

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

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Alimentaires
Spécialité Sciences des corps gras



Réf :.....

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

MASTER

Thème

Substances bioactives de l'huile d'olive

Présenté par :
BAKOURI Nassima & HAMICHE Katia

Soutenu le : **24 Juin 2023**

Devant le jury composé de :

Mme. ISSAADI Ouarda	MCB	Président
Mme. BERKATI Salima	MAA	Encadreur
Melle. DJAOUD Kahina	MCB	Examineur

Année universitaire : 2022 / 2023

Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord le bon Dieu qui nous a donné le courage, la patience et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Il nous est agréable d'exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre promotrice Mme BERKATI Salima, Maîtresse-Assistante classe A au département de sciences de la nature et de la vie à l'UAMB, d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir orientées durant toute la période du travail.

Nous remercions vivement, Mme ISSAADI Ouarda de nous avoir fait l'honneur de présider le jury, ainsi que Mme DJAOUD Kahina d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Enfin, Nous tenons à remercier également tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail,

A mes très chers parents « *Zaïd et Djamila* » pour leur soutien, leurs sacrifices et leur patience. Je tiens à exprimer tout le respect et l'amour que je porte pour eux et leur témoigner ma reconnaissance pour tous les efforts qu'ils ont entrepris pour me voir là où je suis.

Mes chers frères « *Réda, Farouk et Lamine* » pour leur soutien et encouragement tout au long de ces années d'études.

A mon cher fiancé « *Loucif* » qui m'a autant motivé et encouragé.

A toute ma famille & ma belle-famille.

A ma chère binôme « *HAMACHE Katia* » qui a partagée avec moi les moments difficiles de ce travail et qui m'a été d'un grand soutien.

A mes chères amies proches « *Siham & Katia* »

A toute la promo *SCG 2022-2023*.

Merci à tous et que Dieu vous protège.

Nassima

Dédicace

Je dédie ce modeste travail tout d'abord : A mes chers parents «Slimane et Latifa » qui ont sacrifiés pour que je grandisse avec un savoir-faire et qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui que dieux les protèges et les accorde une longue vie pleine de santé et de bonheur.

Mes remerciements vont particulièrement à mes frères Malek et Abd slam.

A toute la famille Hamiche et Roubache et à mes proches.

Mes spéciales dédicaces pour mon cher binôme (Bakouri Nassima)
Que Dieu le tout puissant vous procure continuellement santé,
bonheur et Tranquillité.

A ma chère meilleure amie Thiziri B

Et à tous mes amis et en particulier: Imane, Lila, Fatma, Billal et Dihia.

Et à toute la promo SCG 2022-2023.

Katia

Liste des abréviations

- COI** : Conseil Oléicole International
- AGS** : Acides gras saturés
- AGI** : Acides gras insaturés
- AGMI**: Acides gras mono insaturés
- AGPI** : Acides gras polyinsaturés
- OC** : Oléocanthal
- LDL** : Low density lipoprotein
- HDL** : High density lipoprotein
- LLC** : Leucémie lymphoïde chronique
- DI** : Intervention diététique
- EVOO**: Huile d'olive extra vierge
- OL** : Oléacéine
- EFSA** : Autorité européenne de sécurité des aliments
- FDA** : Food and Drug Administration
- MCV** : Maladie cardiovasculaire
- TG** : Triglycérides
- LDL-C** : Low-density lipoprotein-cholesterol
- COX-2** : Cyclooxygénase-2
- Bcl-2** : Lymphome à cellules B 2
- L'IHC** : Immunohistochemistry
- TNF** : Tumor necrosis factor
- OOO** : trioléine
- POO** : Dioléopalmitine

OOL : Dioléolinoléine

POL : Palmitooléolinoléine

SOO : Dioléostéarine

Liste des figures

Figure 01 :	Structure chimique de l'oleuropéine	12
Figure 02 :	Structure chimique de l'hydroxytyrosol	14
Figure 03 :	Structure chimique de l'Oléocanthal	16
Figure 04 :	Structure chimique de l'Oleaceine	18
Figure 05 :	Structure chimique de phytosterol	20
Figure 06 :	Structure chimique des principaux phytostérols de l'huile d'olive	21
Figure 07 :	Structure générale d'un Squalène	23
Figure 08 :	Structure générale d'un tocophérol	24
Figure 09 :	Structure chimique de l'acide oléique	26

Liste des tableaux

Tableau I : Teneur des phénols dans les huiles d'olive extra vierge (EVOO).....19

