

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université ABOU BEKR BELKAID –TLEMCEM–
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de
l'Univers



Département de Biologie

Laboratoire : Antibiotiques, Antifongiques, Physico-
chimie : Synthèse et activités biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Biologie de la Nutrition

Thème :

**Analyse chimique, extraction des composés phénoliques
et recherche d'activité antioxydante de l'huile d'olive des
différentes régions de la wilaya de Tlemcen**

Présenté par :

FEKIRI Amel

&

BOUZOUINE Heyem

Soutenu le 25 -06-2024 devant les membres de jury :

Président : LOUKIDI Bouchra Pr Univ. Tlemcen

Examineur : CHAUCHE Mohammed Tarik MCA Univ. Tlemcen

Encadrant : AZZI Rachid Pr Univ. Tlemcen

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciement

Bismillah Ar-Rahman Ar-Rahim

Tout d'abord, nous rendons grâce à Allah Tout-puissant pour Sa générosité, car il accordé la santé, la détermination et la force pour mener à bien ce travail. Nous Lui adressons nos remerciements les plus sincères pour Son soutien constant tout au long de notre parcours académique.

Nous tenons à exprimer notre gratitude infinie à nos parents et à notre famille chère pour leur soutien indéfectible, leur encouragement sans faille et leur présence. Sans leurs conseils et leur amour, nous ne serions pas ici aujourd'hui pour célébrer cette réussite.

*Nous avons l'honneur et le plaisir de remercier chaleureusement notre encadreur **Pr. AZZI Rachid**, Professeur à la Faculté de SNV/ STU, (Université de Tlemcen), Pour sa confiance, son attention, ses bons conseils. Et son accompagnement tout au long de ce travail.*

Nous tenons également à remercier chaleureusement les membres du jury :

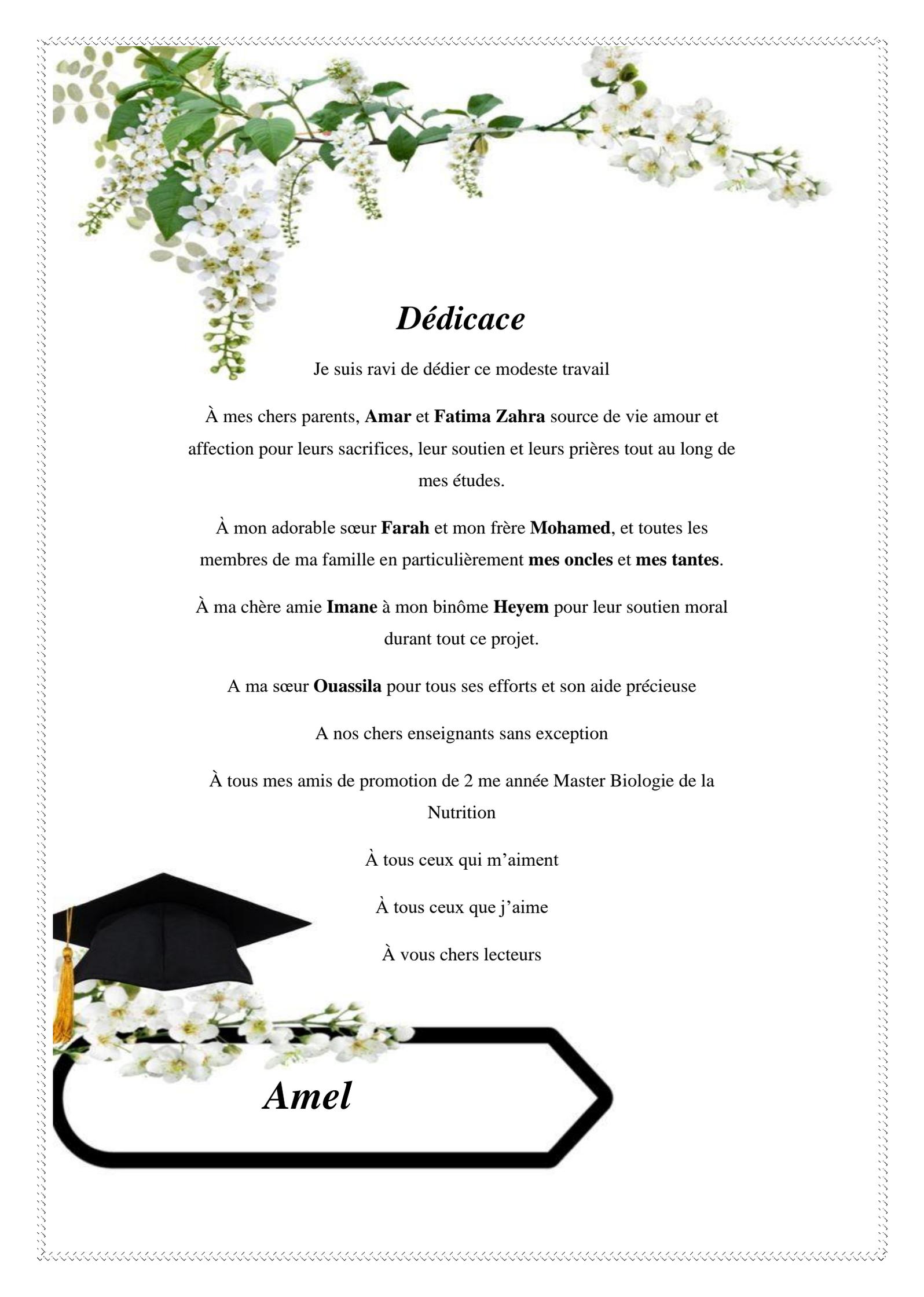
- Pr LOUKIDI Bouchra, Professeur département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, Université Abou Bekr Belkaïd, pour avoir accepté de présider notre jury de soutenance.

Mr CHAOUICHE Mohammed Tarik, Maître de conférences classe A et chef département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, Université Abou Bekr Belkaïd - Tlemcen, pour avoir accepté d'examiner notre travail.

Nos remerciements sincères vont également à tous les enseignants du département de biologie et de la faculté S.N.V.S.T.U, pour leur enseignement précieux et leur soutien tout au long de notre parcours académique.

Enfin, nous adressons notre gratitude profonde à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Merci 



Dédicace

Je suis ravi de dédier ce modeste travail

À mes chers parents, **Amar** et **Fatima Zahra** source de vie amour et affection pour leurs sacrifices, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

À mon adorable sœur **Farah** et mon frère **Mohamed**, et toutes les membres de ma famille en particulièrement **mes oncles** et **mes tantes**.

À ma chère amie **Imane** à mon binôme **Heyem** pour leur soutien moral durant tout ce projet.

A ma sœur **Ouassila** pour tous ses efforts et son aide précieuse

A nos chers enseignants sans exception

À tous mes amis de promotion de 2^{me} année Master Biologie de la Nutrition

À tous ceux qui m'aiment

À tous ceux que j'aime

À vous chers lecteurs



Amel

Dédicace

J'ai l'honneur de dédier le fruit de mon succès et de mes années d'études et de sérieux, de travail et de discipline à mes parents, pour lesquels le mot « merci » n'égalera jamais le soutien et l'amour qu'ils m'ont témoigné tout au long de mon parcours. Merci d'avoir cru en moi.

A « Ma Mère FATIMA » : Affable, honorable, aimable .Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Le prophète Mohammed, paix et salut soient sur lui a dit « le paradis est sous les talons de vos mères.

A « Mon Père MNAOUER » : l'homme qui me cherchait à plus tendre confort et bien, il n'a pas épargné rien qui ne soit nécessaire pour me pousser sur le chemin du bonheur .que ce travail soit le fruit des sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi

Je dédie particulièrement :

A mes chers frères : YACOUB et HOUSSEM.

A la famille :BOUZOUINE et OUSSALAH .

A ma chère collègue AMEL ,pour sa politesse, sa patience et sa sérieuxité au travail, et pour les moments agréables et désagréables que nous avons partagés ensemble, elle est tout simplement incroyable et chère a mon cœur.

A mes chères petites sœurs et mes proches amies: Hanaa ; Amel et Rym pour tous les moments qu' elles ont partagés avec moi, pour d'être à mes côtés quand j' en avais besoin, et pour leurs encouragement et leurs amour .

A mon encadreur Monsieur AZZI RACHAID pour les efforts qu'il a déployés, pour m'aider, conseiller et diriger. Aucune dédicace ne saurait exprimer le respect et la gratitude que j'ai toujours pour lui.

A mon beau chat « MICHOU ».

Je dédie également mon fiancé MOHAMMED, pour sa fidélité pour son aide , pour ses conseils , ainsi que pour tous ses encouragements, Il sait toujours être là au bon moment.

A mes proches amies de la promotion biologie de la nutrition 2023-2024 pour toutes les années que nous avons passées ensemble et la joie partagé tous au long de ce moment

Heyem.. 

المخلص

يُعرف زيت الزيتون منذ القدم بفوائده العديدة للصحة والتغذية، وقد اعتمدت عليه الأجيال عبر الزمن. يركز عملنا على تحليل المؤشرات الكيميائية واستخلاص المركبات الفينولية من أربع عينات من زيت الزيتون المنتجة في أربع مناطق مختلفة من ولاية تلمسان (صبرة، خريبة، فلاوسن، بوكانون). المنهجية: تخضع العينات الأربعة لتحليلات عبر اختبارات كيميائية تشمل مؤشر الحموضة، مؤشر التصبن، مؤشر البيروكسيد، بالإضافة إلى استخلاص المركبات الفينولية والأصباغ. وفي النهاية، يتم البحث عن النشاط المضاد للأكسدة باستخدام محاصرة الجذر الحر DPPH.

النتائج: أظهرت النتائج أن العينات الأربعة من زيت الزيتون غير حمضية و قابلة للاستهلاك و تطابق معايير مع حموضة لا تتجاوز 3%. حيث تصنف زيوت الزيتون من خريبة وبوكانون ضمن الزيوت البكر الممتازة. تتراوح قيم التصبن من 207.973 إلى 252.45. أما بالنسبة إلى مؤشر البيروكسيد، فقد أظهرت التحليلات عدم وجود أكسدة في العينات. تحليل الأصباغ أظهر أن زيت الزيتون من بوكانون يحتوي على أعلى نسبة من الكاروتينات والكلوروفيل. أما بالنسبة لمحتوى البوليفينول، فقد سجلت زيوت خريبة وفلاوسن أعلى محتوى من البوليفينولات مقارنة بالزيوت الأخرى. كما أظهرت زيت الزيتون فلاوسن أعلى نشاط مضاد للأكسدة.

تفسر هذه الاختلافات بتأثير عدة عوامل مثل المناخ، منطقة الحصاد، نوع التربة، وطرق وظروف التخزين، والتي تلعب دورًا حاسمًا في تحديد الجودة الكيميائية والبيوكيميائية لزيت الزيتون.

الكلمات المفتاحية: زيت الزيتون، المؤشرات الكيميائية، الأصباغ، المركبات الفينولية، مضادات الأكسدة، DPPH

Résumé :

L'huile d'olive est connue depuis des siècles pour ses nombreux bienfaits pour la santé et la nutrition, où elle est utilisée par des générations à travers le temps.

Notre travail se concentre sur l'analyse des indicateurs chimiques et l'extraction des composés phénoliques de quatre échantillons d'huile d'olive produits dans quatre régions différentes de la wilaya de Tlemcen (Sabra, Kheriba, Fellaoucene, Boukanoun).

Méthodologie : Les quatre échantillons subissent des analyses à travers des tests chimiques incluant l'indice d'acidité, l'indice de saponification, l'indice de peroxyde, ainsi que l'extraction des composés phénoliques et des pigments. Enfin, l'activité antioxydante est étudiée à l'aide du test de piégeage du radical libre DPPH.

Résultats : Les résultats ont montré que les quatre échantillons d'huile d'olive ne sont pas acides, sont consommables et respectent les normes du COI avec une acidité ne dépassant pas 3%. Les huiles d'olive de Kheriba et de Boukanoun sont classées parmi les huiles extra-vierges. Les valeurs d'indice de saponification ont varié de 207,973 à 252,45. De même, les valeurs de l'indice de peroxyde, ont révélé l'absence d'oxydation dans les échantillons étudiés. Par ailleurs, l'analyse des pigments a montré que l'huile d'olive de Boukanoun contient les plus hauts niveaux de caroténoïdes et de chlorophylle. Par contre, les huiles de Kheriba et de Fellaoucene ont enregistré les niveaux les plus élevés de polyphénols comparativement aux autres huiles. Cette dernière, a montré l'activité antioxydante la plus puissante.

Ces différences s'expliquent par l'influence de plusieurs facteurs tels que le climat, la zone de récolte, le type de sol, et les méthodes et conditions de stockage, qui jouent un rôle crucial dans la détermination de la qualité chimique et biochimique de l'huile d'olive.

Mots clés : Huile d'olive, indices chimiques, pigments, composés phénoliques, antioxydant, DPPH.

Abstract :

Olive oil has been known for centuries for its numerous health and nutritional benefits, and it has been relied upon by generations over time. Our work focuses on analyzing chemical indicators and extracting phenolic compounds from four olive oil samples produced in four different regions of the Tlemcen province (Sabra, Khriba, Fellaoucene, Boukanoun).

Methodology : The four samples undergo analyses through chemical tests including acidity index, saponification index, peroxide index, as well as the extraction of phenolic compounds and pigments. Finally, antioxidant activity is assessed using the DPPH scavenging test.

Results : The results showed that the four olive oil samples are non-acidic, consumable, and meet COI standards with acidity not exceeding 3%. The olive oils from Khriba and Boukanoun are classified as extra virgin. Saponification values range from 207.973 to 252.45. Regarding the peroxide index, analyses indicated no oxidation in the samples. Pigment analysis revealed that the olive oil from Boukanoun contains the highest levels of carotenoids and chlorophyll. As for the polyphenol content, the oils from Khriba and Fellaoucene recorded the highest polyphenol levels compared to the other oils. In the antioxidant activity test, the oils from Fellaoucene showed the highest antioxidant activity.

These differences are explained by the influence of various factors such as climate, harvest area, soil type, and storage methods and conditions, which play a crucial role in determining the chemical and biochemical quality of olive oil.

Keywords: Olive oil, chemical indices, pigments, phenolic compounds, antioxidant, DPPH

Tables des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste d'abréviations

Introduction

Partie 01 : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : L'olivier

1. L'origine d'olivier.....	06
2. Systématique.....	06
3. Répartition géographique.....	06
3.1. Dans le monde.....	06
3.2. En Algérie.....	07
3.3. À Tlemcen.....	08

Chapitre 02 : L'olive :

1. Définition.....	10
2. Composition d'olive.....	10
2.1. Composition chimique.....	10
2.2. Composition physique.....	11

Chapitre 03 : L'huile d'olive :

1. Définition.....	13
2. Classification d'huile d'olive	14
3. Compositions chimiques.....	14
3.1. Fraction saponifiable.....	14
3.1.1. Les acides gras.....	15
3.2. Fraction insaponifiable	16
3.2.1. Stérols	16
3.2.2. Tocophérols.....	17

3.2.3. Hydrocarbures.....	19
3.2.4. Les composées phénoliques.....	19
3.2.5. Pigments.....	21
3.2.6. Substances aromatiques.....	23
4.Extraction d'huile d'olive	23
4.1.Nettoyage des fruits	23
4.1.1.L'effeuillage.....	23
4.1.2.Lavage.....	23
4.2.Broyage.....	24
4.3.Malaxage.....	24
4.4.Séparation des phases liquide et solide.....	24
4.4.1.Le système d'extraction par presse discontinu.....	24
4.4.2.Le système d'extraction par centrifugation continu.....	24
5.Les Critères de qualité d'huile d'olive.....	25
5.1.L'acidité.....	25
5.2.L'indice de peroxyde.....	25
5.3. Absorbance spécifique dans l'ultraviolet.....	25
5.4. Les caractéristiques organoleptiques et l'analyse sensorielle.....	26
6. Les facteurs influençant la qualité des huiles d'olive.....	26
6.1. Effet de climat.....	26
6.2. Effet de l'entretien du sol.....	26
6.3. Effets des ravageurs.....	26
6.4. Effet de l'irrigation.....	27
7.Stockage et conservation d'huile d'olive.....	27
8. intérêt nutritionnelle et thérapeutiques.....	27

Partie 02 : Matériel et méthodes

1. Echantillonnage.....	32
2. Analyses chimique.....	32
2.1. Indice d'acidité.....	32
2.2. Indice de saponification.....	33
2.3. Indice d'ester.....	34
2.4. Détermination de Indice de peroxyde.....	35
3. Le dosage des chlorophylles et des caroténoïdes.....	35
4. Analyses biochimiques.....	36
4.1. Extraction des composés phénoliques.....	36
4.2. Dosage des polyphénols totaux.....	37
5. Recherche d'activité anti radicalaire DPPH.....	38

Partie 03 : résultats et Discussions

1. Analyses chimique.....	41
1.1. L'indice d'acidité.....	41
1.2. Indice de saponification.....	42
1.3. Indice d'ester.....	44
1.4. Indice de peroxyde.....	44
2. Le dosage des chlorophylles et des caroténoïdes.....	45
2.1. Dosages des Chlorophylles.....	45
3. Analyses biochimiques.....	46
3.1. Extraction des composés phénoliques.....	46
3.2. Dosage des polyphénols totaux.....	46
4. Recherche d'activité anti radicalaire DDPH.....	49
Conclusion.....	55
Références bibliographiques.....	59

Liste des figures :

N°	Titre	Page
01	Répartition de la zone oléicole en Algérie (a : sur la carte géographique, b : en pourcentage (Oreggia et Marinelli, 2017)	07
02	L'olive (Carlos Tio et al ; 1997)	10
03	Schéma d'une coupe transversale d'une olive (Bianchi ,2023)	12
04	Structure chimique du cholestérol et des principaux phytostérols (Dutta et Normande la,. 1998	17
05	Structures de tocophérol. Le tableau indique le nombre et la position des groupes méthyle sur le cycle aromatique	18
06	Structure de squalène (Graille, 2003)	19
07	Structure chimique de chlorophylle a et b (Ryan et Robards, 1998)	22
08	Structure de la B carotène (léger, 2006	22
09	Indice d'acidité de différentes préparations d'huiles d'olive	42
10	Indices de saponification de différentes préparations d'huiles d'olive	43
11	Indices d'ester de différentes préparations d'huiles d'olive	44
12	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux	47
13	Teneur en polyphénols totaux des quatre préparations d'huiles d'olives	48
14	valeurs CI50 (mg/ml) des 4 préparations d'huiles d'olives et de l'acide ascorbique	50
15	Courbe de régression logarithmique des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonctions des différentes concentrations d'extrait d'huile d'olive de sabra	50
16	Courbe de régression logarithmique des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonctions des différentes concentrations d'extrait d'huile d'olive Kheriba	51
17	Courbe de régression logarithmique des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonctions des différentes concentrations d'extrait d'huile d'olive de Fellaoucene	52
18	Courbe de régression logarithmique des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonctions des différentes concentrations d'extrait d'huile d'olive de Boukanoun	52

Liste des tableaux :

N°	Titre	Page
01	Composition des différentes parties d'olive (Elais, 2017)	11
02	Classification des huiles d'olive (COI ; 2015)	14
03	Composition de l'huile d'olive en acides gras (COI, 2003).	15
04	Les teneurs en différents stérols de l'huile d'olive (Ouaouich et Chimi, 2007)	16
05	Les quantités des homologues de tocophérol (Grammes et al.,1972)	18
06	Classes majeur des composés phénoliques d'huile d'olive vierge (servili et., 2004)	20
07	Valeur nutritionnelle d'huile d'olive (Ciquel, 2013)	28
08	Rôles physiologiques et biologiques de certains composés chimiques de l'huile d'olive	30
09	Méthode de dosage des polyphénols totaux pour les différents échantillons d'huiles d'olive	38
10	Les teneur de chlorophylle dans les quatre échantillons	45
11	Les teneur de caroténoïdes dans les quatre échantillons	46
12	Valeurs CI50 (mg/ml) des 4 préparations d'huiles d'olives et de l'acide ascorbique	53

Liste des abréviations :

A : Absorbance.

