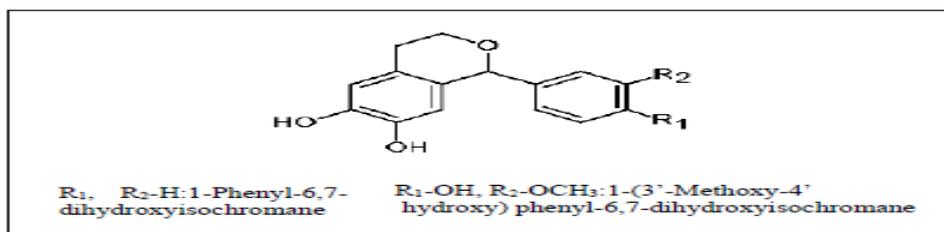


Figure 7. Structures chimiques des hydroxy-isochromanes présents dans l'huile d'olive (Biancon *et al.*, 2001)

Chapitre II.

Amélioration de la qualité de l'huile d'olive

1. Définition de qualité de l'huile d'olives

La qualité est définie par l'AFNOR "un produit ou service de qualité est un produit dont les caractéristiques lui permettent de satisfaire les besoins exprimés ou implicites des consommateurs". La qualité d'huile d'olive dépend de divers facteurs liés à la variété, aux conditions climatiques et culturelles ainsi qu'aux conditions de trituration (durée et conditions de stockage, mode de trituration traditionnel ou industriel), aussi bien que la taille, la fertilisation et l'irrigation des oliviers (Luciano, 2002 ; Ouedrhiri *et al.*, 2017).

2. Critères de la qualité d'huile d'olive

L'analyse chimique mesure l'acidité libre et d'autres paramètres physiques d'une huile, tandis que l'analyse sensorielle se concentre sur ses caractéristiques visuelles, olfactives et gustatives.

2.1. Critères physico-chimiques d'appréciation de la qualité de l'huile d'olives

Il y a plusieurs manières de définir la qualité, ainsi, le Conseil Oléicole International (C.O.I, 1996) et le règlement de la Commission Européenne (C.E.E 2568/91, 1991) ont défini la qualité d'huile d'olives, en se basant sur les paramètres qui incluent le pourcentage d'acide gras libre, l'indice de peroxyde, les coefficients de l'extinction spécifique K232 et K270, ainsi que les caractéristiques sensorielles.

2.1.1. L'acidité

L'acidité est un marqueur d'altération de l'huile, elle peut être liée à certaines variétés d'olives mais aussi à l'insuffisance de précautions prises lors de la récolte ou du stockage (olives véreuses en trop grand nombre, traitement sanitaire des arbres peu avant la récolte, olives moisies par un stockage prolongé et dans de mauvaises conditions, olives rassies au sol) (Kristakis *et al.*, 1998).

2.1.2. Indice de peroxyde

Il mesure l'état d'auto-oxydation de l'huile qui est lent mais inéluctable. Les précautions prises lors de la récolte, de la fabrication et du stockage de l'huile permettent de retarder et d'en réduire les effets. Un indice de peroxyde bas indique que l'huile a été extraite rapidement après la récolte et qu'elle a été stockée dans de bonnes conditions. Il permet de conclure que l'huile ne s'oxydera pas rapidement ou prématurément et se conservera au cours du temps (Krichene *et al.*, 2010).

2.2. Critères organoleptiques

L'analyse sensorielle est l'un des aspects les plus importants de la classification et de la détermination de la valeur de l'huile d'olive. L'évaluation sensorielle humaine est beaucoup plus précise (100 fois) pour l'huile d'olive que l'équipement de laboratoire pour certaines

caractéristiques. L'arôme et le goût sont très complexes et ne peuvent être déterminés en laboratoire (**Paul Vossen, 2007**).

3. Critères de qualité relative à l'altération

3.1. Critères physiques

Présence de corps étrangers dans le produit fini conditionné (bris de verre, morceaux d'équipements et autres particules potentiellement blessantes).

- La mise en œuvre d'un plan de lutte contre les ravageurs limite le risque de leur présence accidentelle dans les olives ou dans l'huile (**Afidol et Henri, 2014**).

3.2. Critères chimiques

- Les olives, les produits intermédiaires et l'huile sont préservés du risque de contamination chimique par des substances dangereuses et/ou non comestibles (produits de nettoyage, de maintenance ou de lutte contre les nuisibles ou les insectes) ça peut affecter la qualité.

L'altitude joue aussi un rôle important dans la composition chimique de l'huile d'olive. Les huiles des oliveraies en altitude sont plus riches en phénols que celles des oliveraies des plaines (**Ocakoglu, 2008 ; Boulfane et al., 2014**).

3.3. Critères microbiologiques

- Il est demandé aux apporteurs d'olives de ne pas ramasser d'olives au sol (risque de contamination par des moisissures productrices de mycotoxines).