Tableau II : Structure des tocophérols25

Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01
Chapitre I: Généralités sur l'olivier et l'huile d'olive	02
I.1. Olivier	02
I.1.1. Origine et caractéristiques de l'olivier.....	02
I.2. Huile d'olive	02
I.2.1. Définition et types d'huile d'olive.....	02
I.3. Compositions chimiques de l'huile d'olive.....	03
I.3.1. Fraction saponifiable	03
I.3.1.1. Acides gras	03
a) Acides gras saturés (AGS).	03
b) Acides gras insaturés (AGI).....	04
I.3.1.2. Triglycérides	04
I.3.2. Fraction insaponifiable	04
I.3.2.1. Stérols	04
I.3.2.2. Composés phénoliques	04
I.3.2.3. Tocophérols.....	05
I.3.2.4. Pigments	05
I.4. Extraction de l'Huile d'olive.....	05
I.4.1. Récolte des olives	06
I.4.2. Transport, réception et stockage des olives	06
I.4.3. Trituration des olives	06
I.4.3.1. Effeillage et Lavage	06
I.4.3.2. Broyage	06
I.4.3.3. Malaxage.....	07
I.4.3.4. Séparation de l'huile et du grignon.....	07
a) Séparation des phases solide et liquide.....	07
a) Séparation des deux phases liquides.....	07
I.5. Les bienfaits de l'huile d'olive.....	08

Chapitre II: Polyphénols et antioxydants	09
II.1. Définitions	09
II.1.1. Définition des polyphénols	09
II.1.2. Définition d'antioxydants	09
II.2. Types de polyphénols et d'antioxydants	09
II.2.1. Types de polyphénols.....	09
II.2.1.1. Polyphénols simples.....	09
a) Acides phénoliques.....	09
b) Flavonoïdes.....	09
c) Alcools phénoliques	10
II.2.1.2. Polyphénols complexes (tannins).....	10
II.2.2. Types d'antioxydants	10
II.2.2.1 Antioxydants Endogènes.....	10
II.2.2.2 Antioxydants Exogènes.....	10
II.3. Mécanisme d'action des antioxydants.....	11
II.4. Utilisation des polyphénols et d'antioxydants	11
Chapitre III: Substances bioactives de l'huile d'olive.....	12
III.1. Définition	12
III.2. Principales substances bioactives de l'huile d'olive	12
III.2.1. Composés phénoliques	12
III.2.1.1. Oleuropéine.....	12
III.2.1.2. Hydroxytyrosol	14
III.2.1.3. Oléocanthal	16
III.2.1.4. Oléacéine	17
III.2.2. Phytostérols.....	20
III.2.3. Squalène.....	23
III.2.4. Tocophérol.....	24
III.2.5. Acide oléique.....	25
Conclusion.....	28

Références bibliographiques

Résumé

Introduction

Introduction

L'huile d'olive est reconnue pour être un composant essentiel de la « diète méditerranéenne » dont les bénéfices pour la santé humaine sont reconnus. Elle se retrouve à travers l'histoire, depuis la civilisation grecque jusqu'à nos jours. L'huile d'olive est obtenue à partir du fruit de l'olivier par l'utilisation des procédés d'extraction mécaniques ou physiques (Veillet, 2010).

Ce produit alimentaire est très apprécié pour ses caractéristiques et ses vertus thérapeutiques, diététiques et nutritionnelles (Sotiroudis et *al*, 2003). En effet, l'huile d'olive est un produit intéressant nutritionnellement pour sa teneur élevée en acides gras (insaturée et contient une petite partie d'acides gras essentiels). En outre de cette composition en acides gras, l'huile d'olive est une huile intéressante pour ses composés minoritaires tels que les polyphénols et les antioxydants. Les principaux antioxydants de l'huile d'olive sont des dérivés de l'oleuropéine qui font partie de la classe des composés phénoliques. L'intérêt nutritionnel de ces composés phénoliques réside dans leur forte capacité antioxydante qui pourrait prévenir ou ralentir l'apparition de certaines maladies. De ce fait, leur présence dans l'huile d'olive représente un réel intérêt pour la santé humaine (Veillet, 2010).

C'est dans cette optique que s'inscrit le présent travail dont l'objectif principal consiste à faire un tour d'horizon bibliographique sur les principales substances bioactives de l'huile d'olive, et vise particulièrement à projeter la lumière sur l'intérêt qu'elles présentent pour la santé humaine et leur effet sur la prévention de quelques maladies .

La méthodologie adoptée pour la réalisation de ce travail est organisée en trois chapitres : tout d'abord des généralités sur l'olivier et l'huile d'olive, suivie d'une présentation générale des antioxydants et des polyphénols. Et enfin, une présentation des principales substances bioactives de l'huile d'olive et leurs effets sur la santé humaine a fait l'objet du dernier chapitre.