A% : Acidité libre.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AG : Acide Gallique.

AGMI : acides gras mono insaturé.

AGPI : acide gras polyinsaturé

C.A : Codex Alimentarius.

C.O.I : Comité Oléicole International

CEE : Communauté Economique Européenne.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

H : hydrogène libre.

HO : huile olive.

I : Indice.

I.A : Indice d'acide

I.E : Indice d'ester.

I.P : Indice de peroxyde.

I.S : Indice de saponification.

m : masse en gramme.

Mm : masse molaire.

Max : maximum.

Me ; médiane

Nm : nanomètre

pH : Potentiel d'hydrogène.

CI : concentration d'inhibition

A decorative graphic featuring two overlapping green swooshes that form a partial oval shape. To the right of the swooshes is a branch with several green leaves. The word "Introduction" is written in a black, cursive font in the center of the swooshes. Below the graphic is a faint, light green reflection.

Introduction

Introduction :

L'huile d'olive est considérée comme une source idéale de graisses dans le régime méditerranéen. C'est l'une des plus anciennes huiles végétales et la seule qui peut être consommée crue sans traitement préalable (Boskou, 2006). L'Algérie, comme les autres pays méditerranéens, possède de vastes étendus d'oliviers couvrant 226 337 hectares, soit environ 24 millions d'arbres. Grâce à sa capacité d'adaptation à divers climats environnementaux, l'olivier se trouve dans la plupart des régions du pays.

L'huile d'olive est un jus extrait du fruit de l'olivier à l'aide de techniques physiques et simples telles que le lavage, le broyage, le malaxage, la centrifugation et la décantation, dans des conditions qui préservent sa qualité. Cette huile a une longue histoire dans la région du bassin méditerranéen, où ses nombreux bienfaits pour la santé et la nutrition ont été découverts au fil des générations (Chimi et Ouauich, 2007).

La qualité de l'huile d'olive est influencée par plusieurs facteurs, notamment la maturité des fruits, la méthode d'extraction, le type de sol, les conditions climatiques, les variétés d'olives et les conditions de stockage. Cette qualité est évaluée en fonction d'un ensemble de critères physiques et chimiques importants, tels que le taux d'acidité, l'indice de peroxyde et l'évaluation sensorielle (Gharbi et al., 2015).

L'huile d'olive est principalement composée de 98 % de composés saponifiables et de 2 % de substances diverses appelées la fraction insaponifiable, qui lui donnent sa couleur, sa saveur et ses propriétés conservatrices (Agroliva, 2015).

Les composés phénoliques présents dans l'huile d'olive jouent un rôle essentiel dans l'identification et l'évaluation de la qualité des huiles alimentaires. Ils agissent en tant qu'antioxydants, renforçant la santé cardiovasculaire, réduisant le risque de cancer et d'inflammations, tout en soutenant le système immunitaire contre les infections et les allergies (Merouane et al., 2014).

L'objectif de notre travail est basée sur des analyses physicochimiques, extraction et dosage des composés phénolique et la recherche d'activité antioxydante sur quatre échantillons d'huile d'olive prélevés dans des pressoirs à olives de différentes régions de la wilaya de Tlemcen (Sabra, Boukanoun, Fellaoucene et kheriba).

Notre étude se compose de trois parties distinctes :

La première partie consiste à recueillir des données bibliographiques, regroupant des informations sur l'olivier ainsi que ses différentes variétés dans le monde et en particulier en Algérie, une classification de l'huile d'olive selon divers critères de qualité. Ensuite, nous avons passé en revue les techniques de fabrication de l'huile d'olive ainsi que la description de sa composition chimique et de sa valeur nutritionnelle.

La deuxième partie est expérimentale et concerne les équipements et les méthodes d'analyse utilisés dans notre recherche.

Enfin, dans la dernière partie, nous avons analysé et discuté des résultats obtenus.



*Synthèse
Bibliographique*



Chapitre 01 :

L'olivier

1. L'origine d'olivier :

L'olivier est considéré comme l'un des arbres fruitiers les plus anciens cultivés dans le bassin méditerranéen (Angiolillo et al., 1999 ; Rallo et al; 2000). Il vit depuis plus de 1 000 ans et porte une longue histoire de persistance et d'influence. D'une hauteur de 10 à 15 mètres ou . (Loussert et Brousse, 1978). C'est un arbre à feuilles persistantes cultivé pour ses olives à partir desquelles l'huile d'olive tant convoitée est fabriquée et incorporée dans l'alimentation de la Méditerranée et du monde en général (Lavee, 1997).

2. Systématique

La classification de l'olivier selon **Cronquist (1981)** est la suivante :

Règne :	Plantae
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Scrophulariales
Famille :	Oleaceae
Sous-famille :	Oleoideae
Tribu:	Oleeae
Genre:	<i>Olea</i>
Espèce :	<i>europaea</i>
Nom binomial :	<i>Olea europaea</i> L.

3. Répartition géographique d'olivier

3.1. Dans le monde

Les oliviers sont présents sur six continents : Europe, Amérique du Nord, Amérique du Sud, Afrique, Asie, Océanie.

Les zones naturelles de répartition géographique des oliviers dans le monde se situent principalement distribuer entre 26° et 45° de latitudes nord et sud, ce qui explique son introduction réussie du Chine au Japon, aux États-Unis (Californie) et au Mexique, Hémisphère Nord, Australie, Afrique du Sud et pays d'Amérique du Sud Pour l'hémisphère sud (Aouidi, 2012).

3.2. En l'Algérie

La culture de l'olivier en Algérie a des racines profondes remontant à l'Antiquité. Des vestiges d'oliviers vieux de 2000 ans ont été découverts dans certaines régions, témoignant de son histoire ancienne et de son impact significatif sur la civilisation algérienne

La culture de l'olivier représente une source essentielle de revenus dans les zones rurales en Algérie, constituant plus de 50% de la superficie agricole nationale. De nombreux agriculteurs dépendent de la culture de l'olivier comme source principale de subsistance

La culture se concentre principalement le long des côtes, dans des zones situées entre 8 et 100 kilomètres de la mer, s'étendant également aux régions steppiques et sahariennes. En 2009, la superficie cultivée était de 310 000 hectares, avec un accent particulier sur les régions montagneuses, les collines et les plaines de l'ouest. Cette superficie a connu une augmentation significative grâce à un programme national de développement agricole dans ces régions. La nouvelle carte de l'oléiculture en Algérie montre l'expansion des zones agricoles vers les régions steppiques, désertiques et arides (**Figure 01**) (Khoumeri, 2009).

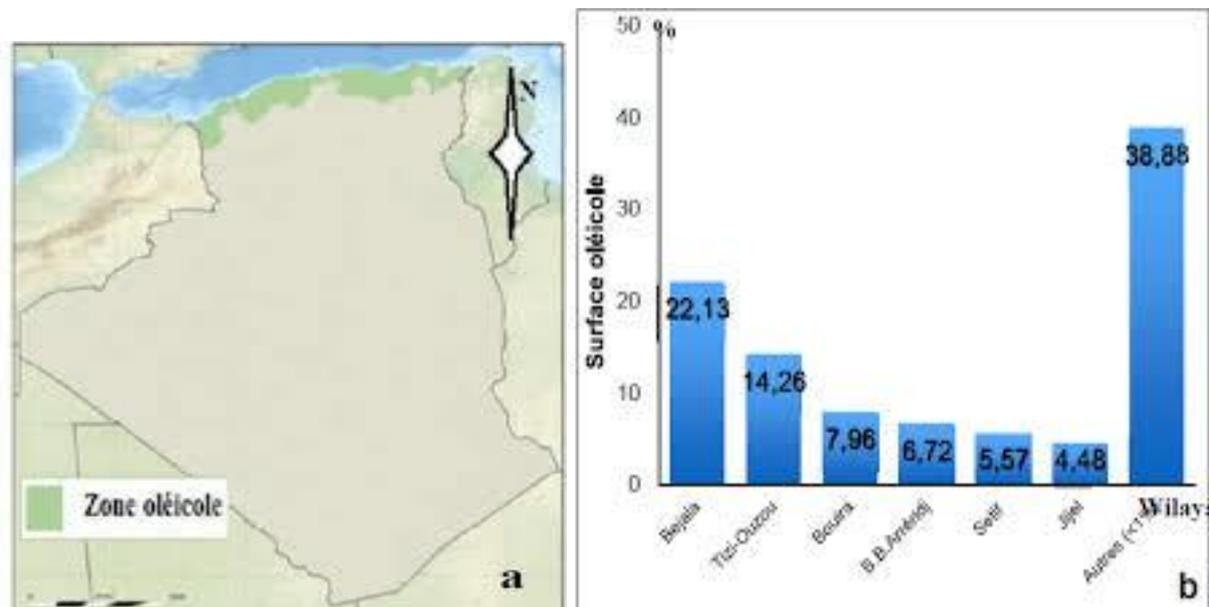


Figure 01 : Répartition de la zone oléicole en Algérie (a : sur la carte géographique, b : en pourcentage (Oreggia et Marinelli, 2017))

3.2. A Tlemcen

L'oléiculture à Tlemcen représente 36 % de l'ensemble de l'arboriculture au niveau de la wilaya (Brikci, 1993)

Elle est bien implantée à Maghnia, Remchi, Sabra, Beni-Snous, Chetouane, Benskrane, Felhaoucene, Mansrourah, Ouled Mimoun, Hennaya, Bab El Assa, Ain Talout (Hachemi et al, 2015).

La superficie oléicole dépasse 13 698 hectares et le nombre d'oliviers atteint 1 848 667 (Hachemi et Benazza, 2015).

À Tlemcen, plusieurs variétés locales d'oliviers sont cultivées, notamment :

- Chemlal : reconnue pour produire une huile de qualité
- La Sigoise (ou olives de Tlemcen) : préférée pour la consommation plutôt que pour la production d'huile, elle donne d'excellentes olives de table.
- D'autres variétés sont également cultivées, telles que la Tlemcenienne, la Sevillane, la Verdale, la Conicabra, et la Manzanilla (Diche et Sidhoum, 2008).



Chapitre 02 :

L'olive

1. Définition

L'olive, fruit récolté depuis des siècles de l'olivier, présente une forme ovale et pèse généralement entre 2 et 12 g, parfois jusqu'à 20 g. Elle est composée de trois parties distinctes : l'épicarpe (la peau) , le mésocarpe (la pulpe ou la chair) et l'endocarpe ligneux. Ensemble, l'épicarpe et le mésocarpe forment le péricarpe (**Figure 02**) (Therios., 2009).



Figure 02 : L'olive (Carlos Tio et al.,; 1997)

2. Composition d'olive

2.1. Composition chimique

La composition chimique de la drupe se caractérise principalement par des proportions variables d'eau, de glucides et d'huile (Boskou, 2006 ; Ghedira, 2008). En outre, on y retrouve des éléments essentiels tels que les protéines, la cellulose, les acides organiques, les pigments, les minéraux et les polyphénols, qui jouent un rôle significatif (Boskou, 2006). Kailis (2017) a révélé que les olives fraîches peuvent renfermer jusqu'à 70 % d'eau, 5 à 30 % d'huile, 20 % de glucides, 6 % de cellulose, 1,5 % de protéines et 1,5 % de minéraux

Le tableau 01 présente la composition des différentes parties d'olives Pulpe (épicarpe + mésocarpe), Endocarpe et Amandon.

Tableau 01 : Composition des différentes parties d'olive (Elais, 2017)

	Eau %	Lipides %	Protides %	Glucides %	Cendre %
Pulpe (épicarpe + mésocarpe)	24,2	56,40	6,8	9,9	2,66
Endocarpe couque de noyau	4,2	5,25	15,6	70,3	4,16
Amandon	6,2	12,26	13,8	13,8	2,16

2.2. Composition physique

2.2.1. Epicarpe

Une couche externe, constituée de l'épiderme et de la couche cireuse attachée, présente un changement de couleur du vert au début de la phase de maturation à diverses teintes telles que le jaune-vert, le rose-violet, le violet et le noir à la fin du processus de maturation. Il représente un faible pourcentage allant de 1 à 3% du poids du fruit. Sa composition est principalement composée d'acides gras associés à des alcools et des esters, et comprend des composés aromatiques et des pigments, ces derniers jouant un rôle dans les variations de couleur (**Figure 03**) (Cortesi et al., 2000 ; Bianchi, 2003).

2.2.2. Mésocarpe

Le mésocarpe, dénommé également la pulpe est une composante majeure du fruit de la plante, représentant 70 à 80% de son poids. Il contient une matrice protéique avec une solution aqueuse riche en sucres, des acides organiques et des phénols. Il renferme également la majeure partie de l'huile du fruit (96-98%), présente dans les interstices et en forme liée dans le cytoplasme (**Figure 03**) (Cortesi al., 2000 ; Bianchi, 2003 ; El Antari et al., 2003).

2.2.3. Endocarpe

L'endocarpe, représentant 18 à 22 % du poids du fruit, se divise en deux sous-systèmes : le premier englobe la partie externe de la graine, le second comprend la matrice protéique avec des composantes lipidiques et hydrophiles (**Figure 03**) (Cortesi et al., 2000 ; Bianchi, 2003).

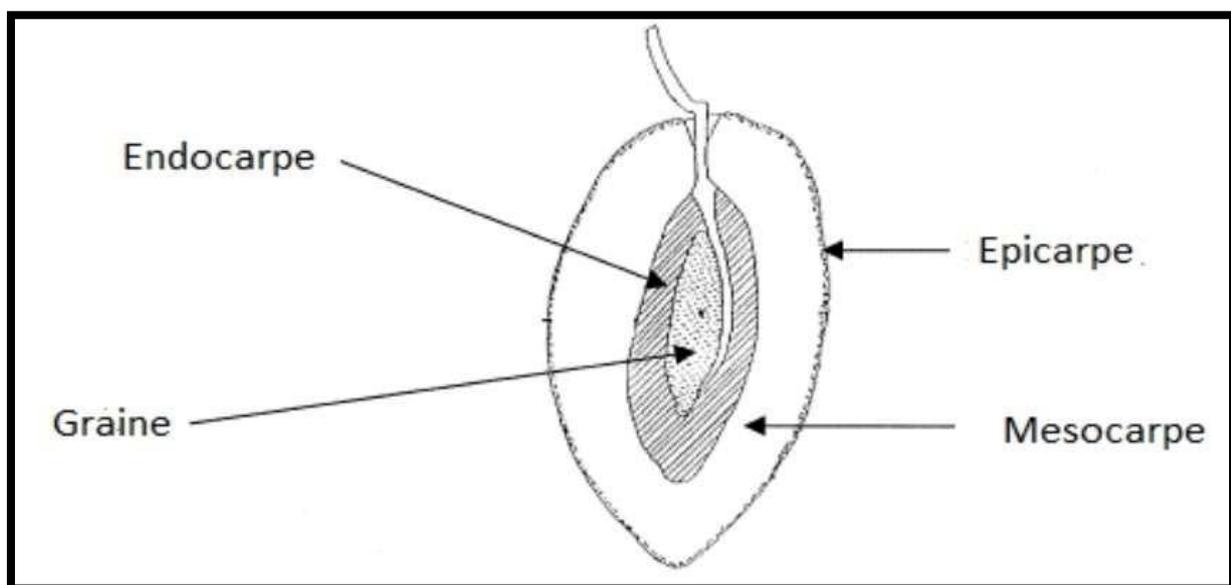


Figure 03 : schéma d'une coupe transversale d'une olive (Bianchi ,2023)



Chapitre 03 :

L'huile D'olive

1. Définition

L'huile d'olive est une matière grasse liquide obtenue par pressage d'olives entières, fruit de l'olivier. C'est un ingrédient de base du régime méditerranéen et est largement utilisé pour la cuisine, les vinaigrettes et à d'autres fins culinaires. L'huile d'olive est également connue pour ses bienfaits pour la santé, car elle est riche en graisses monoinsaturées et en antioxydants.