- Si les olives récoltées doivent être entreposées avant l'apport au moulin, celles-ci le seront dans des conditions ne permettant pas la production de mycotoxines (température et humidité modérée)

4. Facteurs affectent la qualité de l'huile d'olive

4.1. Facteurs pédoclimatiques

Les conditions climatiques délimitent les zones de culture de l'olivier. A noter que dans les milieux plus froids, les olives risquent de geler et de donner ainsi une huile de qualité infime. Dans certains pays, l'huile d'olive produite est plus visqueuse en raison des températures moyennes élevées (**Çavusoglu et Oktar, 1994**). Les hautes températures au printemps et en été provoquent la chute précoce des fruits et un ralentissement du processus de grossissement de ces derniers à cause de l'effet excessif de l'évapotranspiration. Cela a des retombées négatives sur la qualité et la quantité d'huile extraite (**Ouaouich et Chimi, 2007**).

4.2. Maturation des olives

La période de maturation est différente d'une variété à une autre, pour cette raison, des variétés caractérisées par leur maturation précoce, moyenne et tardive sont à distinguer. En effet, c'est les caractères génétiques (cultivars) qui déterminent le cycle de maturation

(Sanchez Casas *et al.*, 1999 ; El Antari *et al.*, 2003a). La composition des huiles varie étroitement en fonction du patrimoine génétique de l'olive (Ryan *et al.*, 1998 ; Busconi *et al.*, 2003). D'après Ing Lese (1994), la quantité et la qualité d'une huile à un moment donné de la maturation des drupes, résultent d'interactions multiples qui peuvent masquer l'influence spécifique du cultivar.

4.3. Technologie d'extraction

Selon Denmati (2008), les procédés d'extraction connus peuvent altérer la qualité de l'huile d'olive, en affectant ses caractéristiques organoleptiques mais également sa stabilité durant la conservation. Deux systèmes d'extraction sont utilisés le système semi-continu et les systèmes modernes continus. Les huiles produites par le système continu renferment des taux élevés en polyphénols, antioxydants naturels, ce qui leurs confèrent une résistance contre l'oxydation pour un stockage à long terme. En outre, les huiles extraites à l'aide de ce système moderne se caractérisent par une meilleure qualité organoleptique que celles extraites par le système traditionnel, une acidité inférieure à 1%, tandis qu'en mode discontinu, elle devient légèrement supérieure à 1%.

Mise à part le choix du système d'extraction pour l'obtention d'une huile d'olive de qualité, chaque étape de fabrication de l'huile, depuis l'effeuillage et le lavage, jusqu'à la séparation de l'huile des moûts, doit être menée dans les meilleures conditions pour empêcher son altération.

4.4. Systèmes de récolte des olives

4.4.1. Méthode traditionnelle

Les méthodes traditionnelles de récolte des olives sont essentiellement manuelles, nécessitant une main d'œuvre importante, exemple

La cueillette des olives Elle s'effectue à la main, les fruits sont déposés dans un panier, les cueilleurs montent sur les charpentières ou se servent d'échelle double pour atteindre les hautes branches.

4.4.2. Récolte mécanisée des olives

Face aux problèmes de main d'œuvre et de coût que pose la récolte manuelle, depuis une dizaine d'années des recherches ont été entreprises en vue de mécaniser cette opération.

- Vibreur Ce sont des appareils qui communiquent à l'arbre, ou une partie de l'arbre une certaine vibration dans le but de détacher le fruit du rameau.
- Les gaules mécaniques Il existe plusieurs types mais le plus connu est celui d'origine portugaise. Il s'agit d'une sorte de perche, de 2,5 à 3m de long, terminée par une baguette incurvée rotative actionnée par un moteur léger qui peut être à dos d'homme.

- Les récolteuses Ce type de machines avec vibration latérale a été adapté à la récolte des olives en augmentant le nombre de barres vibrantes, l'espace de vibration a également été adaptée, qui est normalement de 0,8 m de large par 2 à 2,5 m de haut. Sur certains modèles, la hauteur a été augmentée jusqu'à un maximum de 3,5 m

4.5. Stockage des olives avant trituration

Le stockage des olives doit être conçu en vue de préserver la qualité du fruit ou tout au moins, de retarder son processus de détérioration. Par exemple, une huile provenant de fruits stockés à 5°C pendant 45 jours conserve les mêmes qualités sensorielles et chimiques initiales qu'une huile extraite de fruits immédiatement après la récolte (**Garcia et al., 1996**). A l'inverse, la qualité de l'huile extraite de fruits stockés pendant 7 jours à la température ambiante s'avère de qualité inférieure. Dans l'industrie, la conservation des olives diffère d'une huilerie à une autre. Dans le cas où elles sont stockées dans des locaux frais et bien aérés ou dans des caisses en plastique perforées, le processus de détérioration est lent. Toutefois, plus le temps de stockage est long, plus l'acidité libre tend à augmenter, ce qui agit sur la qualité physico-chimique et organoleptique des huiles produites. Si les olives sont conservées dans des silos non couverts à des hauteurs très élevées (parfois plusieurs mètres) ou dans des sacs en jute, les olives s'entassent et sont abîmées ce qui favorise les fermentations. Ces processus provoquent l'augmentation de l'acidité ainsi que le contenu en 3 alcools totaux et une diminution de la teneur en composés phénoliques, ce qui par conséquent aura un effet négatif sur la qualité organoleptique de l'huile produite. C'est la raison pour laquelle il faudrait éviter de stocker les olives (et notamment les olives mûres) et d'en extraire le plus tôt possible l'huile si l'on veut obtenir des huiles de qualité supérieure. En cas où le stockage s'impose, il devrait se faire en couche mince (inférieure à 70 cm en tous cas) ou dans des caisses à parois perforées pour permettre l'aération des olives et empêcher la fermentation. La trituration est une étape.