Chapitre I

I. Généralités sur l'olivier et l'huile d'olive

I.1. Olivier

I.1.1. Origine et caractéristiques de l'olivier

L'olivier est un arbre cultivé de la famille des Oléacées, présent dans les régions méditerranéennes. L'espèce d'origine sauvage est l'oléastre (*Olea europaea*) et coexiste souvent avec l'espèce cultivée. Généralement il ne dépasse pas 3 à 4 m de hauteur (Pagnol, 1985).

Cet arbre à feuilles persistantes dures et allongées de couleur gris-vert présente une longévité importante. Elle fleurit de la seconde quinzaine de Mars jusqu'à la fin de Mai, les fleurs de couleur crème se composent de quatre sépales, quatre pétales, deux étamines et d'un pistil, ces dernières se transforment en olives. L'olive est une drupe ovoïde et globuleuse d'abord de couleur vert tendre, elle grossit pour devenir violette, puis noire à maturité (Tremblin et Marouf, 2022).

I.2. Huile d'olive

I.2.1. Définition et types d'huile d'olive

Selon le Conseil Oléicole International (2019), les huiles d'olive vierges sont les huiles obtenues du fruit de l'olivier (*Olea europaea* L.) uniquement par des procédés mécaniques ou d'autres procédés physiques dans des conditions, thermiques notamment, qui n'entraînent pas d'altération de l'huile, et n'ayant subi aucun traitement autre que le lavage, la décantation, la centrifugation et la filtration. Elles sont classées et dénommées comme suit :

- **Huile d'olive extra vierge** : Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 0,80 gramme pour 100 grammes (COI, 2019).

- **Huile d'olive vierge** : Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 2,0 grammes pour 100 grammes (COI, 2019).

- **Huile d'olive vierge courante** : Huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est au maximum de 3,3 grammes pour 100 grammes (COI, 2019).

- **Huile d'olive vierge lampante** : est l'huile d'olive vierge dont l'acidité libre exprimée en acide oléique est supérieure à 3,3 grammes pour 100 grammes. Elle est destinée aux industries du raffinage ou à des usages techniques (COI, 2019).

- **Huile de grignons d'olive** : est l'huile obtenue par traitement aux solvants ou d'autres procédés physiques, des grignons d'olive, à l'exclusion des huiles obtenues par des procédés de réestérification et de tout mélange avec des huiles d'autre nature (COI, 2019).

I.3. Composition chimique

L'huile d'olive contient des éléments majeurs et mineurs, elle possède une composition nutritionnelle équilibrée en acides gras et en triglycérides (Benlemlih et Ghanam, 2010).

La composition chimique de l'huile d'olive change selon la variété, les conditions climatiques et l'origine géographique (Harwood, 2000). Les composés sont classés en deux groupes :

- La fraction saponifiable (98%).
- La fraction insaponifiable (2%).

I.3.1. Fraction saponifiable

I.3.1.1. Acides gras

Les acides gras sont des acides carboxyliques à chaîne aliphatique classés en trois familles : saturés, insaturés (essentiels) et Trans (Cuvelier et al, 2004).

- a) **Acides gras saturés (AGS)** : Les acides gras saturés sont des acides gras ayant des atomes de carbone totalement saturés en hydrogène. Parmi les acides gras saturés de l'huile d'olive il existe: l'acide stéarique (C18 : 0), acide palmitique (C16 : 0) et acide béhénique (C22 : 0) (Cuvelier et al, 2004).
- b) **Acides gras insaturés (AGI)** : Les acides gras insaturés sont des acides gras qui comportent une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone (C=C), qu'il convient de privilégier dans le cadre d'une alimentation équilibrée. Deux types dans l'huile d'olive

: les acides gras mono insaturés (AGMI) qui sont l'acide oléique (C18 : 1), l'acide érucique (C22 : 1), et l'acide palmitoléique (C16 : 1), les acides gras polyinsaturés (AGPI) qui sont l'acide linoléique (C18 : 2) et l'acide alpha-linolénique (C18 : 3) (Cuvelier et al, 2004).

I.3.1.2. Triglycérides

Les triglycérides sont les composants majoritaires de l'huile d'olive (95,4 %), ce sont des triesters résultant de la combinaison de 3 molécules d'AG par leur fonction carboxyle avec les fonctions alcooliques du glycérol. Les principaux triglycérides de l'huile d'olive sont : la trioléine (OOO), la dioléopalmitine (POO), la dioléolinoléine (OOL), la palmitooléolinoléine (POL), et la dioléostéarine (SOO) (Vlahov, 1999).

I.3.2. Fraction insaponifiable

I.3.2.1. Stérols

Les stérols sont des lipides possédant un noyau de stérane dont le carbone 3 est porteur d'un groupe hydroxyle (aussi appelés phytostérols). Ils occupent la plus grande partie de la matière insaponifiable (ils représentent en poids environ 50%). Les principaux stérols dans l'huile d'olive : le β - sitostérol (C₂₉H₅₀O) et le stigmastérol (C₂₉H₄₈O) (Ben Temime et *al.*, 2008).