L'huile d'olive vierge est obtenue par des processus physiques dans des conditions thermiques particulières, où elle conserve sa composition naturelle en vitamines et en acides gras (COI, 2017, 2019).

2. Classification :

Les différents types d'huile d'olive sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 02 : Classification des huiles d'olive (COI ; 2015)

Types	Définitions	Catégories
Huile d'olive vierge	Obtenue à partir de fruit de l'olivier par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques	-Huile d'olive vierge. -Huile d'olive extra vierge -Huile d'olive vierge courante.
Huile d'olive vierge lampante	Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques.	-Huile d'olive raffinée. -Huile d'olive : constituée par un couplage d'huile d'olive raffinée et d'huile d'olive vierge
Huile d'olive de grignon	Obtenue par traitement aux solvants ou d'autres procédés physiques (Bouassila et al., 2017). A partir des grignons d'huilerie.	-Huile de grignon d'olive brute. -Huile de grignon d'olive raffinée. -Huile de grignon d'olive

3. Compositions chimiques

3.1. Fraction saponifiable

La fraction saponifiable est composée d'acides gras et de leurs dérivés (acylglycérols, phosphoglycérols). Elle représente environ 98 à 99% de l'huile et lui confère la plupart de ses caractéristiques physiques, chimiques et métaboliques (Ryan et al., 1998).

3.1.1. Les Acides gras

L'huile d'olive présente une composition en acides gras (Tableau 03) caractérisée par une prédominance de l'acide oléique (C18 :1) en grande quantité (55 à 83 %). On les trouve également des proportions plus faibles d'acide linoléique (C18 :2), d'acide palmitique (C16 :0), et d'acide stéarique (C18 :0). Les acides palmitoléique (C16 :1), linoléinique (C18 :3), et arachidique (C20 :0) sont présents en quantités réduites (**Tableau 03**) (Ryan et al., 1998).

Tableau 03 : Composition de l'huile d'olive en acides gras (COI, 2003).

Acides gras	Nombre de carbones	Limites (%)
Acide myristique	C14 :0	≤ 0,05
Acide palmitique	C16 :0	7,5-20
Acide palmitoléique	C16 :1	0,3-3,5
Acide heptadécanoïque	C17 :0	≤ 0,3
Acide heptadécénoïque	C17 :1	≤ 0,3
Acide stéarique	C18 :0	0,5-5
Acide oléique	C18 :1	55-83
Acide linoléique	C18 :2	3,5-21
Acide linoléinique	C18 :3	≤ 1,0
Acide arachidique	C20 :0	≤ 0,6
Acide gadoléique	C20 :1	≤ 0,4
Acide béhénique	C22 :0	≤ 0,2
Acide lignocérique	C24 :0	≤ 0,2

3.2. Fraction insaponifiable

La composition de l'huile d'olive variée comprend des composés phénoliques, les tocophérols, les stérols, les composés aromatiques, les chlorophylles et les caroténoïdes. Ces éléments, représentant une petite partie de l'huile (1-2%), forment un mélange complexe de

composés au sein de diverses familles chimiques. Ces composants sont essentiels pour la valeur nutritionnelle de l'huile et ses effets sur la santé, en plus de leur rôle vital dans la stabilité de l'huile et l'amélioration de son goût. Ils jouent également un rôle actif dans la détection de la fraude avec d'autres huiles végétales (Moreno et al., 2015) .

3.2.1. Stérols

Les stérols sont un type de graisses essentielles pour la qualité de l'huile, également connus sous le nom de phytostérols lorsqu'ils sont d'origine végétale. Ils présentent une structure similaire au cholestérol principal présent dans les tissus animaux. Le type et la quantité de phytostérols dans les huiles végétales varient selon la source de l'huile. Les phytostérols ont une faible solubilité dans les graisses et sont presque insolubles dans l'eau (Verleyen et al., 2002). Ils sont des composés à quatre cycles présents librement dans l'huile d'olive, mais sont estérifiés par des acides gras, représentant 10 à 15 % de la matière non saponifiable (sekour., 2012). Leur concentration dans l'huile d'olive varie de 100 à 200 milligrammes pour 100 grammes d'huile, en fonction de la variété d'olive et de son degré de maturité (Haddam et al., 2014). L'huile d'olive est particulière en raison de sa forte teneur en bêta-sitostérol, qui limite l'absorption intestinale du cholestérol (**Tableau 04, Figure 04**) (Sekour., 2012).

Tableau 04 : Les teneurs en différents stérols de l'huile d'olive (Ouaouich et Chimi, 2007)

Stérols	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%

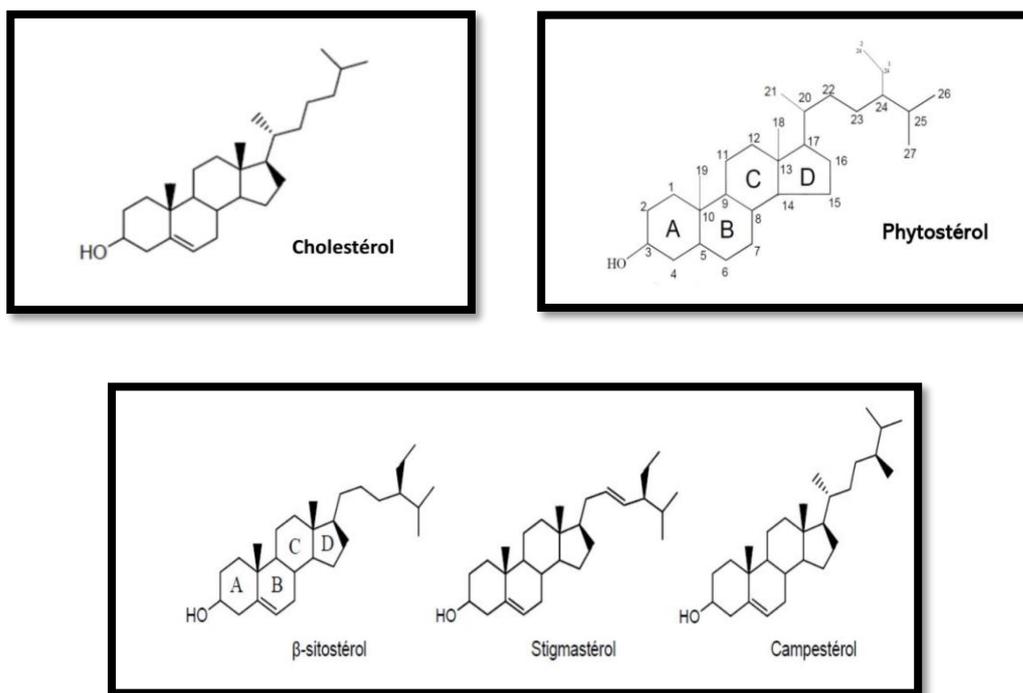


Figure 04 : Structure chimique du cholestérol et des principaux phytostérols (Dutta et Normende., 1998)

3.2.2. Tocophérol

Le tocophérol et le tocotriénol sont des composés phénoliques solubles dans les graisses avec des propriétés antioxydantes variables. Il existe quatre types communs dans les plantes (alpha, bêta, gamma et delta), ils sont tous considérés comme actifs en tant que vitamine E. l'huile d'olive contient une proportion importante d'alpha-tocophérol libre, avec des niveaux variants entre 70 et 370 milligrammes par kilogramme d'huile (Psomiadou et al., 2000).

L'homologue α dépend de la catégorie et des facteurs technologiques, et cela est considéré comme important en raison des propriétés antioxydantes (**Tableau 05**) (Kamal-Eldin et Appelqvist. 1996 ; Cuomo et al., 2020) :

Tableau 05 : Les quantités des homologues de tocophérol (Grammes et al., 1972)

Homologue	Quantité (mg/kg)
β -tocophérol	~ 10
Δ -tocophérol	~ 10
γ -tocophérol	~ 20

Les niveaux d' α -tocophérol semblent être en corrélation avec des niveaux élevés de pigments de chlorophylle, et leur effet semble inclure l'inactivation de l'oxygène singulet (Grams et al., 1972). La concentration de tocophérol dépend de facteurs tels que la maturation et le système d'extraction (Psomiadou, et Tsimidou, 1998 ; Belt;án et al., 2005), et les opérations de raffinage et d'hydrogénation peuvent entraîner la perte d'activité des vitamines (Rabascall et Riera, 1987 ; Andrikopoulos et al., 1989).

La figure 05 montre la structure globale du tocophérol, où les quatre énantiomères (α -, β -, γ - et δ -tocophérol) diffèrent par le nombre et la position des groupes méthyle dans le cycle aromatique (DellaPenna et Pogson, 2006)

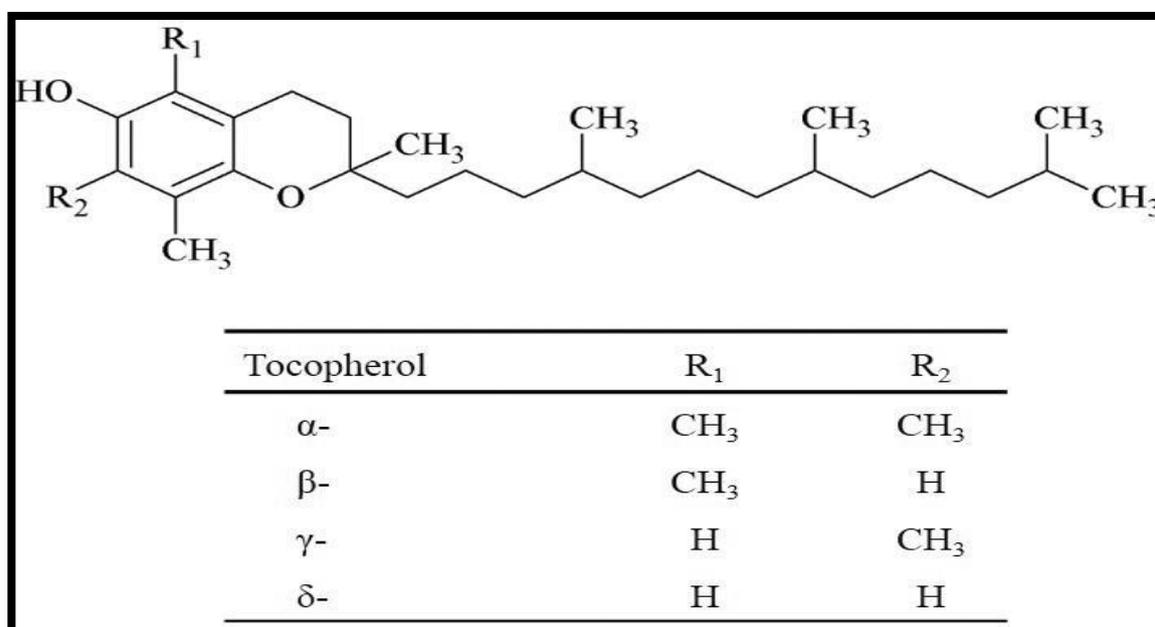


Figure 05 : Structures de tocophérol. Le tableau indique le nombre et la position des groupes méthyle sur le cycle aromatique

3.2.3. Hydrocarbure

Le squalène (2,6,10,15,19,23-hexaméthyl-2,6,10,14,18,22-tétracosahexaène) est l'hydrocarbure le plus abondant dans l'huile d'olive et est considéré comme un élément important de ses effets positifs sur la santé et prévention contre certains types de cancer (Rao et al., 1998 ; Smith et al., 1998).

Il constitue 90 % de la fraction hydrocarbure et est le principal composant de la fraction insaponifiable (Perrin, 1992). Elle varie de 200 à 12 000 mg/kg (Lanzón et al., 1994)

La teneur en squalène est affectée par plusieurs facteurs, notamment la variété d'olive (Manzi et al., 1998) et la technique d'extraction de l'huile (Nergiz et Unal, 1990). La quantité de squalène est considérablement réduite lors des processus de raffinage (Figure 06) (Bondioli et al., 1992).

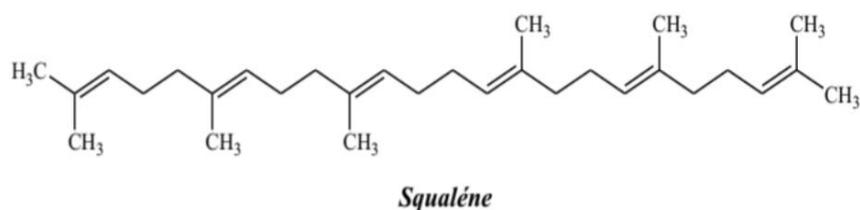


Figure 06 : structure de squalène (Graille, 2003)

3.2.4. Les composés phénoliques

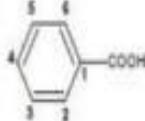
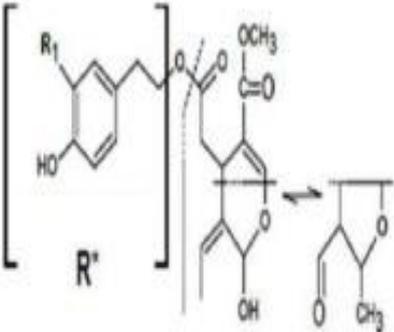
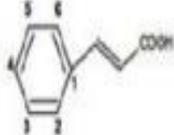
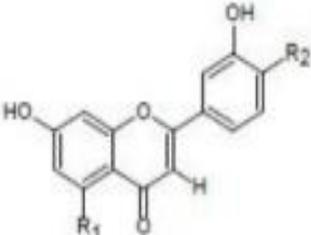
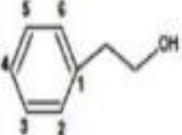
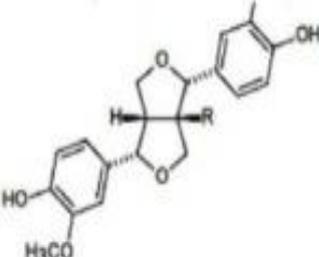
Les composés phénoliques sont des substances naturelles qui confèrent à l'huile d'olive des propriétés organoleptiques et contribuent à la bonne stabilité de l'huile à l'auto-oxydation (Perrin, 1992 ; Ollivier et al., 2004 ; Tura et al., 2007).

L'huile d'olive contient plus de 30 composés phénoliques, notamment l'hydroxytyrosol tyrosol et l'oleuropéine, qui renforcent l'activité antioxydante (Tuck et al., 2002).

Les composés phénoliques de l'huile d'olive appartiennent à diverses familles : acides et alcools phénoliques, sécoïridoïdes, lignanes, flavonoïdes, etc. (Boskou et al., 2009). Ils sont soit liés, etherfiés ou estérifiés avec les glycosides (Perrin, 1992 ; Dhifi et al., 2006) soit à l'état libre suite à des réactions d'oxydation et d'hydrolyse au sein de ces composés au cours de la maturation du fruit, ou lors du processus de l'extraction (Vazquez-Roncero, 1978 ; Tsimidou, 1992).

Ces composés phénoliques confèrent à l'huile une grande stabilité oxydative pendant le stockage et, d'autre part, contribuent fortement au goût piquant, astringent et amer des huiles (Tableau 6) (Bendini et al., 2007).

Tableau 06 : Classes majeur des composés phénoliques d'huile d'olive vierge (Servili et al., 2004).

Composé	Structure générale	Composé	Structure générale
Acides benzoïques Acide vanillique Acide syringique Acide gallique Acide hydroxy-benzoïque		Secoïridoïdes Oleupéine aglycone Ligstroside aglycone Oleuropéine Forme dialdéhydrique d'oleuropéine aglycone	 <p>Acide élenolique (AE) La forme élenolique de AE</p>
Acides cinamiques Acide p-coumarique Acide o-coumarique Acide caféique Acide férulique		Flavonoïdes Apigénine Lutéoline	
Alcools phénoliques Hydroxytyrosol Tyrosol (3,4-Dihydroxyphenyl) éthanol-glucoside		Lignanes (+)-1-Acétoxypinoresinol (+)-Pinoresinol	

3.2.4. Pigments :

La couleur de l'huile d'olive est le résultat des teintes vertes et jaunes en raison de la présence de chlorophylles et de caroténoïdes, respectivement (Psomiadou et al., 2003).

a) Chlorophylles :

La chlorophylle est le pigment le plus abondant dans la nature. Sur le plan chimique, elle est composée d'un groupe de tétrapyrroles de magnésium. Elle est principalement responsable de la couleur verte de l'huile d'olive, et ses niveaux varient selon les facteurs génétiques et le stade

de maturité des fruits. La teneur en chlorophylle dans l'huile d'olive varie entre 1,9 et 6,37 milligrammes par kilogramme (Baccouri et al., 2008). Lorsqu'elle est exposée à la lumière, la chlorophylle devient un oxydant actif, ce qui entraîne la détérioration des propriétés sensorielles de l'huile (Ben Takaya et al., 2007). Elle possède également une activité antioxydante en l'absence de lumière, ce qui prolonge la durée de conservation de l'huile (Figure 07) (Criado et al., 2008).