4.6. L'incidence des conditions de stockage

D'un point de vue qualitatif, l'huile d'olive doit être conservée à l'abri de l'air, de la lumière, à des températures ambiantes et éviter leur contacte à des objets métalliques (**Argenson et al., 1999**).

Le stockage de l'huile d'olive en masse est généralement en piles, en cuves enterrées ou encore en réservoirs métalliques. Les cuves souterraines sont construites en maçonnerie ou en ciment, avec des revêtements intérieurs en carreaux vitrifiés ou de faïence. Par contre, les réservoirs métalliques, généralement en acier inoxydable, sont aménagés en surface, à

l'intérieur des locaux (**Demnati, 2008**). Toutes les mesures de conservation doivent donc être prises pour éviter les altérations suivantes

- Altérations par contact avec des matériaux non appropriés ;
- Altérations par contact prolongé avec les impuretés aqueuses ;
- Altérations oxydatives, dues à la lumière, à une température ambiante élevée, ou encore au contenu excessif de métaux notamment le cuivre et le fer.

4.7. Ravages et maladies

Parmi la faune entomophage nuisible de l'olive, la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* est la plus redoutable. Ce ravageur entraîne une perte d'une partie de la drupe du fruit. Il stimule, par ailleurs, la maturation anticipée du fruit dont il précipite la chute avec la réduction consécutive du rendement en huile.

Partie Expérimentale

Matériel et méthodes

1. Matériels et méthode

Dans cette deuxième partie, on a fait une étude sur trois échantillons d'huiles d'olive provenant de différentes zones productives qui sont Skikda, Jijel et Guelma. Ceci va permis de classifier et de comparer les trois échantillons des huiles d'olive.

➤ Echantillonnage

L'étude de propriétés de l'huile d'olive a inclus la collecte de trois échantillons de la saison 2022, comme suit

- Un échantillon de Skikda (Sidi Mezghiche)



Figure 8. Carte géographique présente la région de prélèvement d'huile d'olive de Skikda.

- Un échantillon de Jijel



Figure 9 . Carte géographique présente la région de prélèvement d’huile d’olive de JJEL.

- Un échantillon de Guelma



Figure 10. Carte géographique présente la région de prélèvement d’huile d’olive de Guelma.

1.1. Les analyses chimiques

1.1.1. Indice d’acide

Elle représente la proportion d’acides gras libres, qui apparaissent lorsque les triglycérides de l’huile d’olive sont dégradés. Le taux d’acidité est un indicateur de l’huile due soit à un traitement sanitaire avant la récolte, une utilisation d’olives trop mûres, de mauvaises conditions de récolte ou de stockage. Elle est exprimée en % d’acide oléique libre, déterminé

selon la méthode ISO 660, qui consiste en un titrage des acides gras libres présents par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium.

Dans une fiole de 250 ml, 4 g d'huile d'olive sont dissout dans 100 ml du mélange éthanol/toluène (V/V), puis titré, en agitant, avec la solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 0.1 N en présence de 0.3 ml de la solution de phénolphtaléine à 1% dans l'éthanol, jusqu'à virage de l'indicateur (coloration rose) (Selaimia, 2018).

Trois essais ont été effectués sur le même échantillon.

1.1.1.1. Méthode de calcul

L'indice d'acide est égal à :

$$\text{Indice d'acide \%} = \frac{56,11 \times V \times C}{m} \times 100$$

Où

56,11 : La masse molaire, exprimée en grammes par mole, de l'hydroxyde de potassium

V : Le volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisé,

C : La concentration exacte, en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée.

M : La masse, en grammes, de la prise d'essai (JORA, 2012).

1.2. Analyses physiques

1.2.1. Teneur en eau

Teneur en eau, c'est la perte de masse subie par le produit après chauffage. Ce principe repose sur l'échauffement de la prise d'essai à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'à élimination totale de l'eau et la détermination de la perte de masse (JORA, 2012).

Dans un four à température 103°C , sécher une boîte de pétrit pendant deux heures puis laisser refroidir dans un dessiccateur et peser (m_0). Ensuite peser 20g d'huile d'olive dans la boîte de Pétri préalablement taré (ml). Mettre la boîte de Pétri contenant l'huile d'olive dans un four pendant une heure à 103°C . Puis laisser ensuite refroidir dans un dessiccateur, puis peser (m_2). Répéter la même opération dans les mêmes conditions jusqu'à l'obtention d'un poids constant (JORA, 2012).

1.2.1.1. Méthode de calcul

$$H\% = \frac{m1 - m2}{m1 - m0} \times 100$$

Dont ;

M0 : La masse (g) de boîte de pétri vide.

M1 : La masse (g) de boîte de pétri avec la prise d'essai avant le chauffage au four.

M2 : La masse (g) de boîte de pétri avec la prise d'essai après le chauffage au four (**JORA, 2012**).

1.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Un pH-mètre est muni d'un boîtier relié à une sonde. Le boîtier est un millivoltmètre qui mesure une tension entre les deux électrodes de la sonde, qui sera converti en pH par un calculateur. Cette tension est due à un échange limité entre les ions sodium du verre de l'électrode et les ions H₃O de la solution.