I.3.2.2. Composés phénoliques

L'une des caractéristiques les plus importantes de l'huile d'olive est sa richesse en polyphénols, sa teneur varie de 50 à 1000 mg/kg d'huile. En fait, cela dépend de facteurs agronomiques, la maturité des olives, ainsi que la technologie d'extraction. Les principaux composés phénoliques de l'huile d'olive sont les sécoiridoïdes (l'oleuropéine et le ligstroside), des alcools et des phénols (tyrosol, hydroxytyrosol), ainsi que des flavonoïdes (Gorzynik et *al.*, 2018).

I.3.2.3. Tocophérols

Les tocophérols sont une classe de composés organiques (hétéro-acides) comprenant divers phénols méthylés, reconnus pour leur double action bénéfique, dont beaucoup ont une

activité de vitamine E et ils ont également une forte activité anti oxygène (Burton et Ingold, 1986). La teneur totale en tocophérols dans les huiles d'olive est très variable (Dimitrios, 2006).

L'alpha-tocophérol représente 90% de la totalité des tocophérols, et le reste c'est de bêta et gamma tocophérols (Sherwin, 1976).

I.3.2.4. Pigments

Les teintes vertes et jaunes (présence des pigments de chlorophylles et des caroténoïdes) donnent à l'huile d'olive sa couleur, naturellement obtenue suite à la dégradation de la phéophytine durant la conservation de l'huile à température ambiante. Les chlorophylles perdent leurs ions magnésium et se transforment en phéophytines qui sont des pigments verts olive jaunâtres (Benlemlih et Ghanam, 2010).

I.4. Extraction de l'Huile d'olive

L'extraction de l'huile d'olive est obtenue principalement par trituration des péricarpes des fruits (Olives) dans un moulin à huile spécifique (Ben Sassi et *al.*, 2006). Deux systèmes d'extraction sont utilisés: le système semi continu et les systèmes modernes continus. Les huiles produites par le système continu renferment des taux élevés en polyphénols, antioxydants naturels, ce qui leur confèrent une résistance contre l'oxydation pour un stockage à long terme. En outre, les huiles extraites à l'aide de ce système moderne se caractérisent par une meilleure qualité organoleptique (une acidité inférieure à 1%) que celles extraites par le système traditionnel (Denmati, 2008).

L'extraction de l'huile d'olive passe par plusieurs opérations :

I.4.1. Récolte des olives

La période de récolte est liée directement au degré de maturité des olives, la cueillette peut s'effectuer à la main ce qui convient le mieux pour obtenir la meilleure qualité de l'huile vierge car les olives sont cueillies sélectivement selon leur degré de maturité. Ainsi des équipements sont utilisés actuellement en récolte mécanique et parmi eux: les crochets vibrants, les peignes oscillantes et les vibreurs (Ouaouich et Chimi, 2007).

I.4.2. Transport, réception et stockage des olives

Le transport des olives est représenté par des caisses à claire voie en matière plastique permettant la circulation de l'air pour éviter les réchauffements préjudiciables. Les lots d'olives une fois pesés sont stockés de manière individuelle, selon la provenance et le degré de maturité.

La durée de stockage des olives doit être réduite, et dans tous les cas inférieure à 3 jours, car un stockage prolongé peut causer une détérioration de la qualité de l'huile (Ouaouich et Chimi, 2007).

I.4.3. Trituration des olives

I.4.3.1. Effeuilage et Lavage

L'effeuillage est une opération nécessaire pour éviter une coloration trop verdâtre de l'huile, se traduisant par un excès d'amertume et par une moindre aptitude à la conservation de l'huile. L'opération s'effectue avec un système mécanique ou peut être effectué manuellement (Hammadi, 2006).

Le lavage des olives s'effectue au moyen d'une circulation forcée d'eau potable et propre (COI, 2006).

I.4.3.2. Broyage

Le broyage des olives est réalisé par un broyeur à marteau. Il doit être adapté aux conditions physiques des olives et à leur degré de maturité (Ouaouich et Chimi, 2007).

Selon la norme du (Conseil Oléicole International, 2009) la durée de broyage ne doit pas dépasser 20 à 30 minutes.

I.4.3.3. Malaxage

Le malaxage vise à parfaire et donner à la pâte une bonne régularité et homogénéité afin de favoriser la séparation des trois phases : solide, aqueuse et huileuse (Di Giovacchino, 1991 ; Uzzan, 1994). L'efficacité de cette opération dépend des caractéristiques rhéologiques des pâtes d'olives et des paramètres technologiques : le temps (la durée de malaxage) et la température de la pâte (Chimi, 2006).