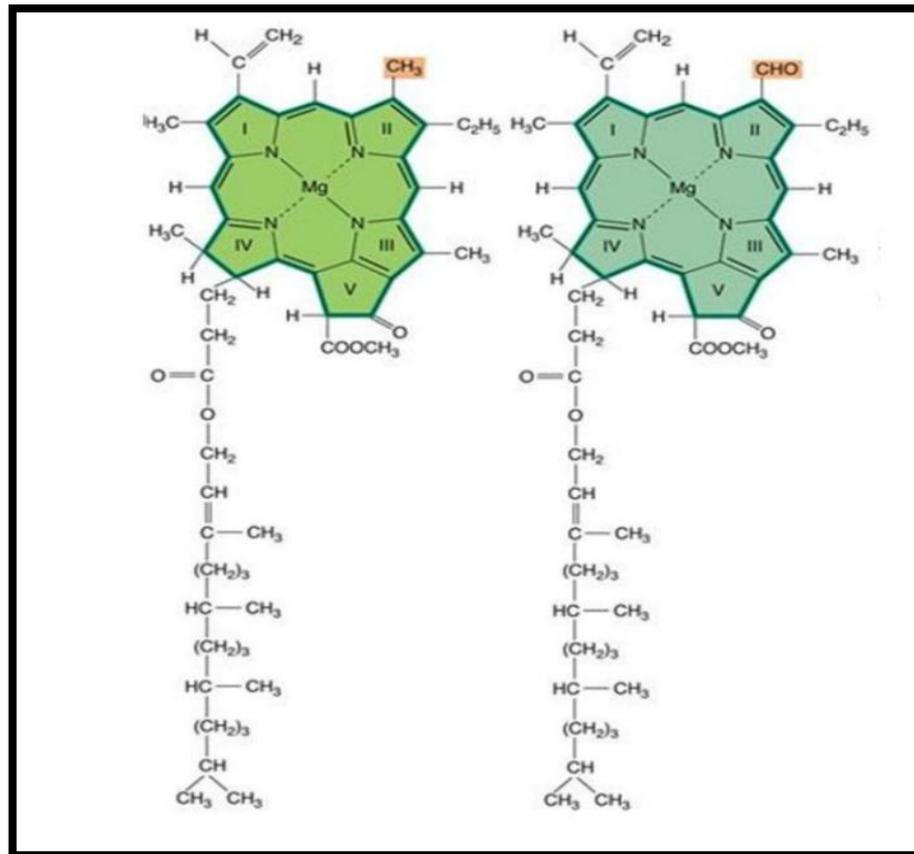


Figure 07: structure chimique de chlorophylle a et b (Ryan et Robards, 1998)

b) Caroténoïdes :

L'huile d'olive contient principalement du β -carotène ou du provitamine A, présent à des taux ne dépassant pas 10 mg /kg d'huile. Elle contient également de la lutéine, de la zéaxanthine et de la zanthophylle, qui sont d'autres formes de caroténoïdes. 1 mg de carotène est converti en 0,5 mg de vitamine A lors de l'absorption intestinale (Figure 08) (Lazzez et al., 2006).

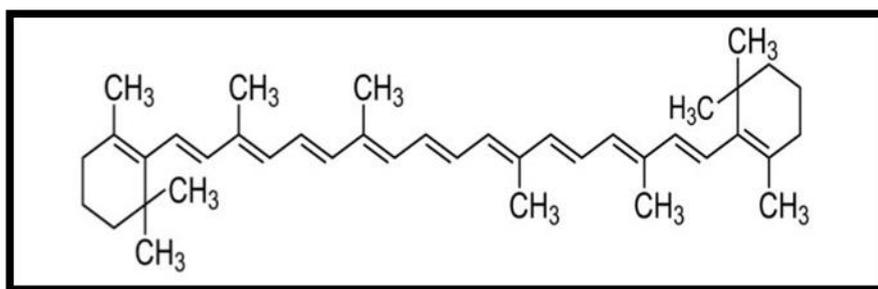


Figure 08 : Structure de la B-carotène (léger, 2006)

3.2.5. Substances aromatiques

Ces arômes sont le résultat d'un mélange de composés volatils les aldéhydes, les alcools, les esters et les cétones (Kiritsakis, 1998 ; Morales et al., 2005) se formant lors du broyage et du malaxage des olives (Salas et al., 2000 ; Angerosa et al., 2001). Il existe plus de cent composés responsables de l'arôme distinctive de l'huile d'olive (Salas et al., 2000 ; Angerosa et al., 2001), leur teneur dépendant de l'activité des enzymes du chemin de la lipooxygénase, qui varie selon la variété et le degré de maturité des olives, le stockage des olives, le processus de lavage, le temps de mélange et la température, les conditions climatiques et le taux d'attaque des parasites (Miliauskas et al., 2004 ; Runcio et al., 2008).

4. Extraction d'huile d'olive

L'objectif principal de toute méthode d'extraction est de maximiser la quantité d'huile tout en préservant sa qualité d'origine. Cela nécessite l'utilisation exclusive de méthodes mécaniques ou physiques pour éviter les altérations chimiques ou enzymatiques de la composition naturelle de l'huile. Le processus d'extraction comprend généralement quatre étapes principales (Benlemlih et al., 2012).

4.1. Nettoyage des fruits

4.1.1. L'effeuillage

Ce processus vise à éviter une coloration excessive de l'huile, ce qui entraîne un excès d'amertume et une diminution de sa capacité à maintenir sa qualité. Le poids des feuilles autorisé ne doit pas dépasser 1 % du poids des olives broyées traitées. Ce processus peut être réalisé manuellement ou à l'aide d'une machine qui enlève les feuilles et lave en même temps (Mohammadi et al., 2019).

4.1.2. Lavage

Ce processus vise à débarrasser les olives de toutes les impuretés, qu'elles soient d'origine végétale comme les feuilles et les branches, ou minérale comme la terre, la poussière, les pierres et autres matières solides. Ces impuretés contribuent à augmenter le niveau d'acidité des huiles et à réduire leur qualité sensorielle, comme l'odeur et le goût (Benrachou, 2013).

4.2. Broyage

Le processus de broyage vise à écraser les cellules de l'olive pour libérer les gouttelettes d'huile qu'elles renferment. Cependant, il est difficile d'atteindre une extraction complète de l'huile car toutes les cellules ne peuvent pas être broyées. De plus, les gouttelettes d'huile sont enveloppées dans une pseudo-membrane amphotère qui maintient l'huile dans un état d'émulsion, et la stabilité de cette émulsion dépend de la taille des gouttelettes : plus elles sont petites, plus elles sont stables. Le broyage est donc une étape critique qui influence la qualité finale de l'huile d'olive vierge produite (Benlemlih et al., 2012).

4.3. Malaxage

Le processus de malaxage est crucial dans l'extraction de l'huile d'olive, permettant aux gouttelettes d'huile de fusionner en gouttes plus grosses appelées « poques » (Benlemlih et al., 2012). Cela augmente le rendement d'extraction en brisant l'émulsion huile/eau et en uniformisant la pâte. L'efficacité du malaxage dépend des caractéristiques de la pâte d'olive et des paramètres technologiques comme le temps et la température (Di Giovacchino et al., 2002).

4.4. Séparation des phase liquide et solide

4.4.1. Le système d'extraction par presse discontinu

C'est une méthode classique qui utilise des broyeurs pour presser les olives. Le broyage suivi du malaxage se font sous des meules, produisant une pâte composée de grignon et d'un moût contenant l'huile et les margines. La séparation des phases solide et liquide se fait par simple pression, tandis que l'huile est séparée des margines par décantation naturelle (Benlemlih et al., 2012).

4.4.2. Le système d'extraction par centrifugation continue

Il présente deux configurations principales : à trois phases et à deux phases.

- a. **Le système de trois phases :** sont l'huile, les margines et les grignons, tandis que dans le second, seules deux phases sont obtenues, l'huile et les grignons (Ben Hassine, 2013).
- b. **Le système à deux phases :** utilise un décanteur spécial qui permet une séparation efficace sans nécessiter l'ajout d'eau, ce qui produit une huile de meilleure qualité riche en composés phénoliques. Ce procédé est également plus respectueux de l'environnement car il réduit le volume d'effluent liquide (Ben Hassine, 2013).

5-Les critères de qualité d'huile d'olive

5.1. L'acidité

La mesure de l'acidité reflète la détérioration hydrolytique, surtout dans les olives. Quand les fruits mûrissent, les triglycérides subissent une hydrolyse naturelle qui s'aggrave avec le temps. Une mauvaise récolte ou un stockage inapproprié peuvent amplifier ce processus, causant des ruptures cellulaires dans la pulpe des olives. Cela expose l'huile, normalement enfermée dans les vacuoles, aux enzymes et à l'eau du cytoplasme, entraînant une augmentation anormale des acides gras libres. À long terme, cela donne à l'huile des arômes désagréables qui ne sont pas seulement acides mais peuvent inclure d'autres sensations comme le moisi (Leroy, 2011).

5.2. L'indice de peroxydes

L'indice de peroxyde est un indicateur de l'oxydation de l'huile d'olive, causée par la réaction des lipides avec l'oxygène de l'air. Cette réaction lente produit des peroxydes, des composés instables qui se décomposent en aldéhydes volatils, altérant le goût et l'odeur de l'huile (Leroy, 2011).

5.3. Absorbance spécifique dans l'Ultraviolet

L'analyse spectrophotométrique dans l'ultraviolet est utilisée pour évaluer la qualité des matières grasses, leur état de conservation et les modifications dues aux processus technologiques. L'oxydation des huiles entraîne la dégradation des acides gras insaturés, produisant des composés oxydés qui absorbent la lumière à des longueurs d'onde spécifiques, comme les hydroperoxydes linoléiques à 232 nm et les dicétones à 270 nm. (Tanouti et al . , 2010).

5.4. Les caractéristiques organoleptiques et l'analyse sensorielle

Sont essentielles pour évaluer la qualité de l'huile d'olive vierge. Elles permettent de déterminer sa couleur, sa transparence, son odeur et sa saveur, garantissant ainsi un produit de qualité pour les consommateurs. L'analyse sensorielle, tout comme les analyses chimiques, est utilisée pour classer les huiles d'olive vierges en fonction de leur qualité. L'objectif de la dégustation est de détecter et d'évaluer tous les aspects de finesse, d'élégance, de richesse, d'équilibre et de typicité qui distinguent une huile ordinaire d'une huile de qualité (Leroy, 2011).

6. Les facteurs influençant la qualité des huiles d'olive

6.1. Effet de climat

Les conditions météorologiques influent sur les zones de culture de l'olivier. Les régions plus froides risquent de geler les olives, donnant une huile de moindre qualité. Dans certains pays, les températures élevées entraînent une viscosité accrue de l'huile d'olive (Çavusoglu et Oktar, 1994). Les températures élevées au printemps et en été entraînent une chute précoce des fruits et ralentissent leur maturation en raison de l'évapotranspiration excessive, ce qui affecte négativement la qualité et la quantité d'huile extraite (Ouaouich et Chimi, 2007).

6.2. Effet de l'entretien du sol

Les sols argileux présentent des défis pour la croissance des oliviers en raison de l'asphyxie des racines lors des saisons pluvieuses et du dessèchement causé par les fissures en été. Cela peut entraîner une diminution des fruits et une réduction de la taille des olives, affectant ainsi la qualité et le rendement de l'huile. En revanche, les sols profonds ont tendance à mieux convenir à la culture de l'olivier en raison de leur capacité à retenir l'eau, ce qui favorise une meilleure qualité et un rendement accru en huile (Quaouich et Chimi, 2007).

6.3. Effets des ravageurs

L'action nuisible des insectes ravageurs peut intervenir sous différentes formes et notamment par la destruction ou la détérioration du capital végétal et des fruits. Trois types de dégâts sont causés aux olives à huile (Cavusoglu et Oktar, 1994).

Chute prématurée des fruits attaqués ; Disparition d'une partie de la pulpe ; Diminution de la qualité de l'huile.

Les parasites, comme la mouche de l'olive *Bactrocera oleae*, sont généralement les principaux facteurs externes responsables des processus métaboliques de décomposition dans les fruits.

Des études menées par Tamendjari et al. (2004) ainsi que Gomez-Caravaca et al. (2008) ont montré que l'infestation des olives par *Bactrocera oleae* entraîne une augmentation de l'acidité libre, de l'indice de peroxyde et de l'absorbance dans l'UV, accompagnée d'une diminution de la teneur en composés phénoliques.

6.4. Effets de l'irrigation

Les oliviers ne sont pas souvent irrigués, mais cela ne signifie pas qu'ils n'ont pas besoin d'eau. En fait, l'irrigation a des effets positifs sur les oliviers, améliorant notamment le rendement, la qualité de l'huile et la résistance aux conditions environnementales difficiles. De plus, elle influe sur la composition chimique de l'huile d'olive, ce qui peut entraîner des variations dans les acides gras (Quaouich et Chimi, 2007).

7. Stockage et conservation d'huile d'olive

Selon les normes du Conseil oléicole international de 2018, pour conserver l'huile d'olive commerciale, il est recommandé de l'emballer dans des récipients respectant les normes d'hygiène alimentaire. La température de stockage devrait être maintenue entre 13 et 25 °C, dans des cuves en acier inoxydable, avec de l'azote ou de l'argon pour éviter l'oxydation. Les coulées sont importantes pour éliminer les sédiments dans les huiles vierges comestibles. Pour préserver la qualité, il est crucial de limiter l'exposition à la lumière, à la chaleur, à l'oxygène et à d'autres activateurs d'oxydation (COI, 2018).

8. Intérêt nutritionnelle et thérapeutiques d'huile d'olive

L'huile d'olive est riche en acides gras mono-insaturés (AGMI) et contient également des acides gras poly-insaturés (AGPI) essentiels pour de nombreuses fonctions corporelles. Sa consommation n'entrave pas la réduction du cholestérol et est bénéfique pour la santé cardiovasculaire. De plus, elle favorise la contraction de la vésicule biliaire et fournit une bonne dose de vitamine E, particulièrement importante pour les femmes enceintes, les femmes allaitantes et les personnes âgées (Charbonier, 1985). Les bienfaits vont au-delà de l'acide oléique, incluant des composés antioxydants comme les phénols, les stérols et les tocophérols, qui ont des effets positifs sur la santé en luttant contre diverses maladies comme l'athérosclérose, certains cancers, les troubles cérébraux et les processus de vieillissement prématuré (**Tableau 07 et 08**) (Covas, 2007).

Tableau 07 : Valeur nutritionnelle d'huile d'olive (Ciqual, 2013)

Composition	Quantité
Energie-calories	899 Kcals
Energie-Kilojoules	3700 KJ
Protéines	1,31 g
Glucides	Traces
Lipides	99,9 g
Acide gras saturés	13,8 g
Acide myristique	0,00977 g
Acide palmitique	10,4 g
Acide stéarique	3,08 g
Acide gras mono insaturés	75,2 g
Acide gras polyinsaturés	6,88 g
Acide Gras Oméga 3	0,606 g
Acide alpha-linolénique / ALA	0,606 g
Acide Gras Oméga 6	6,28 g
Acide linoléique	6,28 g
Acide Gras Oméga	9,70 g
Acide oléique	70 g
Sodium	1,11 mg
Soit équivalence en Sel	2,7972 g
Eau	75,8 g
Fibres	3,6 g
Minéraux	
Magnésium	0,583 mg
Potassium	0,81 mg
Calcium	2,57 mg
Manganèse	0,00334 mg
Fer	0,0442 mg
Cuivre	0,00489 mg
Zinc	0,0176 mg
Sélénium	21,2 µg
Iode	0,267 µg
Vitamines	
Vitamine E / Tocophérol	25 mg
Vitamine K	47,8 µg
Vitamine K1	47,8 µg

Tableau 08 : Rôles physiologiques et biologiques de certains composés chimiques de l'huile d'olive (Perona et al., 2010)

Composés	Rôles
Acide oléique	<ul style="list-style-type: none"> - Réduit particulièrement le taux du cholestérol total et LDL responsable de la formation de l'athérosclérose et augmenter le HDL - Normalise les paramétrer membranaires détériorés en cas d'hypertension, en améliorent la fluidité membranaire et l'expression de protéines impliquées dans la régulation de la pression artérielle.
AGE	<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.
EPA	<ul style="list-style-type: none"> - Améliore la mémoire et donc réduit le risque de maladie de parkinson.
Chlorophylles	<ul style="list-style-type: none"> -Accélèrent les processus de cicatrisation.
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.
Composés aromatiques	<ul style="list-style-type: none"> - dotes d'une activité antimicrobienne.
Tocophérols	<ul style="list-style-type: none"> - Manifestent une activité vitaminique. - Exercent des effets bénéfiques a l'égard des maladies cardiovasculaires et contre le cancer du pompon, du col de l'utérus et de la prostate.

*Matériel et
Méthodes*



Nous avons réalisé notre recherche au sein du laboratoire de recherche « Antibiotiques, antifongique, physico-chimie, synthèse et activité biologique », département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre et de l'univers, université Abou Bekr Belkaïd , Tlemcen..

Notre étude portait sur l'analyse de quatre échantillons d'huiles d'olive provenant des différentes régions de Tlemcen (Sabra ; Kheriba ; fellaoucene ; Boukanoun).

Nous avons présenté les définitions, le principe, les matériels, les réactifs, les méthodes de calcul et le mode opératoire utilisés pour chaque technique.

Ceci nous a permis de comprendre comment caractériser et comment classifier les huiles d'olives étudiées dans ce projet de fin d'étude.