Le pH donne une indication sur l'acidité du milieu, il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogènes libres (H) contenus dans l'huile d'olive.

Régler la température du pH-mètre sur le milieu ambiant, ensuite rincer et nettoyer la sonde à l'aide d'eau distillée ensuite prendre 100 ml d'huile d'olive à analyser dans un bécher. Plonger la sonde dans la solution et lire le pH.

On a effectué trois ou plus déterminations sur le même échantillon.

1.3. Analyses sensorielles

Nous réalisons cette étude pour évaluer la qualité sensorielle de l'huile d'olive (attributs positifs) tels que le goût fruité, amère et piquant.

1.3.1. Lieu de gustation

Nous avons réalisé les analyses sensorielles dans un laboratoire pédagogique de la faculté SNVSTU de l'Université 8 Mai 1945 Guelma.



Figure 11. Représentation du lieu de gustation

1.3.1.1. Accessoires

Tout d'abord, on a nettoyé les palliasses et on a préparé les endroits pour 30 dégustateurs afin de leur permettre de remplir convenablement ses tâches.

Pour chaque dégustateur, on a mis :

- Verres normalisés contenant les échantillons, codés.
- Fiche des analyses sensorielles.
- Crayon ou stylo.
- Tranches de pain.
- Verre d'eau à la température ambiante.
- Serviettes (**Watts *et al.*, 1991**).

1.3.1.2. Dégustateurs

Les personnes intervenant en qualité de dégustateurs dans les analyses organoleptiques d'huiles d'olive doivent le faire de manière volontaire. Le dégustateur doit se comporter comme un véritable observateur sensoriel, en laissant de côté ses goûts personnels et en ne rendant compte que des sensations qu'il perçoit. À cet effet, il doit toujours réaliser son travail en silence, être détendu et ne pas être pressé. Il doit prêter toute l'attention sensorielle possible à l'échantillon qu'il déguste (**Watts *et al.*, 1991**). Pour chaque critère organoleptique, il dispose de 30 dégustateurs.



Figure 12. Des dégustateurs lors de la rédaction des résultats sur la fiche de dégustation.

1.3.2. Test hédonique

1.3.2.1. Définition

Il permettant de classer les échantillons en fonction de l'intensité d'une caractéristique du produit ou en fonction de l'acceptabilité ou de la préférence sur une échelle dont la note zéro indique l'absence complète de cette caractéristique (Watts *et al.*, 1991).

1.3.2.2. Objectifs

- Evaluer l'intensité d'un critère sensoriel
- Pour obtenir une description efficace des échantillons analysés

1.3.2.3. Principe du test

Trois produits sont présentés devant 30 personnes (panel de dégustation) individuellement. Le panel de dégustation doit évaluer et noter les critères sensoriels de chaque produit en donnant une note de 0 à 9.

➤ Fiche de dégustation

Nom et prénom

date

Trois Echantillons codés d'huile d'olive sont placés devant vous dans trois récipients,

Il vous est demandé d'évaluer ces produits en notant les critères ci-dessous (0 à 9) :

Amer 0 ←————→ 9

Fruité 0 ←————→ 9

Piquant 0 ←————→ 9

Résultats et discussion

2. Résultats et discussion

2.1. Analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les trois échantillons d'huiles d'olives (Guelma, Jijel et Skikda) sont représentés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Résultats des paramètres physico-chimiques des huiles analysées

| Paramètres physico-chimiques | Moyenne ± écart type | | |
|------------------------------|----------------------|------------|-------------|
| | Guelma | Jijel | Skikda |
| Acidité (% acide oléique) | 0,15±0,01 | 0,2±0,005 | 0,090±0,003 |
| Teneur en eau % | 0.23±0.09 | 0.19±0 | 0.19±0 |
| pH | 6,60±0,18 | 6,64±0,035 | 6,14±0,035 |

2.1.1. Acidité

L'acidité est l'une des caractéristiques chimiques de l'huile d'olive qui sert à indiquer le niveau qualitatif d'une huile et à déterminer sa catégorie. C'est un paramètre qui renseigne sur l'altération des huiles par hydrolyse, il permet de donner un niveau de l'état de dégradation de la matière grasse de l'huile d'olive, lorsque des triglycérides sont dégradés, les acides gras qui les constituent sont libérés dans l'huile, ils sont alors dits acides gras libres (**Boublenza, 2009**). La teneur d'huile d'olive en acides gras libres, exprimée en pourcentage d'acide oléique (C18 :1) libre (**COI, 2019**). La teneur en acides libres des corps gras augmente avec le temps, il permet donc de juger de leur état de détérioration.

L'acidité libre compte comme étant le principal critère permettant de classer l'huile d'olive en différentes catégories de qualité. Parmi les huiles étudiées, l'huile d'olive de Skikda présente une acidité inférieure celle de l'huile d'olive de Jijel et de Guelma. Conformément à la réglementation **COI** et **CA**, une huile extra vierge ne doit dépasser un taux d'acidité de **0,8%** d'acide oléique. Selon les résultats obtenus (Tableau 5), toutes les huiles analysées peuvent être donc classées dans la catégorie d'huile d'olive vierge extra.