I.4.3.4. Séparation de l'huile et du grignon

Le broyage et le malaxage aboutissent à la formation d'une pâte qui contient de la matière solide et des fluides. La matière solide appelée grignon est constituée de débris de

noyaux, d'épiderme, de parois cellulaires...etc. Alors que la partie fluide est composée d'huile et d'eau de végétation appelée margine (Benlemlih et Ghanam, 2010). Deux types de séparations sont nécessaires, une séparation de la phase liquide des grignons, ensuite une séparation de l'huile des margines:

a) Séparation des phases solide et liquide

Cette opération peut se faire par des systèmes de pression, de centrifugation et de percolation. Le système de centrifugation est essentiellement de deux types:

- Système continu d'extraction avec centrifugation à trois phases : La pâte est soumise à deux centrifugations, la première pour séparer les grignons et la phase aqueuse (huiles plus margines) et la deuxième pour séparer les huiles et les margines (Hammadi, 2006).
- Système continu d'extraction avec centrifugation à deux phases : Possédant une seule centrifugation qui permet de séparer l'huile et les grignons (Hammadi, 2006).

b) Séparation des deux phases liquides:

Les densités différentes des deux liquides (huile et margines) permettent leur séparation par décantation naturelle ou par centrifugation dans des centrifugeuses verticales (Hammadi, 2006).

I.5. Bienfaits de l'huile d'olive

Bien que l'huile d'olive ait été un ingrédient de base dans l'alimentation méditerranéenne pendant des milliers d'années, ce n'est que récemment que les vertus médicinales de l'huile d'olive sont vraiment reconnues (Weil, 2005).

L'huile d'olive est une huile végétale qui contient une quantité importante de composés phénoliques dotés de propriétés antioxydantes et anti inflammatoires. Plusieurs études indiquent que la présence de ces composés phénoliques contribue aux nombreux effets positifs de l'huile d'olive extra-vierge sur la santé de cœur. En améliorant le profil lipidique (cholestérol, triglycérides) et en diminuant l'inflammation chronique, la pression artérielle, la glycémie et le risque de diabète (Juneau, 2021).

L'huile d'olive est aussi très riche en différents polyphénols qui sont de puissants antioxydants et qui ont un grand pouvoir contre le vieillissement (Tallah N et Privée C, 2023).

L'huile d'olive est riche en acide gras mono insaturé qui peut être considéré comme une bonne alternative pour le traitement du patient diabète sucré, Il est par ailleurs conseillé de l'associer à des acides gras dits polyinsaturés et qui correspondent aux oméga-3 et oméga-6 (Gorzynik et *al.*, 2018).

Chapitre II

II. Antioxydants et Polyphénols

II.1. Définitions

II.1.1. Définition d'antioxydants

Un antioxydant est une espèce chimique plus ou moins complexe permet la diminution du stress oxydatif de l'organisme. Donc il peut prévenir la synthèse de radicaux libres en inhibant l'initiation des chaînes réactionnelles (Desmier, 2016).

Halliwell (1995) a défini le terme antioxydant d'une manière générale: « toute substance qui, présente à faible quantité, comparée à celle du substrat oxydable, retarde ou prévient d'une manière significative l'oxydation de ce substrat ».

II.1.2. Définition des polyphénols

Les polyphénols sont des métabolites secondaires, d'un poids moléculaire élevé, ils sont largement distribués dans le règne végétal (Haslam, 1993). Sa structure de base est caractérisée par la présence d'un ou plusieurs noyaux aromatiques auxquels sont directement liés un ou plusieurs groupements hydroxyles libres ou engagés dans une autre fonction (éther, ester) (Mann et *al.*, 1994).

II.2. Types des antioxydants et des polyphénols

II.2.2. Type des antioxydants

Il existe deux catégories d'antioxydants : des antioxydants endogènes (Enzymatiques) et des antioxydants exogènes (Non Enzymatiques) (Leverve, 2009 ; Mooren, 2012).

II.2.2.1. Antioxydants Endogènes (Enzymatiques)

Sont synthétisés par le corps, et sont composés principalement d'enzymes (Eversley, 2012), comme la Superoxyde dismutase (accélère la dismutation de l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène), la Catalase (accélère la dismutation du peroxyde d'hydrogène moléculaire et la Glutathion peroxydase (La détoxification du peroxyde d'hydrogène, de l'hydroperoxyde résultant de l'oxydation du cholestérol ou des acides gras en couplant la réduction de ces dérivés réactifs avec l'oxydation de substrats réducteurs comme le glutathion) (Piquet et Hébuterne, 2007).

II.2.2.1. Antioxydants Exogènes (Non Enzymatiques)

Sont obtenues à partir des aliments (fruits et légumes) (Evriley, 2012). Ils assurent la stabilisation des membranes en diminuant leurs perméabilités, ils ont une capacité de lier les acides gras libres (Wang et *al.*, 2003). Des exemples d'antioxydants exogènes qu'on trouve dans l'huile d'olive : la vitamine E, la vitamine C, les caroténoïdes, les flavonoïdes et les composés phénoliques (Scalbert, 2005).