1. Échantillonnage

Nous avons mené une étude sur quatre échantillons de production dans quatre régions de culture d'oliviers dans la wilaya de Tlemcen (Boukanoun, Sabra, Fellaoucene et Kheriba), collectés en février 2024. Tous les échantillons d'huile d'olive proviennent d'usines d'huiles modernes. Les échantillons d'huile d'olive sont placés dans des emballages en plastiques opaques et hermétiquement fermés, avec une étiquette indiquant la région et le numéro d'échantillon. Pour éviter toute oxydation avant l'analyse, ils sont conservés à l'abri de la lumière et à température ambiante.

2. Analyses chimiques

2.1. Indice d'acide

❖ Définition

L'acidité (A) est le principal indicateur chimique de la qualité des huiles d'olives, aussi le plus anciennement utilisé. Cette utilisation est mentionnée dans les manuels techniques depuis le début du XXe siècle. Actuellement la valeur limite pour la catégorie « Huile d'Olive Vierge Extra » (HOVE) est 0,8 g d'acide oléique libre pour 100 g d'huile. (Pinatel, 2013).

❖ Principe :

Il consiste à neutraliser les acides libres par une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium ou de sodium titrée (Benosman et Mamchaoui, 2005).

❖ Mode opératoire :

Le protocole décrit par le règlement CEE2568/91 a été adopté pour la détermination de cet indice :

- Mélanger 1g d'huile d'olive avec 5ml d'éthanol ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine (2%) au mélange ;
- Titrer à l'aide d'une solution KOH éthylique (0,1 N) jusqu'à l'apparition d'une couleur rose ;
- Réaliser un essai témoin (en absence d'huile) dans les mêmes conditions.

❖ **Méthode de calcul :**

L'acidité est exprimée en pourcentage d'acide oléique qui se détermine ainsi :

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

- ✓ **V** : volume en millilitre de KOH nécessaire pour neutraliser l'échantillon
- ✓ **V₀** : volume en millilitre de KOH nécessaire pour neutraliser le blanc
- ✓ **N** : normalité de l'hydroxyde de potassium
- ✓ **M** : masse molaire (g/ml) d'acide oléique qui est égale à 282g/ml
- ✓ **m** : masse en gramme de la prise d'essai

Chaque essai est répété 3 fois

2.2. Indice de saponification

❖ **Définition :**

L'indice de saponification correspond aux nombres de milligrammes de potasse nécessaires pour saponifier les acides gras contenus dans un gramme de matière grasse. Cette valeur est d'autant plus élevée que les acides gras sont de plus faible poids moléculaire (AFNOR, 2013).

❖ **Principe :**

Si l'on traite un ester par de la potasse suffisamment concentrée et chaude, on régénère suivant une réaction totale d'alcool et le sel de potassium de l'acide puis on donne naissance à l'ester.

❖ **Mode opératoire :**

- Mettre dans un ballon 1g d'huile d'olive avec 25 ml de KOH éthylique (0,5 mol/l) ;
- Porter le mélange à l'ébullition à reflux pendant 45 min ;
- Laisser refroidir et ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine à 2% ;

- Titrer par l'acide chlorhydrique (0,5 mol/l) ;
- Agiter jusqu'au virage à l'incolore de la phénolphtaléine ;
- Déterminer le volume V1 de la neutralisation de l'échantillon
- Réaliser un témoin (1 ml d'eau distillée +25 ml de KOH éthylique), dans les mêmes conditions de l'échantillon, pour déterminer le volume V0 du titrage.

❖ **Méthode de calcul :**

Calcul de l'indice de saponification IS (mg de KOH /g huile)

$$IS = \frac{M_{\text{KOH}} \times (V_0 - V_1) \times CHCl}{m}$$

- ✓ **V0** : Volume de neutralisation de témoin en ml
- ✓ **V1** : Volume de neutralisation de l'échantillon en ml
- ✓ **CHCl** : concentration de la solution d'acide chlorhydrique en mol/l (0,5mol/ l)
- ✓ **M_{KOH}** : masse molaire du KOH en g/mol (56,1g/mol)
- ✓ **M** : masse d'huile pesée en g (1g)

Chaque essai est répété 3 fois

2.3. Indice d'ester

L'indice d'ester (IE) est la quantité en milligrammes de KOH nécessaire à la saponification des glycérides présents dans 1 gramme de matière grasse. IE n'est pas mesurable. Il est calculé à partir des deux indices IS (indice de saponification) et IA (indice d'acidité). C'est la différence entre l'indice de saponification et l'indice d'acidité (IE = IS – IA).

2.4. Détermination de l'indice de peroxyde

❖ **Définition :**

L'indice de peroxyde représente la quantité des substances de l'échantillon (exprimée en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme), qui oxydent l'iodure de potassium.

❖ **Principe :**

Ce paramètre nous renseigne sur le degré d'oxydation des huiles.

❖ **Mode opératoire :**

Le protocole décrit par le règlement CEE2568/91 a été adopté pour la détermination de cet indice :

- Mélanger 1g d'huile avec 10 ml de chloroforme, 15ml d'acide acétique glacial et 1ml d'une solution saturée d'iodure de potassium ;
- Incuber pendant 5min à l'obscurité, et ajouter 75ml d'eau distillée ;
- Titrer par une solution de thiosulfate de sodium (0,01 N) en présence d'empois d'amidon comme indicateur
- Réaliser un essai témoin (sans matière grasse) dans les mêmes conditions.

❖ **Méthode de calcul :**

L'indice de peroxyde IP est déterminé selon la formule :

$$IP = \frac{V - V_0}{m \times 1000 \times N}$$

- ✓ **N** : Normalité Na₂S₂O₃
- ✓ **V** : Volume en ml de Na₂S₂O₃ nécessaire pour le titrage de l'échantillon
- ✓ **V₀** : le volume de thiosulfate de sodium requis pour titrer le blanc
- ✓ **M** : masse en gramme de la prise d'essai

Chaque essai est répété 3 fois.

3. Le dosage des chlorophylles et des caroténoïdes

❖ **Définition :**

L'analyse des pigments colorants n'est pas exigée par les normes de commercialisation de l'huile d'olive. Cependant la couleur est un attribut de base pour déterminer les caractéristiques de l'huile d'olive. Elle est associée par la plupart des consommateurs à la notion de qualité. La teneur en pigments dans l'huile d'olive dépend d'un certain nombre de facteurs, tels que, la variété, le degré de maturité des olives, le système utilisé pour l'extraction de l'huile ainsi que la durée et les conditions de son stockage (Rahmani, 1989), Deux sortes de pigments sont présentes dans l'huile d'olive : Les carotènes et les chlorophylles.

Ces pigments ont été déterminés suivant la méthode décrite par (Allalout et al., 2009).

❖ **Mode opératoire**

- 7,5g d'huile ont été dissous dans 25 ml de cyclohexane.
- Les teneurs en caroténoïdes et en chlorophylles ont été déterminées respectivement, par la mesure de l'absorbance à 470 et 670 nm.

- Les valeurs des coefficients d'extinction spécifiques appliquées sont E = 613 pour la phéophytine, une composante majeure des pigments chlorophylliens, et E = 2000 pour la lutéine, un élément majeur des caroténoïdes.
- Les teneurs en pigments ont été calculées comme suit :

$$\text{Chlorophylle (mg/Kg)} = (A_{670} * 106) / (613 * 100 * L)$$

$$\text{Caroténoïde (mg/Kg)} = (A_{470} * 106) / (2000 * 100 * L)$$

4. Analyses biochimiques

4.1. Extraction des composés phénoliques

❖ Définition :

Les composés phénoliques, appelés souvent « polyphénols », sont responsables de la bonne stabilité à l'oxydation des huiles d'olive. Outre leur propriété antioxydante, ils possèdent d'intéressantes propriétés nutritionnelles et organoleptiques.

Mode opératoire :

Pour extraire les polyphénols à partir des huiles d'olive étudiées nous avons opté pour le protocole, basé sur une extraction liquide-liquide (hydrométhanolique) :

- Dans une ampoule à décanter diluer une prise de 50 ml de chaque échantillon d'huile d'olive dans un mélange méthanol- eau distillée : 80/20 et 25 ml de chloroforme.
- Agiter et laisser reposer
- Séparer les deux phases et récupérer la phase hydrométhanolique.
- Sécher la phase hydrométhanolique dans l'étuve à 37°C ;
- L'extrait brut hydrométhanolique préparé à partir de l'huile d'olive est récupéré et conservé à l'abri de lumière pour le dosage des polyphénols et le test du piégeage du radical libre DPPH.

4.2. Dosage des polyphénols totaux

❖ Principe :

Le réactif de Folin-Ciocalteu est de couleur jaune. Il est composé d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) de couleur jaune. Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène (Li et al., 2007).

❖ **Mode opératoire :**

- Prendre 100 µl de chaque échantillon (1mg/ml) ;
- Ajouter 2000µl de la solution de carbonate de sodium (Na₂CO₃ à 2%);
- Incuber pendant 5 min à température ambiante avec agitation ;
- Ajouter 100µl du réactif de Folin-Ciocalteu 1 N ;
- Incuber pendant 30 minutes à l’abri de la lumière et à température ambiante ;
- Mesurer l’absorbance est à 680 nm contre un blanc.

Dans les mêmes conditions opératoires réaliser une gamme d’étalonnage utilisant l’acide gallique à différentes concentrations (50 à 500µg/ml) (Tableau 09).

Tableau 09: Méthode de dosage des polyphénols totaux pour les différents échantillons d’huiles d’olive

Tubes	Gamme d’étalonnage							Échantillon			
	1	2	3	4	5	6	7	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4
[Ac gallique] µg/ml	0	50	100	200	300	400	500	-	-	-	
Ac gallique µl	-	100	100	100	100	100	100	-	-	-	
Echantillon µl	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100
Na ₂ CO ₃ (2%) µl	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Incubation pendant 5 min à température ambiante avec agitation											
Folin Ciocalteu (1N) µl	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Incubation à 30 min a l’obscurité											
Lecture de l’absorbance à 760 nm											

❖ **Expression du résultat**

Les teneurs en polyphénols totaux dans nos huiles ont été calculées à partir de l’équation de régression linéaire de la courbe d’étalonnage exprimées en microgramme équivalent d’acide gallique par milligramme d’huile d’olive (µg EAG/ mg H.O.).

5. Recherche d'activité anti radicalaire DPPH :

❖ Principe

Le principe de ce test se résume dans la capacité de l'extrait à réduire le radical libre DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl) de couleur violette foncée, qui se transforme en coloration jaunâtre (après réduction). Cette décoloration est mesurable par Spectrophotométrie (Brand-Williams et al., 1995).

❖ Mode opératoire :

Le test de **DPPH** a été réalisé suivant la méthode décrite par (Bektas et al ; 2005)

- Préparer une série de concentration d'extrait de chaque huile d'olive dans le méthanol ;
- Ajouter à chaque 50µl de concentrations préparées, 1950µl d'une solution méthanolique de DPPH (0,0025%) ;
- Préparer pour chaque concentration d'extraits étudiés un tube blanc en mélangeant 50µl d'extraits préparés avec 1950µl du méthanol ;
- Préparer un témoin négatif en ajoutant 50µl de méthanol à 1950µl d'une solution méthanolique de DPPH ;
- Incuber l'ensemble des tubes 30 min à 25 °C ;
- Lire l'absorbance à 520nm ;

Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard ; l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesurée dans les mêmes conditions que les extraits dans différentes concentration (0,05 à 0,4 mg/ml).

L'inhibition du radical libre de DPPH en pourcentage (I %) a été calculée de la manière suivante :

$$I \% = [(A \text{ blanc} - A \text{ échantillon}) / A \text{ blanc}] \times 100.$$

- Une courbe des concentrations de l'extrait en fonction de I % a été tracée afin d'obtenir des CI50. Ce paramètre est défini comme la concentration (mg/ml) requise pour diminuer la concentration du DPPH initiale de 50%.
- Le graphique de la variation de l'absorbance en fonction de la concentration a permis de déterminer les IC50 (concentration correspondant à 50% d'inhibition)

*Résultats et
Discussions*



1. Analyses chimiques

La qualité de l'huile d'olive se manifeste par sa teneur en graisses insaturées bénéfiques pour la santé, qui contribuent à la prévention des maladies cardiaques et du diabète de type 2 en régulant les niveaux d'insuline et de glucose dans le corps et à améliorer les niveaux de cholestérol et à maintenir la fraîcheur de la peau en retardant les signes de vieillissement. Cependant, elle est sensible à l'oxydation, réagissant à l'air, à la lumière et à la température pendant le stockage, ce qui peut affecter sa qualité. De plus, le goût de l'huile d'olive peut varier considérablement selon la région de production et la méthode d'extraction (Gharbi et al., 2015).

Dans le cadre de notre évaluation de la qualité de l'huile d'olive, nous avons collecté quatre échantillons provenant de quatre régions différentes de la wilaya de Tlemcen. Ces échantillons ont été prélevés immédiatement après l'extraction, ce qui permet de capturer les variations potentielles dues aux conditions de stockage et de distribution, telles que le temps et les conditions de transport sur le marché.

Pour évaluer la qualité de ces échantillons, nous avons utilisé différents indices, notamment l'acidité, l'indice de saponification, l'indice d'ester et l'indice de peroxyde, fournissant ainsi une analyse complète de la qualité de l'huile d'olive dans ces différentes régions.

1.1. L'indice d'acidité

L'acidité est un facteur essentiel de la qualité de l'huile d'olive, servant de critère de classifications. Elle permet de contrôler le niveau de dégradation hydrolytique, enzymatique ou chimique des chaînes d'acides gras des triglycérides.

Selon les résultats obtenus, nous avons observé que la valeur du taux d'acidité pour les quatre échantillons n'a pas dépassé les limites fixées par le Conseil Oléicole International **COI (2015)**. Les échantillons de Boukanoun « **1,41%** » et Kheriba « **1,22%** » ont présenté des valeurs d'acidité similaires et les plus basses, comparativement aux les échantillons de Fellaoucene « **2,53%** » et Sabra « **3,10%** ». Ces derniers ont montré les valeurs les plus élevées parmi tous les échantillons (**Figure 09**).

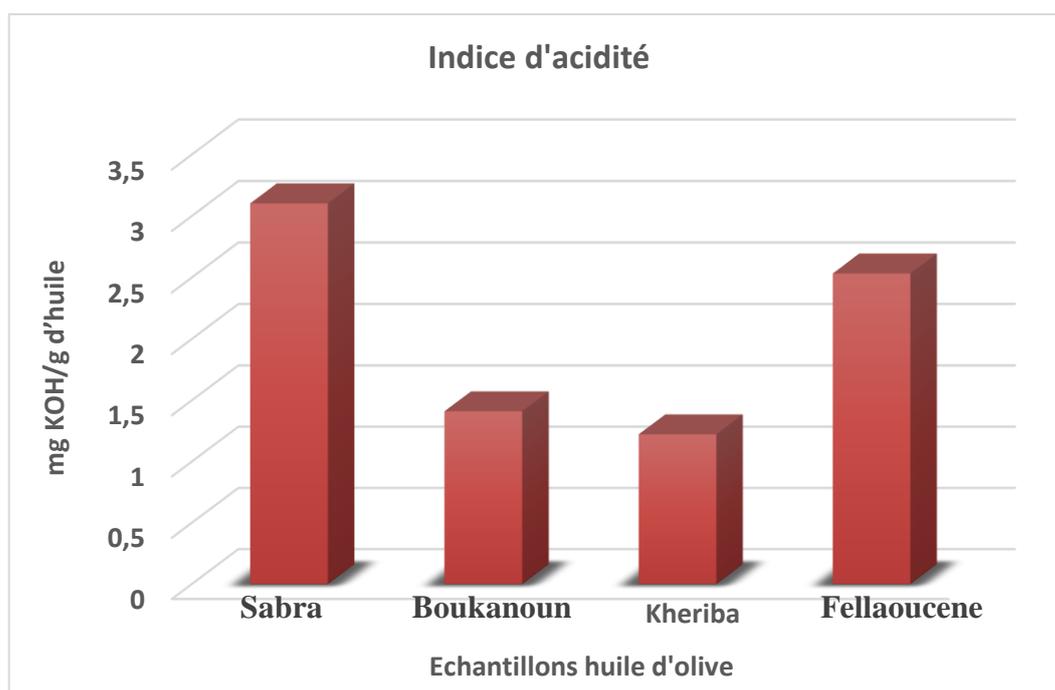


Figure 09 : Indice d'acidité de différentes préparations d'huiles d'olive

Les résultats ont montré que les taux d'acidité dans les échantillons étudiés variaient entre 1% et 3,3%, ce qui permet de les classer dans la catégorie des huiles d'olive « vierges » ou « vierges courante », selon les normes internationales **COI (2005)**, **CA (2003)**. Cependant, ces taux sont suffisamment élevés pour ne pas les classer parmi les huiles d'olive « vierges extra ».

Cette différence est due à l'influence de la température et de la durée de Selon (Grati-Kamoun, 2007). L'acidité est un critère de qualité de l'huile d'olive lorsqu'il est obtenue à partir d'olives récoltées à la main et transformées rapidement avec peu ou sans temps de stockage et à un stade de maturité approprié.

1.2. Indice de saponification

La connaissance de l'indice de saponification d'un corps gras renseigne sur la longueur de la chaîne carbonée des acides gras. Cet indice diminue avec l'augmentation de la longueur de ces chaînes. C'est un indice très utile dans l'industrie des savons. Une huile qui se caractérise par un indice de saponification élevé est très appropriée pour la fabrication du savon.