2.1.2. Teneur en eau

La présence de l'eau dans l'huile est susceptible d'avoir une incidence sur sa qualité, elle constitue un support pour le développement microbien et autres activités enzymatiques (hydrolyse et oxydation) (**Karleskind, 1992**). Les deux huiles d'olive de Jijel et de Skikda enregistrent une teneur en eau de 0.19%, tandis que Guelma est de 0.23% (Tableau 5).

Toutes les valeurs enregistrées sont conformes à la norme fixée par le **COI (2019) et CA** caractérisant l'huile d'olive extra vierge ($\leq 0,2\%$).

Plus l'activité de l'eau (**A_w**) dans un aliment est faible, mieux il se conserve, car la prolifération microbienne et les réactions chimiques sont limitées.

2.1.3. Potentiel d'hydrogène (pH)

C'est un indice qui permet de mesurer l'activité de l'ion d'hydrogène dans une solution. Le tableau 5 résume les résultats du pH d'huile d'olive de Guelma, de Jijel et de Skikda. Les résultats obtenus montrent que le pH des trois échantillons d'huile d'olive est proche de la neutralité (pH est de 6.14 à 6.64). L'huile d'olive de Skikda présente le pH le plus faible par rapport aux autres produits. En outre, plus le pH est élevé plus le taux d'acidité est faible. Donc, l'huile d'olive de Skikda est plus acide que celles de Jijel et de Guelma.

2.2. Analyses Sensorielles

Les résultats d'évaluation sensorielle des différents échantillons sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6. Résultats des attributs positifs d’huile d’olive de trois échantillons.

| | Amer | Fruité | Piquant |
|---------------|--|--|--|
| Guelma | Mé = 1 ≤ 3 Amer légère | Mé = 4 ≥ 6 Fruité moyen | Mé = 1 ≤ 3 Piquant légère |
| Jijel | Mé = 2 ≤ 3 Amer légère | Mé = 5 $3 < \text{Mé} \leq 6$ Fruité moyen | Mé = 2 $3 < \text{Mé} \leq 6$ Piquant légère |
| Skikda | Mé = 4 $3 < \text{Mé} \leq 6$ Amer moyen | Mé = 2 $3 < \text{Mé} \leq 6$ Fruité moyen | Mé = 4 $3 < \text{Mé} \leq 6$ Piquant moyen |

Mé = la médiane

La comparaison des résultats du tableau 6 avec les normes du Conseil oléicole International, montre que les huiles d’olive des régions de Guelma et de Jijel sont du goût non amer, fruité moyen et faiblement piquant, ce qui montre évidemment leur meilleure qualité organoleptique par rapport à l’huile d’olive de la région de Skikda qui est moyennement amer, fruité et piquant.

Conclusion

Conclusion

Dans la présente étude, nous avons contribué à l'étude de la qualité physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive de trois wilayas de l'Est d'Algérie (GUELMA, JIJEL et SKIKDA) en vue de les comparer.

Les résultats d'analyses physico-chimiques effectuées sur les trois échantillons d'huile d'olive rejoignent les normes fixées par le Conseil Oléicole International (C.O.I.) relatives à la catégorie des huiles d'olive extra-vierge.

- L'indice d'acide d'huile d'olive des trois échantillons de l'huile d'olive est conforme aux normes établies par le Codex Alimentarius (C.A) et le C.O.I.
- La teneur en eau les deux produits de Jijel et Skikda sont conformes aux normes du Conseil Oléicole Internationales et de Codex *Alimentarius*.
- Le pH est conforme aux normes internationales pour tous les échantillons étudiés, donc les trois huiles d'olive analysées sont de bonne qualité.
- Enfin, les analyses sensorielles montrent que les huiles d'olives de GUELMA et de JIJEL ont une meilleure qualité organoleptique par rapport à l'huile d'olive de SKIKDA.

Pour perspective, cette étude peut être complétée par des travaux ultérieurs sur la composition chimique des huiles d'olive en acide gras et en composés bioactifs.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

- **Afidol.(2014).** Les bonnes pratiques d'hygiène pour l'élaboration de l'huile d'olive vierge P23 ,24
- **Andrews P., Busch J. L. C. H., Joode T. D., Groenewegen A. et Alexandre H. (2003).**Sensory properties of virgin olive oil polyphenols identification of deacetoxy-ligstrosideagglycon as a key contributor to pungency. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (5) pp 1415-1420.
- **Angerosa F., Mostallino R., Basti C. et Vito R. (2001).**Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils. *Food Chemistry*, 72 19-28.
- **Angerosa F., Servili M., Selvaggini R., Taticchi A., Esposito S., Montedoro G.F. (2004).** Volatile compounds in virgin olive oil occurrence and their relationship with the quality *J. Chromatograph. A* 1054, 17-31.
- **Apak R., Güçlü K., Demirata B., Özyürek M., EsinÇelik S., Bektaşoğlu B., Berker K.-I. etÖzyurt D. (2007).** Review Comparative Evaluation of Various Total Antioxidant Capacity Assays Applied to Phenolic Compounds with the CUPRAC Assay. *Molecules*, 12 1496-1547.