II.2.1. Types des polyphénols

La classification des polyphénols est basée essentiellement sur la structure, le nombre de noyaux aromatiques et les éléments structuraux qui lient ces noyaux. Deux catégories sont distinguées : les composés phénoliques simples et les composés phénoliques complexes (Halliwell et Gutteridge, 1992, Harrington et *al.*, 1994).

II.2.1.1. Polyphénols simples

a. Acides phénoliques: ses substances organiques sont les formes les plus simples des composés phénoliques. Ils possèdent au moins une fonction hydroxyle et une fonction carboxyle (Labrani, 2021).

b. Flavonoïdes: les flavonoïdes sont des pigments ayant un squelette (C₆-C₃-C₆), provenant du mot latin flavus qui signifie jaune (Bouakaz, 2006).

c. Alcools phénoliques : les principaux alcools phénoliques présents dans l'huile d'olive sont l'hydroxytyrosol « (3,4-dihydroxyphenyl) éthanol ou (3,4-DHPEA) » et le tyrosol « (p-hydroxyphenyl) éthanol ou (p-HEPA) », leur concentration est généralement basse dans les huiles d'olive fraîches mais augmente durant le stockage de l'huile (Montedoro et *al.*, 1992).

II.2.1.2. Polyphénols complexes (tannins)

Les tannins sont des molécules polyphénoliques de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 da. Ils sont présents dans les feuilles, les fleurs et les graines des plantes (Watterson et Butler, 1983). Ils sont d'un grand intérêt pour la nutrition et la médecine à cause de leur capacité antioxydante puissante et leur effet protecteur possible sur la santé humaine (Santos-Buelga et Scalbert, 2000 ; Oszmianski et *al.*, 2007).

II.3. Mécanisme d'action des antioxydants

Par la présence de groupements chimiques hydroxyles liés à leurs noyaux benzéniques (ou phénols), les polyphénols végétaux offrent des propriétés antioxydantes essentielles (Latruffe, 2017).

Rappelons que les cellules vivantes produisent naturellement des composés oxydants comme les radicaux libres, présentant un électron singulet très réactif (Latruffe, 2017). L'oxydation des composés insaturés biologiques (acides gras, caroténoïdes, polyphénols...) sont souvent des réactions radicalaires avec l'oxygène moléculaire et présentent trois phases principales :

- La phase de déclenchement où se forme un premier radical libre.
- La phase de propagation où l'oxygène fixé donne un radical peroxy qui réagit avec une autre molécule et conduit à un néoradical libre et un hydroperoxyde.
- La phase de terminaison, où se recombinent différents radicaux formés (Francoise et *al.*, 2004).

En tant qu'agents de terminaison (piégeage de radicaux), les antioxydants transforment les radicaux en composés plus stables et bloquent la phase de propagation. Un tel effet résulte d'une structure de donneurs de H• souvent aromatiques, cas des dérivés du phénol (tocophérols, polyphénols, flavonoïdes...). De nombreux polyphénols d'origine végétale comme : vitamine E (d-tocophérol), flavonoïdes et flavones, caroténoïdes et vitamine C (acide L-ascorbique) sont des antioxydants naturels disponibles (Francoise et *al.*, 2004).

II.4. Utilisation des polyphénols et antioxydants

Les composés phénoliques d'origine végétale ont fait l'objet d'une attention en raison de leurs effets fonctionnels et nutritionnels bénéfiques y compris l'activité antioxydante et antimicrobienne (Bubonja-Sonje et *al.*, 2011).

Les antioxydants sont largement utilisés dans les domaines de l'alimentation, de la médecine, des nutraceutiques et des cosmétiques (Deng et *al.*, 2023).

L'huile d'olive contient un polyphénol aux propriétés extraordinaires, qu'on appelle l'oléocanthal (OC) (Loubens, 2015). Il est capable de supprimer la croissance des cellules cancéreuses du sein de type luminal A ou B (Ayoub et *al.*, 2017 a).

Chapitre III

III. Substances bioactives de l'huile d'olive

III.1. Définition

Les substances sont des molécules tirées d'une source naturelle biologique (animale ou végétale), ayant des effets bénéfiques (thérapeutiques) à faible teneur (HOUËL, 2011 et Zhang, 2014).