L'indice de saponification des quatre échantillons étudiés sont représentés dans la figure 10 :

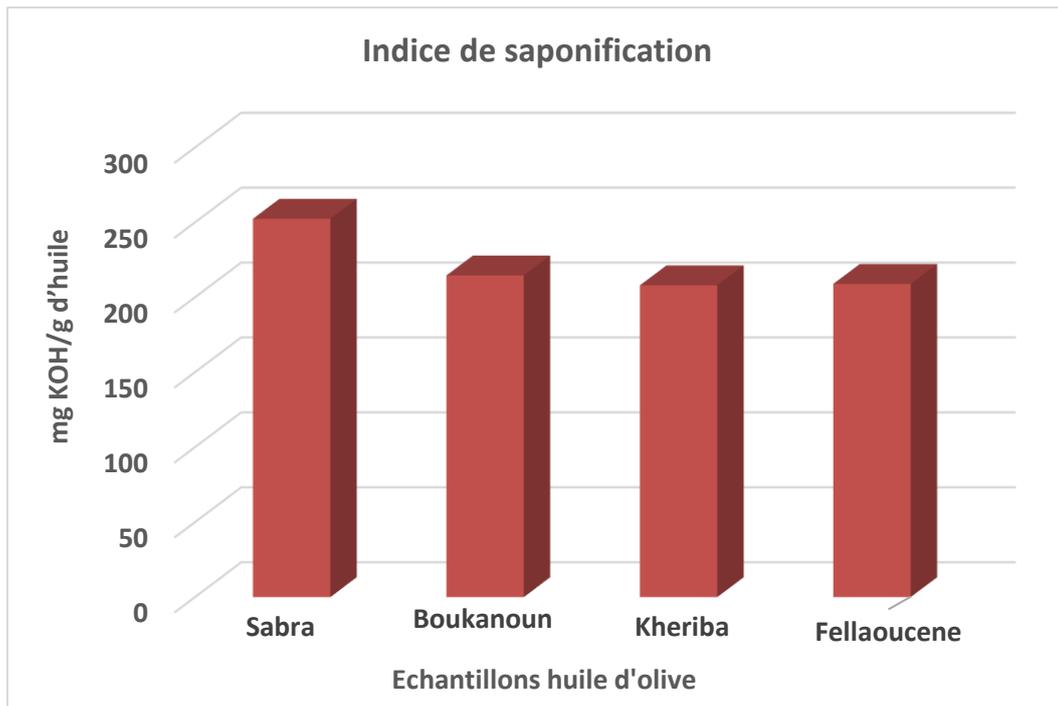


Figure 10 : Indices de saponification de différentes préparations d’huiles d’olive

Selon la figure, nous avons noté une variation entre les valeurs moyennes de l’indice de saponification des échantillons analysés des quatre régions (Sabra, Boukanoun, Kheriba, Fellaoucene).

D’après les résultats obtenus, l’échantillon « Kheriba » a présenté la valeur la plus faible de **207,97**, suivi par l’échantillon « Fellaoucene » avec **208,97**, ensuite viennent l’échantillon « Boukanoun » **214,58** et l’échantillon « Sabra » avec une valeur de **252,45**.

Selon les normes établies **COI (2019)** qui recommandent des indices de saponifications dans un intervalle entre **184-196**, nous avons constaté que tous les échantillons sont supérieurs à la norme recommandée.

L’indice de saponification permet de classer les huiles selon la longueur de leurs chaînes d’acides gras. Plus l’IS est élevé, plus les huiles contiennent des courtes chaînes d’acides gras (**Bentekeya et Hassouna, 2007**).

Nos résultats dépassent l’intervalle donné par **COI (2019)**, ce qui explique le nombre des courtes chaînes d’acides gras de nos huiles.

Etant donné que tous nos échantillons dépassent les normes de **COI (2019)**, nos huiles sont fortement recommandées pour la fabrication de savon.

1.3. Indice d'ester

A partir d'indice d'acidité et indice de saponification de 4 échantillons d'huile d'olive, nous avons calculé l'indice d'ester, qui représente la différence entre les deux indices [IE=IS-IA].

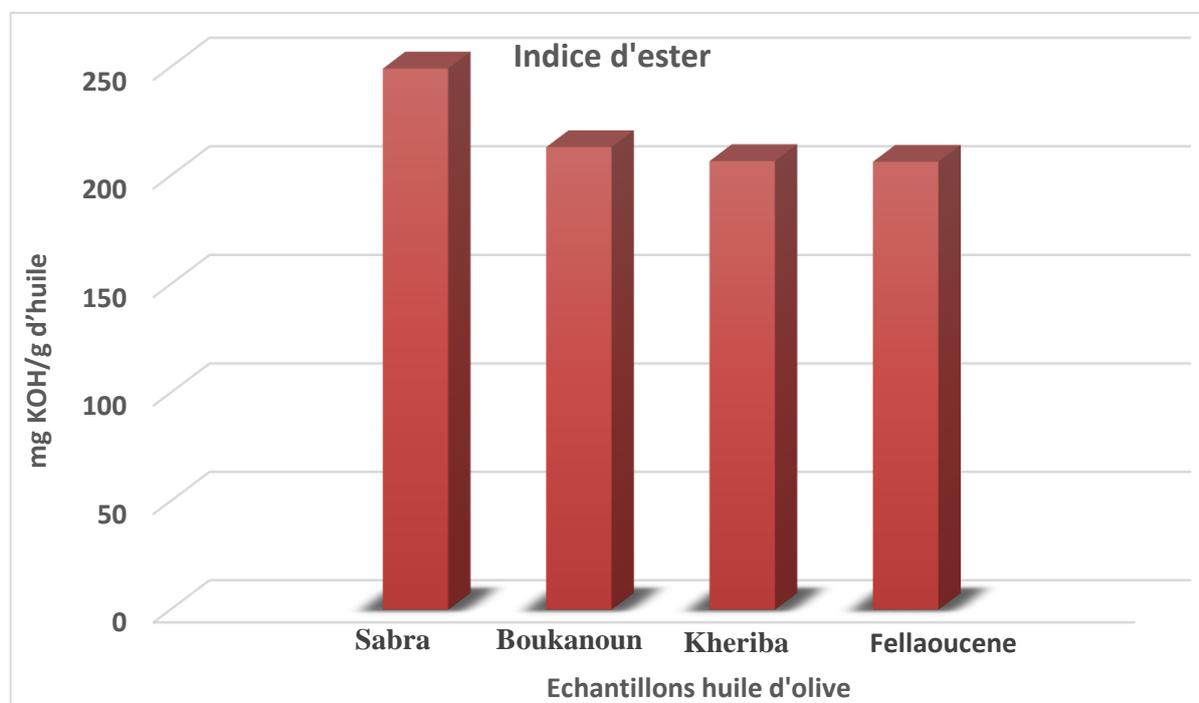


Figure 11 : Indices d'ester de différentes préparations d'huiles d'olive

Nos résultats ont indiqué que la valeur la plus élevée était pour l'huile de Sabra (248,348 mg KOH/g huile), suivie par l'huile de Boukanoun avec une valeur de (213,173 mg KOH/g huile) et les huiles de Kheriba et fellaoucene avec de valeurs quasi identiques (**Figure 11**).

1.4. Indice de peroxyde

Tous les échantillons ont montré des valeurs inférieures à dix. Donc inférieures à la limite établie par la norme commerciale du COI.

Selon (Garnier.,2013), 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 également de penser que l'huile ne s'oxyde pas prématurément et se conserve bien au cours du temps.

2. Le dosage des chlorophylles et des caroténoïdes

Bien que l'analyse des pigments ne soit pas requise pour la commercialisation de l'huile d'olive, la couleur reste un indicateur important de sa qualité. L'étude de Rahmani (1989) montre que la concentration en pigments dans l'huile est influencée par la variété des olives, leur maturité, le procédé d'extraction et les conditions de stockage. Les principaux pigments sont les chlorophylles et les caroténoïdes.

Les résultats des dosages de chlorophylles et de caroténoïdes sont représentés dans les tableaux 10 et 11, respectivement :

2.1. Dosages des Chlorophylles

Tableau 10 : Les teneur de chlorophylle dans les quatre échantillons d'huiles d'olives étudiés

Echantillon d'huile	Boukanoun	Sabra	Fellaoucene	Kheriba
Chlorophylle (mg/kg)	8,64	4,66	0,00039	6,57

Les résultats révèlent que l'huile d'olive Fellaoucene contient une faible quantité de chlorophylle (0,00039 mg/kg), contrairement aux trois autres échantillons où la chlorophylle est présente en quantités très élevées, notamment l'huile d'olive Boukanoun dépassant 8 mg/kg.

La présence des chlorophylles dans l'huile d'olive dépend de la variété et du degré de maturité des fruits, ainsi que du processus d'extraction. Selon les études, la chlorophylle est le pigment principal dans les olives et se dégrade rapidement avec la maturation des fruits.

Selon BenTekeva et Hassouna, (2007), les pigments chlorophylliens ont un rôle photo sensibilisateur et interviennent dans la stabilité oxydative de l'huile.

2.2. Dosages des Caroténoïdes totaux

Tableau 11 : Les teneur de caroténoïdes dans les quatre échantillons d'huiles d'olives étudiés

Echantillon d'huile	Boukanoun	Sabra	Fellaoucene	Kheriba
Caroténoïdes (mg/kg)	0,00019	0,000085	0,00011	0,00017

Le tableau ci-dessous résume les résultats du contenu en caroténoïdes des quatre échantillons étudiés. Les résultats montrent que l'huile d'olive Sabra (0,000085mg/kg) a la plus faible teneur en caroténoïdes, tandis que les huiles d'olive Boukanoun (0,00019mg/kg), Fellaoucene (0,00011mg/kg) et Kheriba (0,00017mg/kg) présentent des teneurs en caroténoïdes similaires.

Les caroténoïdes sont des composés naturels présents dans l'huile et jouent un rôle important dans la prévention de la détérioration de l'huile due à l'exposition à la lumière. Lorsque les caroténoïdes sont présents en quantités suffisantes dans l'huile, ils aident à réduire la vitesse de l'oxydation photochimique, un processus qui peut affecter négativement la qualité de l'huile. Grâce aux caroténoïdes, la qualité et les propriétés de l'huile sont préservées plus longtemps pendant le stockage (Lazzer et al, 2006).

3. Analyse Biochimiques

3.1. Extraction des composés phénoliques

Les composés phénoliques sont essentiels pour déterminer les propriétés et la valeur nutritionnelle des huiles (Brenes, 2002). Ils fonctionnent comme des antioxydants, aidant le corps à renforcer son système de défense contre les anomalies liées au stress oxydatif, telle que les maladies cardiovasculaires, le cancer et les processus inflammatoires.

La détection des composés phénoliques dans l'huile d'olive a été réalisée pour la première fois par Cantarelli (1961).

2.2. Dosage des polyphénols totaux

Pour notre analyse, nous avons utilisé la méthode de Folin-Ciocalteu, largement employée dans les laboratoires de recherche. Cette méthode est très satisfaisante en termes de faisabilité et de reproductibilité (Huang et al., 2005).

Nous avons mesuré la teneur en composés phénoliques en utilisant une courbe d'étalonnage basée sur l'acide gallique comme témoin, avec des résultats exprimés en microgrammes équivalents d'acide gallique par milligramme d'huile d'olive ($\mu\text{g EAG/ mg H.O}$) (**Figure 12**).

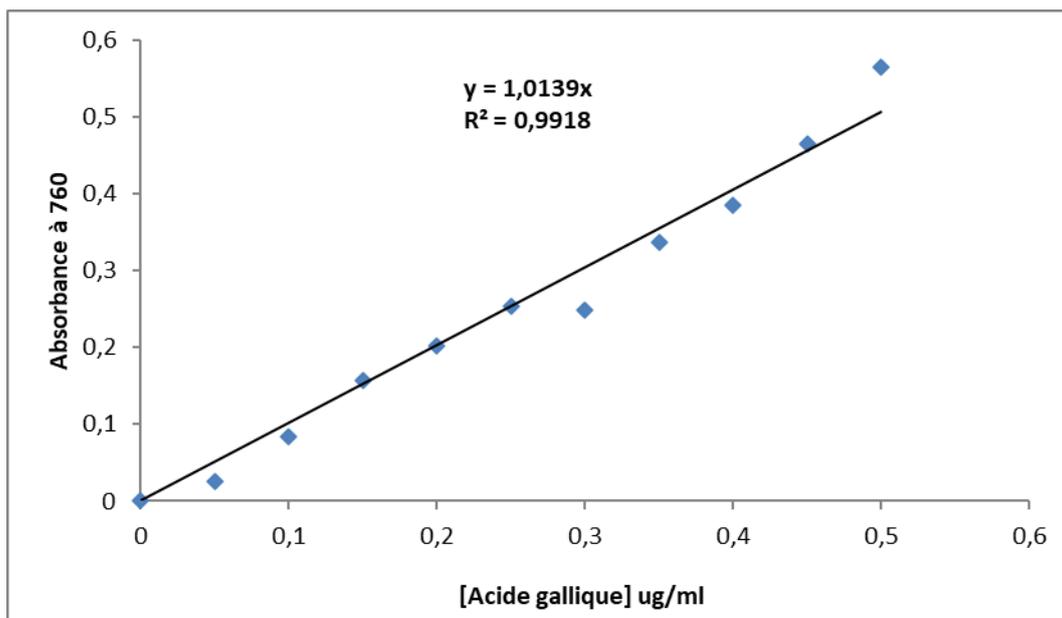


Figure 12 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

Les polyphénols sont, ainsi, déterminés à partir de la formule de la régression linéaire est de $Y = 1,0139x$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,9746$ (**Figure 13**).

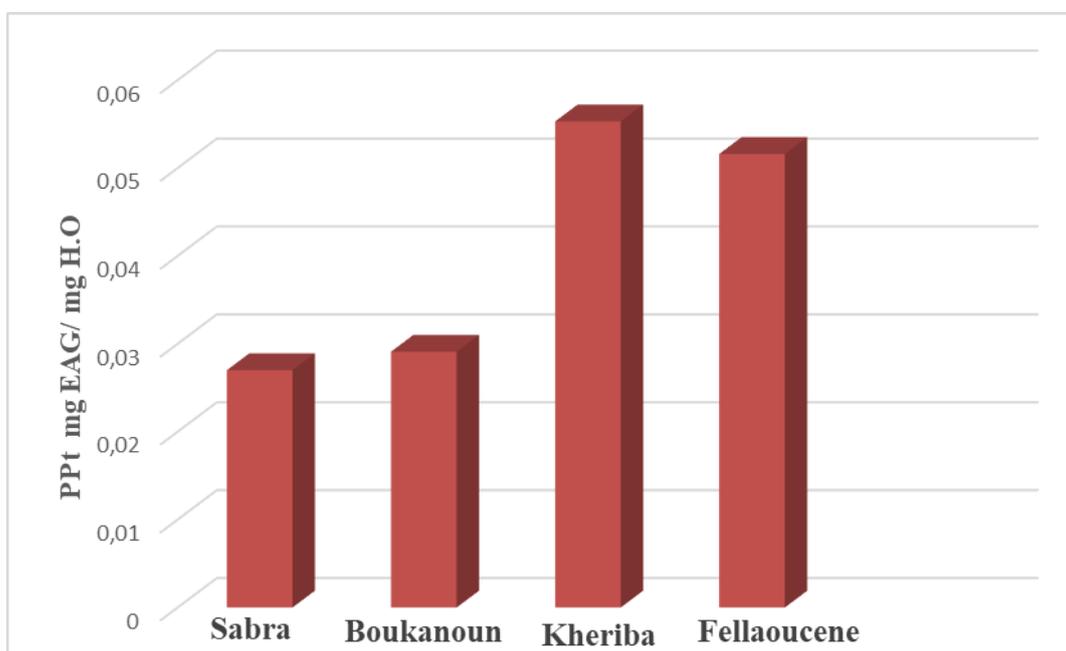


Figure 13 : Teneur en polyphénols taux des quatre préparations d'huiles d'olives

Parmi les quatre échantillons étudiés, les échantillons de Kheriba et Fellaoucene avec des valeurs de $(0,0553 \pm 0,00584 \text{ mg EAG/g H.O})$ et $(0,0516 \pm 0,010149 \text{ mg EAG/g H.O})$ ont montré les teneurs en polyphénols les plus élevées, en comparaison avec les échantillons de Sabra

(0,027±0,01086 mg EAG/g H.0) et Boukanoun (0,0291 ± 0,00815 mg EAG/g H.0), qui ont présenté des teneurs notablement plus faibles.

La composition et la concentration des polyphénols dans l'huile d'olive sont grandement influencées par divers facteurs agronomiques et technologiques tels que le cultivar, la région géographique, le climat et la saison de la récolte. De plus, le degré de maturité des fruits joue un rôle important dans la concentration des polyphénols. En générale, au fur et à mesure de la maturation, la concentration en acides phénoliques diminue tandis que celle en anthocyanes augmente (Nakbi et al., 2010).

Les effets bénéfiques de l'huile d'olive sur la santé dépendent largement de sa teneur en composés phénoliques (Gimeno et al., 2002). Ces métabolites secondaires possèdent la capacité de capturer les radicaux libres et d'interrompre la réaction catalytique de peroxydation des lipides (Angerosa et al., 1999). De plus, ces composés tout comme les autres constituants mineurs de l'huile d'olive, jouent un rôle important dans les propriétés organoleptiques et sensorielles ainsi que dans la prévention de l'auto-oxydation de l'huile (Esti et al., 2009).

Selon Tovar et al. (2001), au cours de la maturation, l'activité de l'enzyme PAL (phosphatase alcaline) diminue, tandis que l'activité des estérases et des glucosidases augmente, entraînant ainsi une réduction des niveaux de polyphénols totaux.