B

- **Baba Hamed Sid Ahmed B. (2017).**Etude, conception et réalisation d'un système vibratoire.
- **Bajoub A., Carrasco-Pancorbo A., Ajal E. A., Ouazzani N. et FernandezGutierrez A. (2015).** Potentiel of LC–MS phenolic profiling combined with multivariate analysis as an approach for the determination of the geographical origin of north moroccan virgin olive oils. *Food Chemistry*, 166: 292-300.
- **Ben Tekaya I etHassouna M. (2005).** Etude de la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge extra tunisienne au cours de son stockage. *OCL* ; 12(5-6) 447-454.
- **Ben TemimeS ,Taamalli W, Baccouri B, Abaza L, Daoud D et Zarrouk M. (2006).** Changes In Olive Oil Quality of Chetoui Variety According to Origin of Plantation. *Journal of Food Lipide*, 13 88–99.
- **Bendini A, Cerretani L, Carrasco-Pancorbo A, Gómez-Caravaca AM, 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*, 121679-1719.

- **Benrachou N. (2013).** Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien. Thèse de Doctorat spécialité Biochimie Appliquée .Université Badji Mokhtar Annaba, p.32.
- **Blekas G., Vassilakis C., Harizanis C., Tsimidou M. et Boskou D.-G. (2002).** Biophenols in table olives. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50 3688-3692.
- **Boskou D., Blekas G., Tsimidou M. (2006).** Olive oil composition. Dans D. Boskou (Ed.), *Olive oil, chemistry and technology* (2nd edition). Champaign Illinois American oil Chemists society. USA. pp 41-72.
- **Boulfane S., Maata N., Anouar A., Hilali S., (2014).** Caractérisation physicochimique des huiles d'olive produites dans les huileries traditionnelles de la région de la Chaouia-Maroc.
- **Brenes M., García A., De los Santos B., Medina E., Romero C., de Castro A. & Romero F. (2011).** Olive glutaraldehyde-like compounds against plant pathogenic bacteria and fungi. *Food Chemistry*, 125 1262–1266.
- **Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales (4e éd.). Paris, France Lavoisier.
- **Bruneton. (2002).** Phytothérapie, les données de l'évaluation. Edition Tec&Doc, Lavoisier EM inter. pp. 174, 175.
- **Burton G.W., Ingold K.U. (1986).** Vitamin E Application of the principles of physical organic Chemistry to the exploration of its structure and function. *Accounts of Chemical Research*. 19 pp 194-201.
- **Busconi M., Foroni C., Corradi M., Bongiorni C., Cattapan F. and Fogher C. (2003).** DNA extraction from olive oil and its use in the identification of the production cultivar. *Food Chemistry*, 83127–134

C

- **C.O.I (1996).** Analyse spectrophotométrique dans l'ultraviolet .conseil Oléicole International /T20/Doc 19 6 juin 1996, Madrid. Espagne.81

- **Castaneda-Ovando A, Paez-Hernandez E, Rodriguez J.A et Galan-Vidal Andrés.(2009).**Chemical studies of anthocyanins. *Food Chemistry*, 113, PP 859-871.
- **Çavusoglo A. and Oktar A. (1994).** Les effets des facteurs agronomiques et des conditions de stockage avant la mouture sur la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 52 18-24.
- **Chanforan C. (2010).**Stabilité de micro-constituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Thèse de doctorat, université d'Avignon et des pays de Vaucluse académie d'Aix-Marseille. pp 388.
- **Cichelli A. and Pertesana G. P. (2004).** High-performance liquid chromatographic analysis of chlorophylls, pheophytins and carotenoids in virgin olive oil. *Journal of Chromatography*, 1046 141-146.
- **Cuvelier M-E et Maillard M-N. (2012).** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*. 19 (2) 125-132.

D

- **De Faveri D., Aliakbarian B., Avogadro M., Perego P. et Converti A. (2008).** Amélioration d'huile d'olive composés phénoliques contenus par le biais de formulations enzymatiques. *Biochemical Engineering Journal*, 41: 149-156.
- **Demnati D., (2008).** Facteurs affectant la qualité;olive vierge. *Technologie Alimentaire. Analyse Sensorielle et Gestion de la Qualité*.
- **Dilmi-Bouras AK. (2004).** Lipides. In *Biochimie alimentaire*. Ed Office des publications universitaires, Alger, PP 35-106 .
- **Doveri et Baldoni L. (2007).** Fruit and Nuts .*Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*. Ed «C.Kole», 4, pp 253-264.
- **Dugo G., Lo Turco V., Pollicino D., Mavrogeni E. and Pipitone F. (2004).**•Caractérisation d'huiles d'olive vierges siciliennes. Variation qualitative des huiles des fruits des cultivars « Biancolilla ,NocellaradelBelice , Cerasuola , TondaIbleaetCrastu » en fonction des techniques et de l'époque de récolte des olives. *Olivae*, 101 : 44-52.

E

- **El Antari A, Hilal A, Boulouha B et El Moudni A. (2000).** Etude de l'influence de la variété, de l'environnement et des techniques culturales sur les caractéristiques des fruits et la composition chimique de l'huile d'olive vierge au Maroc. *Olivae*, 80. PP 29-36.

F

- **Fernández-Bolaños J.-G., López Ó., López-García M.-Á. et Marset A. (2012).** Biological Properties of Hydroxytyrosol and Its Derivatives. In *Olive Oil - Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions*, Dimitrios Boskou (Ed.), InTech. ISBN 978-953-307-921-9. pp. 375-395.