III.2. Principales substances bioactives de l'huile d'olive

De nombreuses substances bioactives extraites de l'huile d'olive ont attiré l'attention depuis leur découverte (Scotece, 2015). Parmi ces constituants on distingue :

III.2.1. Composés phénoliques : les principaux composés phénoliques présents dans l'huile d'olive sont :

III.2.1.1. Oleuropéine

L'oleuropéine est un tannin complexe et puissant antioxydant contenu dans tous les constituants de l'olivier : feuilles, parties ligneuses, et bien-sûr dans les olives et l'huile d'olive (Nutrixeal, 2020). La concentration en Oleuropéine varie entre 2,3–9,0 mg/L (Servili et *al.*, 1999).

Ce tannin est une molécule véritablement complexe. Décrite comme un ester d'acide élénolique et de tyrosol hydroxylé et glycosylé (Nutrixeal, 2020). La figure suivante montre la structure chimique de l'oleuropéine :

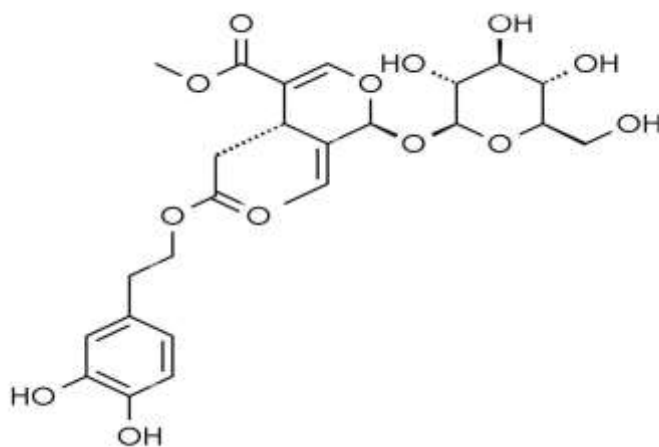


Figure 01 : Structure chimique de l'oleuropéine (Bendini et *al.*, 2007).

L'oleuropéine et le tyrosol inhibent l'oxydation des LDL (low density lipoprotein) in vitro, (Visioli et Galli, 1994 ; Visioli et *al.*, 2000). Coni et *al.* (2000) ont confirmé ces propriétés, ils ont ainsi démontré que la consommation d'huile d'olive extra-vierge par des lapins augmentait la résistance des LDL à l'oxydation ; l'effet étant exacerbé lorsque le régime était supplémenté en oleuropéine.

L'oleuropéine d'action anti-diabétique est soutenue par des recherches récentes d'essais expérimentaux et cliniques. L'un d'entre eux a montré qu'un apport quotidien d'environ 50 mg de polyphénol pendant 12 semaines à un groupe de sujets d'âge moyen en surpoids, et donc à risque pour le développement du diabète de type 2, le glucose réduit et amélioré à la fois la sécrétion d'insuline et la sensibilité (De Bock et *al.*, 2013).

Une autre étude qui est menée sur des sujets humains atteints de diabète de type 2, qui ont reçu 500 mg de oleuropéine pendant 14 semaines, a montré une amélioration significative de l'homéostasie du glucose, avec une réduction de l'hémoglobine glyquée et les niveaux d'insuline. Alors que les rats traités avec l'Oleuropéine ont présenté une réduction de la digestion et l'absorption de l'amidon (Wainstein et *al.*, 2012).

D'autres études ont montré que l'Oleuropéine empêche l'agrégation d'amyloïde amyline (peptide sécrété avec de l'insuline à partir des cellules bêta du pancréas), dont les agrégats sont considérés comme co-responsable de la souffrance cellulaire qui accompagne l'apparition du diabète de type 2 (Rigacci et *al.*, 2010).

L'Oleuropéine est efficace pour contrer l'apparition du diabète de type 2, certaines de ses conséquences peut être vu dans un effet protecteur plus large contre le syndrome métabolique. En fait, des études ont montré que chez la souris l'Oleuropéine réduit la stéatose hépatique et l'obésité induite par un régime riche en graisses (Berti et *al.*, 2009).

III.2.1.2. Hydroxytyrosol

C'est un phénol amphipathique d'un poids moléculaire de 154,16 g/mol et une structure d'alcool phényléthylique (Figure 02). Selon le système de l'Union internationale de chimie pure et appliquée, il est également appelé 3,4-dihydroxyphényléthanol. Ce composé fait partie de la fraction soluble des composants minoritaires de l'huile d'olive extra vierge et il est présent à une très forte concentration dans les feuilles de l'olivier (Robles-Almazan et *al.*, 2018).

L'origine du l'hydroxytyrosol est l'hydrolyse de l'oleuropéine qui se produit pendant la maturation des olives (Charoenprasert et Mitchell, 2012).