4. Recherche d'activité antiradicalaire DPPH

La technique du piégeage du radical libre DPPH est un moyen efficace d'évaluer l'activité antiradicalaire de diverses substances, en raison de sa rapidité, de sa facilité d'application et de son absence de besoin de températures élevées, ce qui aide à préserver l'intégrité des molécules testées contre la dégradation thermique (Keceli et Gordon, 2001). Cette technique repose sur l'utilisation d'un radical libre stable connu sous le nom de DPPH, caractérisé par sa couleur violette foncée et sa capacité à accepter un électron ou un atome d'hydrogène d'une substance antioxydante. L'absorbance du DPPH est mesurée à une longueur d'onde de 515 nm, (Brand-Williams et al., 1995). Lorsqu'une substance antioxydante est ajoutée à une solution de DPPH, des réactions se produisent, au cours desquelles la substance antioxydante transfère un électron ou un atome d'hydrogène au radical libre DPPH, entraînant un changement de couleur de la solution, du violet au jaune pâle, indiquant une réduction des radicaux libres. La diminution de l'absorbance est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre, et le pourcentage de réduction du DPPH est calculé en fonction de la variation de l'absorbance. Une plus grande diminution de

l'absorbance indique une activité antioxydante plus élevée, en raison de la grande capacité de la substance à réduire les radicaux libres DPPH. Cette technique est utile pour évaluer l'efficacité des différentes substances en tant qu'antioxydants, ce qui en fait un outil important dans les domaines de la recherche pharmaceutique et alimentaire (Molyneux, 2004; Villano et al., 2007).

Les figures (14,15,16,17,18) présentent les courbes de rengraissons logarithmiques des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonction des concentrations des extraits préparés à partir des 4 échantillons d'huile d'olive et l'acide ascorbique (standard).

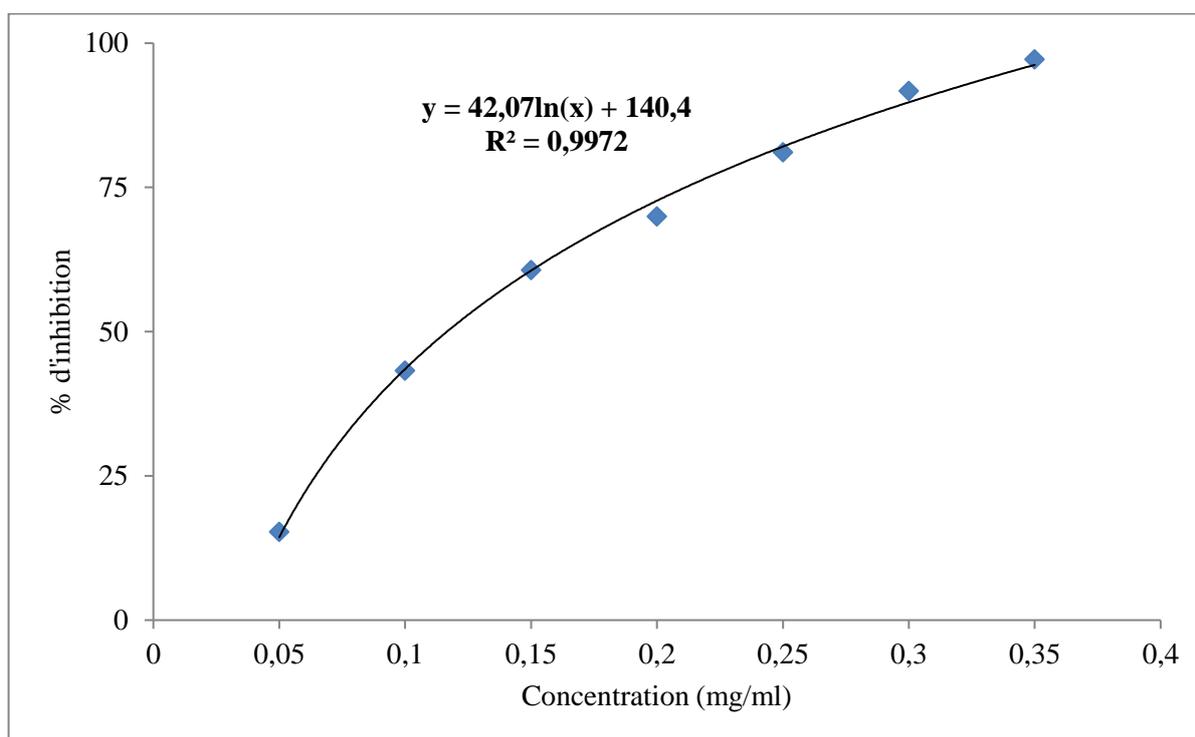


Figure 14 : Courbe de régression logarithmique des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonctions des différentes concentrations Acide ascorbique

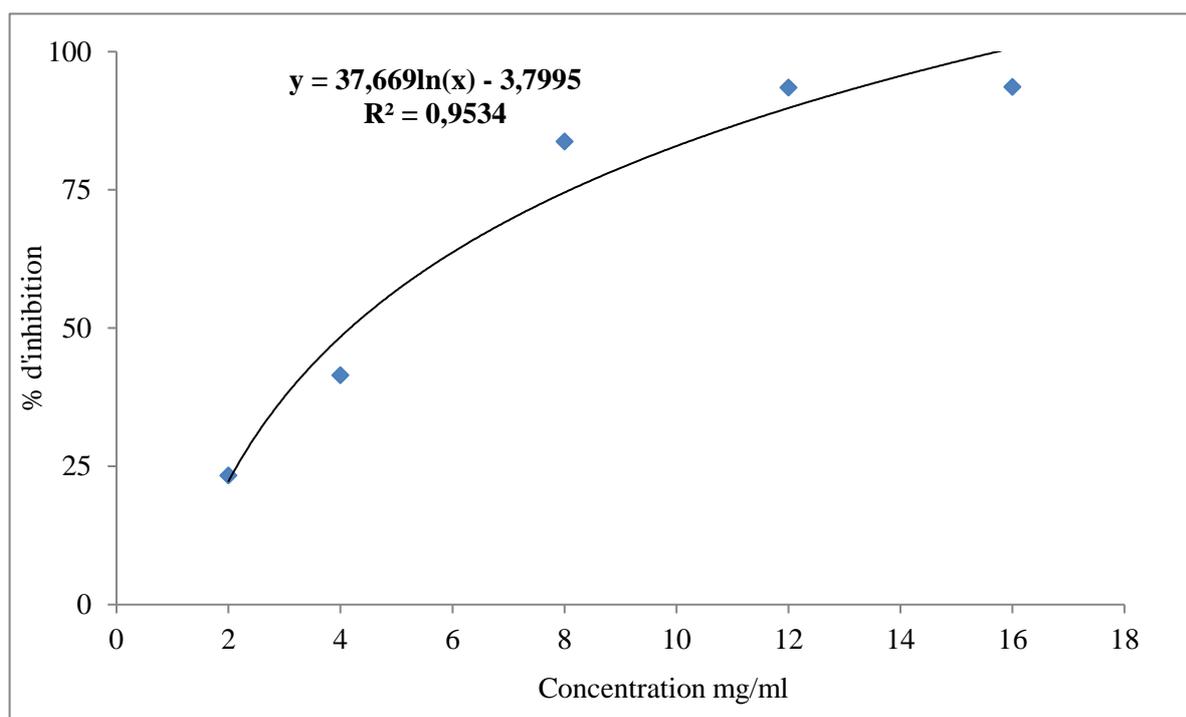


Figure 15 : Courbe de régression logarithmique des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonctions des différentes concentrations d'extrait hydrométhanolique d'huile d'olive de Kheriba

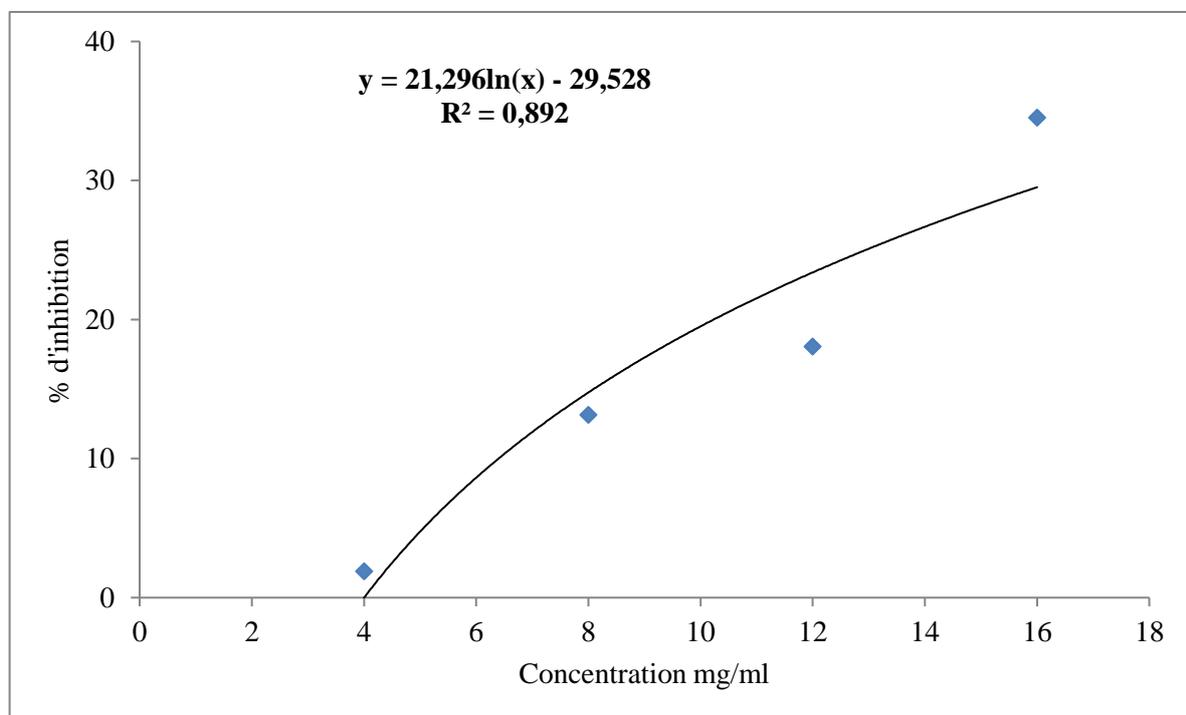


Figure 16 : Courbe de régression logarithmique des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonctions des différentes concentrations d'extrait hydrométhanolique d'huile d'olive Fellouacene

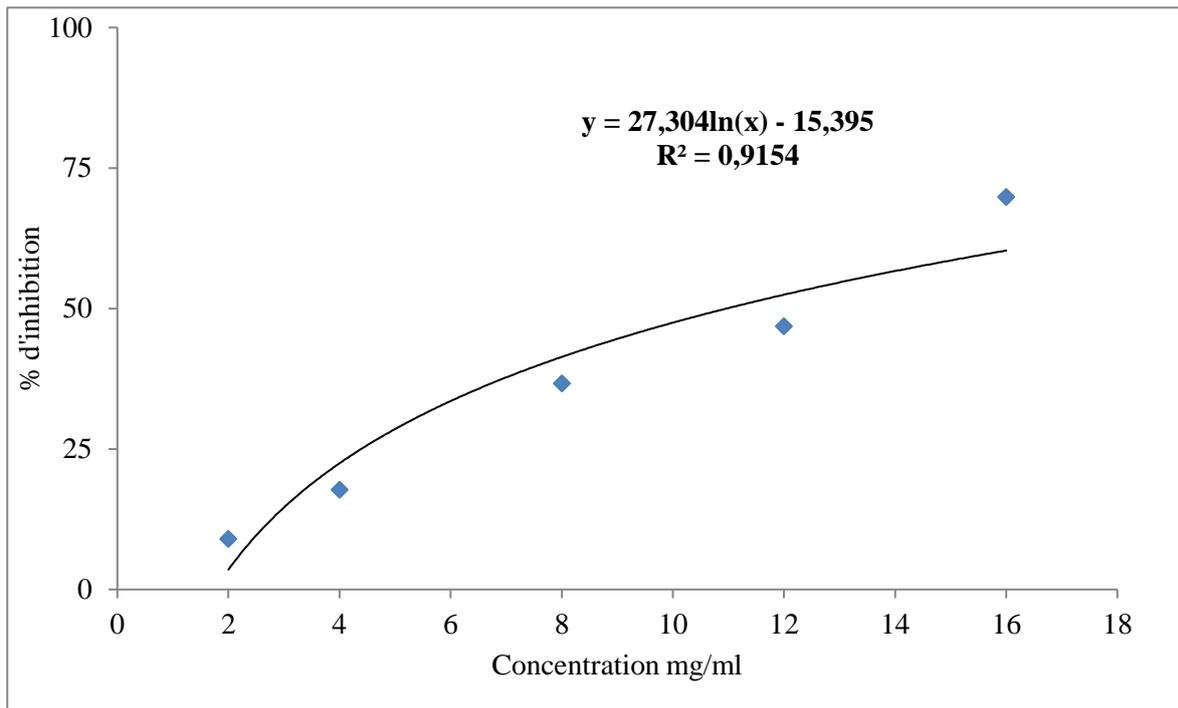


Figure 17 : Courbe de régression logarithmique des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonctions des différentes concentrations d'extrait hydrométhanolique d'huile d'olive de Sabra

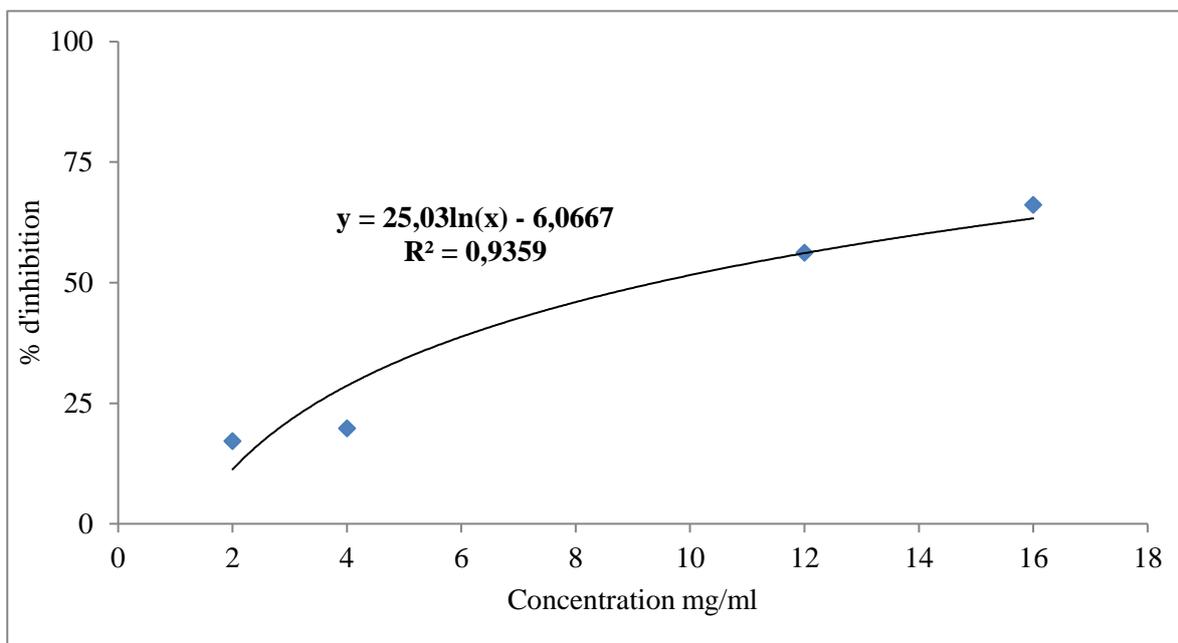


Figure 18 : Courbe de régression logarithmique des pourcentages d'inhibitions de DPPH en fonctions des différentes concentrations d'extrait hydrométhanolique d'huile d'olive de Boukanoun

Les concentrations inhibitrices à 50% (CI50) ont été estimées à l'aide de graphiques et d'équations logarithmiques, correspondant à la concentration nécessaire pour inhiber 50% du radical DPPH. Les valeurs de CI50 sont regroupées dans le Tableau 12 :

Tableau 12 : valeurs CI50 (mg/ml) des 4 préparations d'huiles d'olives et de l'acide ascorbique

	CI50 (mg/ml)
Acide Ascorbique	0,11
Fellaoucene	10,15
Sabra	6,51
Kheriba	3,88
Boukanoun	6,08

L'activité antiradicalaire de nos échantillons, évaluée par le test de piégeage du radical libre DPPH, a enregistré des valeurs de CI50 de (10,15 mg/ml) pour l'huile d'olive Fellaoucene, (6,51 mg/ml) pour l'huile d'olive Sabra, (3,88 mg/ml) pour l'huile d'olive Kheriba, et (6,086 mg/ml) pour l'échantillon Boukanoun. Ces valeurs sont nettement plus élevées que le CI50 de l'acide ascorbique (CI50 autour de 0,11).

Ces propriétés antioxydantes de l'huile d'olive sont dues à sa capacité à donner des hydrogènes, ce qui signifie qu'elle peut convertir les molécules réactives d'oxygène en composés inoffensifs. De plus, l'huile d'olive améliore la stabilité des radicaux libres en formant des liaisons hydrogène à l'intérieur de la molécule, ce qui aide à stabiliser les radicaux libres et à les empêcher d'interagir avec les cellules saines du corps (Laincer et al 2014). Cette capacité à lutter contre l'oxydation fait de l'huile d'olive un sujet d'intérêt majeur dans la prévention d'une variété de maladies telles que les maladies cardiovasculaires, les cancers, le diabète, les maladies neurodégénératives, les inflammations et les signes de vieillissement (Benlemlih et al., 2012).



L'huile d'olive est la principale source de graisses et de composés chimiques secondaires connus pour leurs bienfaits pour la santé humaine. Elle est d'une réputation mondiale grâce à ses propriétés uniques qui favorisent la santé générale et offrent de nombreux avantages pour le corps. Elle est un élément essentiel du régime méditerranéen et est recommandée comme complément alimentaire par de nombreux experts en nutrition.