G

- **Gandul-Rojas B. and Minguéz-Mosquera I. (1996a).** Chlorophyll and carotenoid composition in virgin olive oils from various Spanish olive varieties. *Journal of Science and Food Agriculture*, 72 31-39
- **Garcia A., Brenes M., Garcia P., Romero C. et Garrido A. (2003).** Phenolic content of commercial olive oils. *European Food Research and Technology*. 216 (6) pp 520-525
- **Garcia J.M., Sellar S., and Perez-Camino C. (1996).** Influence of fruit ripening on olive oil quality. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 44 3516-3520
- **Gómez-Alonso A., Mancebo-Campos V., Desamparados Salvador M., Fregapane G. (2007).** Evolution of major and minor components and oxidation indices of virgin olive oil during 21 months storage at room temperature, *Food Chemistry*, 100 36–42.
- **Graille J. (2003).** Aspect nutritionnelle des lipides. In *lipides et corps gras alimentaires*. Ed Lavoisier, Tec. Et Doc, Paris, PP 37-47.
- **Granier G. (2006).** Obtention d'une huile d'olive vierge extra de hautes qualités nutritionnelle et organoleptiques. *Domaine de Pierredon*, 42 1-14.
- **Gutierrez-Rosales F., Riaos A., Gomez-Rey M.A. (1999).** Effect of olive ripeness on the bitter taste of virgin olive oil extracted from the varieties picual and hojiblancaans on the different components involved. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47 121-127.

I

- **ISO 660 .(2009).**Norme Algérienne 273, Détermination de l'acidité de l'huile (graines Oléagineuses).

J

- **José L, Quiles M., Ramirez-Tortosa C et Yaqoob P. (2006).**Chemical Composition, Types and Characteristics of Olive Oil. In olive oil and health, 402 45-62.

Journal of Applied Biosciences. 87 8022-8029.

K

- **Kachouri F ET Hamdi M. (2006).**Use Lactobacillus plantarum in olive oil process and improvement of phenolic compounds content. Journal of Food Engineering. 77 P 746-752.
- **Kiritsakis, A., Markakis, P. (1987).** Olive oil: a review. Adv. Food Res. P 466, 467.
- **Kavallari A., Maas S ET Schmitz M. (2011).** Examining the determinant of olive oil demand in non-producing countries evidence from Germany and the UK. Journal of Food Products Marketing. Vol. 17, no.2-3, pp. 335- 372.
- **Kiritsakis A. (1998).** Flavor Components of Olive Oil. Journal of American Oil Chemist's Society, 75 673-681
- **Kiritsakis A.K., (1993).** La chimie de l'arôme de l'huile d'olive. Olivae, 45(2), 28-33.
- **KIRITSAKIS. Aet MARKAKIS P.(1987).** Olive oil a review. Adv. Food Res. 31 453-82.
- **Krichene D., Allalout A., Mancebo-Campos V., Salvador M. D., Zarrouk M., etFregapane G. (2010).** Stability of virgin olive oil and behavior of its natural antioxidants under medium temperature accelerated storage conditions. Food Chemistry, 121 171-177.

L

- **Lazzez A., Cossentini M et Kanay B. (2006).** Etude de l'évolution des stérols des alcools aliphatiques et des pigments de l'huile d'olive au cours du processus de maturation. Journal de la société chimique de Tunisie, 8 PP 21-32.
- **Luaces, P., Pérez, A., GSanz, C. (2003).** Role of olive seed in the biogenesis of virgin olive oil aroma. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(16), 4741-4745.

M

- **Mateos R., and García-Mesa J.A. (2006).** Rapid and quantitative extraction method for the determination of chlorophylls and carotenoids in olive oil by high-performance liquid chromatography. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 385 1247-1254
- **Minguez-Mosquera M.I., Gandul-Rojas B., Garrido-Fernandez J., et Gallardo-Guerrero L. (1990).** Pigments present in virgin olive oil. *Journal of American Oil Chemist's Society*, 67 (3) 192-196.
- **Murry Mc. (1998).** Biomolécule lipides et acides nucléiques in *Chimie organique*. Ed. «Dunod» Paris, PP 508-510.

O

- **Oliveira M., Brito D., Catulo L., Leito F., Gomes L., Silva S., Vilas Boas L., Peito A. Fernandes I., Gordo F. & Peres C. (2004).** Biotechnology of olive fermentation of Galega Portuguese variety. *Grasas y Aceites*, 55 (3) 219-226.
- **Ouaouich A., Chimi H., (2007).** Guide de producteur de l'huile d'olive. Organisation des Nations Unites pour le développement industriel. Vienne.
- **Ouedrhiri M., Benismail C., El mohtadif A., Achkari-Begdouri A. (2017).** Évaluation de la qualité de l'huile de pulpe d'olive vierge de la variété Picholine marocaine. *Journal of chromatographie*, 183-190.
- **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 from the arid Tataouinezone .*Food Chemistry*,(112)733-741.
- **Owen RW., Mier W., Giacosa A., Hull WE., Spiegelhalder B., Bartsch H. (2000).** Phenolic compounds and squalene in olive oils the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene. *Food Chem. Toxicol.* 38647 59

P

- **Paul, Vossen. (2007).** International olive council (IOC) and California trade standards for olive oil, University of California, Cooperative Extension.
- **Pereira J.-A., Pereira A.-P.G., Ferreira I.-C. F. R., Valenta P., Andrade P.-B., Seabra R., Estevinho L. et Bento A. (2006).** Table Olives from Portugal Phenolic

Compounds, Antioxidant Potential and Antimicrobial Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 8425-8431.