De plus, l'huile d'olive a acquis une importance significative dans la recherche scientifique en raison de ses propriétés médicinales et cosmétiques. Elle est un produit polyvalent utilisé dans divers domaines.

Cette étude s'est concentrée sur l'évaluation de la qualité de quatre échantillons d'huiles d'olive extraites à l'aide de techniques modernes provenant de différentes zones agricoles (Sabra, Boukanoun, Fellaoucene et Kheriba) de la même région. L'objectif principal était de mener une étude comparative sur la qualité chimique de ces huiles et de vérifier leur conformité avec les normes du Conseil oléicole international (COI., 2019), afin d'améliorer notre compréhension de la qualité et de la santé de l'huile d'olive produite dans des zones spécifiques.

Les résultats de l'étude ont montré que toutes les huiles d'olive ne sont pas acides, elles sont donc consommables. Nous pouvons classer l'huile d'olive de Kheriba et de Boukanoun parmi les huiles extra vierges, car leur taux d'acidité est très faible.

En ce qui concerne l'indice de saponification, les quatre huiles ont présenté des valeurs supérieures aux normes nationales et internationales.

Les résultats de l'analyse de l'indice de peroxyde ont montré l'absence d'oxydation des quatre échantillons, ce qui renforce la continuité de la qualité des huiles et des graisses dans ces échantillons sans être affectées par l'oxydation qui pourrait causer une détérioration du goût et de l'odeur.

L'analyse des pigments a montré que l'huile d'olive Boukanoun présentait la plus haute valeur en caroténoïdes et en chlorophylle.

Les huiles d'olive Fellaoucene et Kheriba ont les teneurs les plus élevées en polyphénols comparées à l'huile d'olive Sabra et Boukanoun.

L'huile d'olive Fellaoucene a montré la meilleure activité antioxydante par rapport aux autres huiles.

Nous en concluons que la quantité de polyphénols dans l'huile d'olive influence son pouvoir antioxydant.

Les indicateurs de qualité et le contenu total des polyphénols sont fortement influencés par la méthode de conservation, bien que le système d'extraction reste le même.

À travers cette étude, nous pouvons affirmer que la variété de l'olivier, le climat, la région de récolte, le type de sol agricole, ainsi que les méthodes et conditions de stockage sont des facteurs déterminants pour la qualité chimique et biochimique de l'huile d'olive.

Ces résultats nécessitent des études complémentaires supplémentaires, y compris la mesure d'autres paramètres tels que les tanins et la détermination d'autres composés tels que les stérols, les composés aromatiques et les tocophérols. De plus, il est nécessaire d'explorer d'autres activités biologiques pour le traitement et la prévention des maladies telles que le diabète, le cancer et la maladie d'Alzheimer.

Les professionnels de la santé doivent encourager les gens à suivre un régime alimentaire équilibré, tel que le régime méditerranéen, qui repose principalement sur l'huile d'olive comme principale source de graisses. Pour garantir cela, les services de qualité doivent s'assurer que les vendeurs d'huile d'olive s'engagent à fournir un produit pur de bon qualité.



Références

Bibliographiques

A

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.

Andrikopoulos, NK ; Hassapidou, MN ; Manoukas, A.G. (1989) La teneur en tocophérol des huiles d'olive grecques. *J. Sci. Agriculture alimentaire* ; 46 : 503-509.

Aouidi F. (2012). Etude et valorisation des feuilles d'olivier *Olea Europaeada* dans l'industrie Agro-alimentaire. Thèse de doctorat en génie biologique, université de Carthage, Institut National de Sciences Appliquées et de Technologie. 213p

Apparicio R., Roda L., Albi MA, Gutiérrez F. (1999). Effect of various compounds on virgin olive oil stability measured by Rancimat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 4150–4155.

B

Baccouri, B., Zarrouk, W., Baccouri, O., Guerfel, M., Nouairi, I., Krichene, D., Daoud D., Zarrouk D., 2008. Composition, quality and oxidative stability of virgin olive oils from some selected wild olives (*Olea europaea* L. subsp. *Oleaster*), *Grasas Y Aceites*, 59 (4),346-351.

Bendini A., Cerretani L., Carrasco – Pancorbo A., Gomez – Caravaca A. M., Segura Carretero A., Fernandez – Gutiérrez A., Lercker G. (2007) *Molecules* ; 12 : 1679-1719.

Ben Tekaya, I. et Hassouna, M. (2007). Effets des chlorophylles, du bêta-carotène, de l'alphatocopherol du tyrosol et de leurs interactions sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive tunisienne. *Oléagineux Corps gras Lipides* ; 14 : 60-67.

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 en Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar Annaba.

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

Benlemlih M., Ghanam J., (2012). Polyphénols d'huile d'olive trésors et santé. Polyphénols aux actions antioxydants, anti – inflammatoires, anticancéreuses, anti-âge et protectrices cardiovasculaires. Édition marcopietteur. Belgique. 11-57p

Ben Hassine, (2013) in Oudina M.A. Et Baziz A. Etude des caractéristiques physico- chimiques et biochimiques de trois échantillons d'huiles d'olives Algérien. Mémoire de Master. Université des Frères MENTOURI Constantine 1. 76p.

Beltrán, G., Aguilera, député, Del Rio, C., Sánchez, S., Martinez, L. (2005) Influence du processus de maturation des fruits sur la teneur naturelle en antioxydants des huiles d'olive vierges Hojiblanca. *Chimie alimentaire* ; 89 : 207-215.

Bendini A., Cerretani L., Carrasco – Pancorbo A., Gomez – Caravaca A .M.. Segura Carretero A., Fernandez – Gutiérrez A., Lercker G. (2007) *Molecules* ; 12 : 1679-1719. Composition ,

quality and oxidative stability of virgin olive oils from some selected wild olives (*Olea europaea* L. subsp . *Oleaster*) . *Grasas y Aceites* , 59 (4) : 346-351 . •

Benlemlih, M., Ghanam J., Joyeux, H. (2012). Polyphénols d'huile d'olive, trésors santé. *Medicatrix*, Embourg, Belgique, 2 : 128.

Ben Tekaya I. et Hassouna M. (2007). Effets des chlorophylles, du bêta-carotène, de l'alphatocophérol, du tyrosol et de leurs interactions sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive tunisienne. *Institut National Agronomique de Tunisie (INAT)* ; 14p

Boskou D. (2009). Phenolic Compounds in Olives and Olive Oil in « Olive oil : minor constituents and Health . Ed . CRC press : 11-44 p .

Boskou D., Blekas G. et Tsimidou M. (2006). Olive oil composition Dans Boskou D. Olive oil, chemistry and technology (2nd edition). Champaign Illinois: American oil chemists society, p41-72.

Bondioli, P., Mariani, C., Lanzani, A., Fedeli, E., Mossa, A., Muller, A. (1992) Lampante olive oil refining with supercritical carbon dioxide. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69: 477-480.

Brand-william W., Cuvelier ME., Berset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 28, p 25-

C

Çavusoglu A. et Otkar 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.

Chimi H., Ouaouich A. (2007). Guide du producteur de l'huile d'olive. *Projet de Développement du petit entrepreneuriat agro-industriel dans les zones périurbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc.*

COI (Conseil Oléicole International) (2018) / BPS / Doc . N° 1 Franca (Guide de bonnes pratiques pour le stockages des huiles d'olive et des huiles de grignons d'olive destinées à la consommation humaine) .

COI, (Conseil Oléicole International) (2019) COI/T.15/NC N° 3/Rév. 14 Novembre 2019

Criado, M. N., Romero, P. A., Casanovas, M. et Motilva, M. J. (2008) Pigment profile and color of monovarietal virgin olive oils from Arbequina cultivar obtained during two consecutive crop seasons. *Food Chemistry*, 110 : 873-880.

Cuomo, F., Cinelli, G., Chirascu, C., Marconi, E., Lopez, F. (2020) Effet antioxydant des vitamines dans l'émulsion d'huile d'olive. *Interfaces Colloïdes* ; 4, 23.

D

Di Giovachino L., Sestili S. and Di Vincenzo D. (2002). Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *European Journal of Lipids and Science Technology*; 104: 587-601.

Della Penna D, Pogson B.J. (2006) Synthèse de vitamines dans les plantes : tocophérols et caroténoïdes. *Ann Rev Plant Biol.*; 57 : 711-738.

Dutta, P. and L. Normen, (1998) Capillary column gas- liquid chromatographic Separation of delta 5- unsaturated and saturated phytosterol ». *Journal of Chromatography A* ; 816 : 177-184.

F

Fedeli E. (1997) Technologie de production et de conservation de l'huile. In : *Encyclopédie Mondiale de l'olivier*. Ed. Plaza et Janes, pp. 253-273

G

Gomez – Caravaca A.M., Cerretani L., Bendini A., Seguera – Carretero A., Fernandez- Gutierrez A. , Del Carlo M. , Compagnone D. et Cechelli A. 2008. Effect of fly attack (*Bactrocera oleae*) on the phenolic profile and selected chemical parameters of olive oil. *Journal of Agricultural Food Chemistry*; 56: 4577-4583.

Gharbi I., Issaoui M., Mehri S., Cheraief I., Sifi S. And Hammami M. (2015). Agronomic and Technological Factors Affecting Tunisian Olive Oil Quality. *Agricultural Sciences*, 22(4): 513-526.

Grammes, G. ; Eskins, K. ; Inglett, G. (1972) Photooxydation sensibilisée aux colorants. Alpha-tocophérol. Confiture. *Chimique. Soc.*, 94 : 866-868.

Graille J. (2003) . L'huile d'olive sa place dans l'alimentation humaine in lipides et corps gras alimentaire , Ed . Col Science et Technologie . Agro – alimentaire . Lavoisier 80- 105 .

H

Haddam M. Chimi H. Amine A. (2014). Formulation d'une huile d'olive de bonne qualité. *Formulation d'huile d'olive de bonne qualité*. 10p.

Harper A.H. (1977). *Précis de Biochimie*, 4^e Ed, Les Presses de l'Université de Laval, Québec, P 26.

Hachemi I., Benazza H., (2015). Perspectives d'amélioration de la production et la conservation des olives et les produits oléiques dans la région de Tlemcen, *Mémoire. Agronomie. Université. Tlemcen*

K

Kiritsakis A.K. 1998. Flavor Components of Olive Oil . Journal of American Oil Chemist's Society; 75 (6) : 673-681 .

Kamal-Eldin, A., Appelqvist, L.Å. (1996) La chimie et les propriétés antioxydantes des tocophérols et des tocotriénols. Lipides ; 31 : 671-701.

Keceli T., Gordon MH. (2001). The antioxydant activity and stability of phenolic fraction of green olives and extra virgin olive oil. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 1391-1396 .

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 : 21-32.

Leroy I. 2011. L'huile d'olive dans tous ses états. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. 24-54p.

Lanzón, A., Albi, T., Cert, A., Gracián, J. (1994) La fraction d'hydrocarbures de l'huile d'olive vierge et les changements résultant du raffinage. Confiture. Chimie pétrolière. Soc. ; 71 : 285-291.

Laincer, F., Laribi, R., Tamendjari, A., Arrar, L., Rovellini, P., & Venturini, S. (2014). Olive oils from Algeria: Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities. Grasas y Aceites, 65(1): 001.

Lavee S. (1997). Biologie et physiologie de l'olivier. Encyclopédie Mondiale de L'Olivier, ed. COI, Madrid, Espagne, 60-110p.

Loussert R., Brousse G., (1978). L'olivier. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. (Eds). Maisonneuve et Larousse, Paris, France,480 p.

-Léger C.L. (2006) Interactions. OCL ; 13 (1) : 59-69.

M

Mohammadi O; Houna M (2019). Comportement du consommateur algérien vis – à- vis l'huile d'olive « cas de la région de Mostaganem ». Mémoire master biologie. Université mostaganem 32p.

Morales M.T., Luna G. et Aparicio R. 2005. Comparative study of virgin olive oil sensory defects. Food Chemistry; 91: 293–301.

Miliauskas G., Venskutonis P.R. et Van Beek T.A. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*; 85 : 231-237.

-Manzi, P.; Panfili, G.; Esti, M.; Pizzoferrato, L. (1998) Natural antioxidants in the unsaponifiable fraction of virgin olive oils from different cultivars. *J. Sci. Food Agric.*; 77: 115–120.

Moreno Esteban B, Lezcano Solis A. (2015). L'huile d'olive, pierre angulaire du régime alimentaire méditerranéen. 121p

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

Molyneux P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 26 (2): 211-219.

N

-Nergiz, C. ; Unal, K. The effect of extraction systems on triterpene alcohols and squalene content of virgin olive oil. *Grasas Y Aceites (Spain)* 1990, 41, 117–121.

-Nakbi A., Issaoui M., Dabbou S., Koubaa N., Echbili A., Hammami M., Attia N. (2010). Evaluation of antioxidant activities of phenolic compounds from two extra virgin olive oil. *Journal of Food Composition and Analysis*; 23: 711-715.

O

-Ouaouich A. et Chimi H. (2007) Guide du producteur de l'huile d'olive. Projet de développement du petit entrepreneuriat agro – industriel dans les zones périurbaines et rurales des régions prioritaires avec un accent sur les femmes au Maroc, Vienne . p 8 .

P

Perrin J (1992). Les composés mineurs et les anti-oxygènes naturels de l'olive et de son huile. *Etude de recherche*, 4 : 25-31.

Perona, D. Borgogno, D . Grasso, "Electron response in gyrofluid simulations of magnetic reconnection", *J. Phys.:conf. Ser.* 260,012015 (2010), doi: 10.1088/1742-6596/260/1/012015.

Psomiadou E., Karakostas K., Blekas G. (2003). Proposed Parameters for Monitoring Quality of Virgin Olive Oil (Koroneiki cv). *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* ; 105 : 403-408.

Psomiadou, E. ; Tsimidou, M. ; Boskou, D. (2000) Teneur en α -tocophérol des huiles d'olive vierges grecques. *J. Agric. Chimie alimentaire* ; 48 : 1770-1775-

Perrin, J. (1992) Composants mineurs et antioxydants naturels dans les olives et l'huile d'olive. *Le Rév. Des Corps Gras (Fr.)*, 39 : 25-32.

Psomiadou, E. ; Tsimidou, M. (1998) Détermination HPLC simultanée des tocophérols, des caroténoïdes et des chlorophylles pour surveiller leur effet sur l'oxydation de l'huile d'olive vierge. *J. Agric. Chimie alimentaire* ; 46 : 5132-5138.

R

Runcio A., Sorgona L. , Mincione A. , Santacaterina S. et Poiana M. 2008. Volatile compounds of virgin olive oil obtained from Italian cultivars grown in Calabria . Effect of processing methods, cultivar, stone removal, and antracnose attack. *Food Chemistry* ; 106 : 735-740 .

Rao, CV ; Newmark, HL (1998) Reddy, BS Effet chimiopréventif du squalène sur le cancer du côlon. *Carcinogénèse* ; 19 : 287-290.

Rabascall, NH ; Riera, J. (1987) Modifications de la teneur en tocophérol et tocotriénol lors de l'extraction, du raffinage et de l'hydrogénation des huiles comestibles. *Grasas Aceites (Séville)* ; 38 : 145-148.

Ryan, D. and Robards, K. 1998. Phenolics compounds in olives. *Analyst* 123:41-44.

S

Servili M. , Selvaggini R. , Esposto S. , Taticchi A. , Montedoro G.F. , Morozzi G. (2004) *Journal of Chromatography*; 1054 : 113-127.

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.

Servili M., Selvaggini R., Esposto S., Taticchi A., Montedoro G.F., Morozzi G. (2004) *Journal of Chromatography* 1054: 113-127.

Smith, TJ ; Yang, GY ; Séril, DN ; Liao, J. ; Kim, S. (1998) Inhibition de la tumorigénèse pulmonaire induite par la 4-(méthylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone par l'huile d'olive alimentaire et le squalène. *Carcinogénèse* ;19 : 703-706.

. Sékour B., (2012). Phyoprotection d'huile d'olive vierge (HOV) par ajout de plantes végétales (thym, ail, romarin), thèse d'ingénieur, université M'Hmed Bougara, Boumerdes, 36-62p.

T

Tuck K.L. , Hayball P.J. , Kellie L. (2002) . Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 13 : 636-644 .

Tsimidou M., Papadopoulos G., Boskou D. (1992). Phenolic compounds 443 and stability of virgin olive oil-Part I. *Food Chemistry*. 45 : 141-144.

Tamendjari A., Bellal M.M. Laribi R. et Angerosa F. (2004). Impact de l'attaque de *Bactrocera oleae* et du stockage des olives de la variété Chemlal sur la qualité de l'huile. *La Rivista Italiana delle Sostanze Grass* ; 81 : 23-27 .

Tanouti K., Elamrani A., Serghini – Caid H., Khalid A., Bahetta Y., Benali A., Harkous M. et Khir M. (2010). Caractérisation d'huiles d'olive produites dans des coopératives pilotes (Iakrama et Kenine) au niveau du Maroc oriental. *Les technologies de laboratoire* ; 5 (18) : 18-26.

V

Villano D., Fernandez-Pachon M.S., Moya M.L., Troncoso A.M. and Garcia-Parrilla M.C. (2007). Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. *Talanta* ; 71 : 230-235.

Verleyen, T. ; Forcades, M. ; Verhé, R. ; Dewettinck, K. ; Huyghebaert, A. ; De Greyt, W. (2002) Analyse des stérols libres et estérifiés dans les huiles végétales. *Confiture. Chimie pétrolière. Soc.* ; 79 : 117-122.