- **Perrin J.L. (1992).** Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'huile d'olive. *Revue Française des Corps Gras*, 39 (1/2) 25- 31.
- **Perrin J.L. (1992).** Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Etude et recherche*, 4 25-31.
- **Pinelli P., Galardi C., Mulinacci N., Vincieri F. F., Cimato A. & Romani A. (2003).** Minor polar compounds and fatty acid analyses in monocultivar virgin olive oils from Tuscany. *Food Chemistry*. 80 (3) pp 331-336.
- **Psomiadou E. & Tsimidou M. (2002).** Stability of virgin olive oil. 1. Autoxidation studies. *Agricultural and Food Chemistry*. 50, 716-721.

R

- **Romero C., Brenes M., Yousfi K., Garcia P., Garcia A. & Garrido A. (2004).** Effect of cultivar and processing method on the contents of polyphenols in table olives. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52 479-484.
- **Ryan D., et Robards K. (1998).** Phenolic compounds in olives. *Analyst*, 123 41-44.
- **Ryan D., Robards K., and Lavee S. (1998).** Evaluation de la qualité de l'huile d'olive. *Olivae*, 72 26-38.

S

- **Saidi L. (2013).** Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des fabaceae *Gleditsia triacanthos* de la région de Sidi Bel Abbès. Extraction des substances bioactives. UNIVERSITÉ DJILLALI LIABÈS Sidi Bel Abbès .p 6 .
- **Salas J.J., Sanchez J., Ramli U.S., Manaf A.M., Williams M. et Harwood J.L. (2000).** Biochemistry of lipid metabolism in olive and other oil fruits. *Progress in Lipid Research*, 39 151-180.
- **Sanchez Casas J.J., De Miguel Gordillo C. and Marin Exposito J. (1999).** La qualité de l'huile d'olive provenant de variétés cultivées en Estrémadure en fonction de la composition et de la maturation de l'olive. *Olivae*, 75 31-36.
- **Shasha B. & Leibowitz J. (1961).** On the oleuropein, the bitter principle of olives. *Journal of Organic Chemistry*. 26 (6) pp 1948-1954.

- **Soler Rivas C., Espin J.C. et Wichers H.J. (2000).** Review Oleuropeine and related Compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80 1013- 1023.
- **Soufi O, Romero C, Hadid M, Hamoumraoui K et Louaileche H. (2018),** caractérisation du profil phénolique et du potentiel antioxydant de quelques cultivars d'huiles d'olive algériennes *journal of food quality and hazards control* 5 (2), 49-53.

T

- **Talantikite M. (1988).** Etude comparative des principales variétés d'huile d'olive d'Algérie, influence de raffinage sur leurs qualités organoleptiques et nutritionnelles. Thèse de Magister. INA.
- **Tanouti K., Eaid H., Benali E., Harkous M., Elamrani A. (2011).** Amélioration qualitative d'huiles d'olives produite dans le Maroc. *Les technologies de laboratoire*, 6 (22) :1-12.
- **Tuck K.L. and Hayball P.J. (2002).** Major phenolic compounds in olive oil metabolism and health effects. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13(11) 636-644.

V

- **Vandenberg H., Faulks R., Granado F., Hirschberg J., Olmedilla B., Sandmann G, Southon S., Stahl W. (2000).** The potential for improvement of carotenoid levels in foods and likely systemic effects. *Journal of science of Food and Agriculture*. 80 880-912.
- **Veillet S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive Entre tradition et innovation. Thèse de Doctorat spécialité Chimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. 5-30. PP 153.
- **Veillet S. (2010).** Enrichissement nutritionnel de l'huile d'olive Entre Tradition et Innovation, Thèse de Doctorat spécialité Chimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, p.1.
- **Vinha A.-F., Ferreres F., Silva B.-M., Valentão P., Gonçalves A., Pereira J.-A., Oliveira M.-B., Seabra R.-M. & Andrade P.-B. (2005).** Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.) Influences of cultivar and geographical origin. *Food Chemistry*, 89 561–568.
- **Visioli F. and Galli C. (1998).** Olive Oil Phenols and their Potential Effects on Human Health. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 46 4292-4296.

W

- **Watts, B M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., et Elias, L. G. (1991).** Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. CRDI, Ottawa, ON, CA.

Y

- **Yang D. P., Kong D. X. et Zhang H. Y. (2007).** Multiple pharmacological effects of olive oil phenols. *Food Chemistry*. 104 (3) pp 1269-1271.

Annexe

Annexe 1

Préparation de La solution d'hydroxyde de potassium (KOH) :

Dans une balance analytique peser 2.8g d'hydroxyde de potassium (KOH) de masse molaire 56.11 g /mol, puis a le mis dans une fiole jaugée de 600 ml et on ajoute 500 ml de éthanol, ensuite on agite le mélange à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 5 min pour assurer la dissolution (**JORA, 2012**).