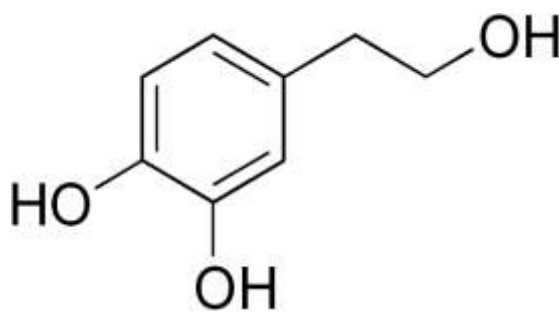


Figure 02: Structure chimique de l'hydroxytyrosol (Le Gaillard, 2019).

En raison de la nature phénolique de l'hydroxytyrosol, de nombreuses études ont été réalisées avec différents types d'huiles d'olive, enrichies ou non de ce composé, afin de démontrer ses effets antioxydants, anti-inflammatoires et anti-athérogènes (Robles-Almazan et *al.*, 2018).

L'hydroxytyrosol est caractérisé par une haute activité antioxydante, qui est analogue à plusieurs antioxydants synthétiques et usuelles à savoir, le 2,6-di-tert-butyl-p-hydroxytoluène (BHT) et le 3-tert-butyl-6-hydroxyanisole (BHA) (Chimi et *al.*, 1988).

Une étude de Halliwell et *al.*(1994), a démontré que l'activité antioxydante de cette molécule est comparable à celle du thymol, 6-gingérol et zingérone. Il contribue à la stabilité d'huile d'olive vierge. (Visioli et *al.*, 1995 a). Il inhibe également l'oxydation des LDL (low-density lipoproteins, lipoprotéines de basse densité) (Visioli et *al.*, 1995 b) et confère aussi bien la protection cellulaire (Galli et *al.*, 1994). Outre son activité antioxydante,

l'hydroxytyrosol présente un intérêt important vis-à-vis de la santé humaine. Il a été montré que cet ortho-diphénol s'oppose à l'effet cytotoxique des métabolites réactifs de l'oxygène sur la cellule, ce qui permet de prévenir les lésions cellulaires (Manna *et al.*, 1997).

D'autre part, l'hydroxytyrosol présente des effets pro-apoptotiques et anti-prolifératifs sur différents types de cellules tumorales lorsque ces cellules sont traitées avec de l'hydroxytyrosol pure ou des extraits. Grâce à la pharmacomodulation réalisée avec l'hydroxytyrosol, sa sélectivité et son efficacité sur les cellules tumorales ont été améliorées en empêchant ou en diminuant son activité pro-apoptotique sur les cellules humaines non tumorales (Burattini *et al.*, 2013 ; Calderon-Montano *et al.*, 2013).

L'hydroxytyrosol exerce aussi une nette action anti-inflammatoire. Petroni *et al.*, (1995), ont montré que l'hydroxytyrosol inhibe, la formation d'un eicosanoïde pro-inflammatoire désigné sous le terme «leucotriène B4» .De la Puerta et son équipe a constaté que l'hydroxytyrosol, l'oleuropéine et l'acide caféique inhibent la formation du leucotriène B4 en réduisant l'activité de l'enzyme qui catalyse cette formation (De la Puerta *et al.*, 1999). Il a d'ailleurs été signalé que cette enzyme est inhibée par l'extrait d'olive et que les substances responsables de cet effet sont l'hydroxytyrosol, l'oleuropéine et l'acide caféique (Kohyama *et al.*, 1997).

Les influences positives de l'huile d'olive sur la santé de coeur sont attribuées à sa teneur élevée en acide gras monoinsaturé, mais également à la présence, dans sa composition, de composés phénoliques comme l'hydroxytyrosol. Dans ce sens, une étude d'EUROLIVE avait recruté 200 volontaires mâles sains, et les avait soumis à une consommation contrôlée d'huile d'olive, à la fin de l'étude, il a été prouvé que la consommation de trois variétés d'huile d'olive vierge avec un contenu phénolique différent avait permis une augmentation du cholestérol HDL(protège des maladies cardiovasculaires et annule un facteur de risque cardiovasculaire) et réduit les dégâts dus à l'oxydation lipidique (Covas *et al.*, 2006).

III.2.1.3. Oléocanthal

C'est un polyphénol, identifié par Beauchamp et *al.*, qu'ils ont nommé oléocanthal (OC) par rapport à : (oleo- pour olive, canth- pour piqûre, et al pour aldéhyde). Il s'agit d'un ester de tyrosol ayant une structure voisine de celle de l'oleuropéine, sa formule chimique est : (C₁₇H₂₀O₅) avec une masse molaire de : 304,34 g/mol (Beauchamp et *al.*, 2005).

L'Oléocanthal est un puissant antioxydant qui se développe lorsque les mouliniers écrasent les olives. Il provoque une sensation poivrée (piqûre) dans le fond de la gorge lorsque vous le dégustez (Beauchamp et *al.*, 2005).

La figure ci-après présente la structure chimique de l'Oléocanthal:

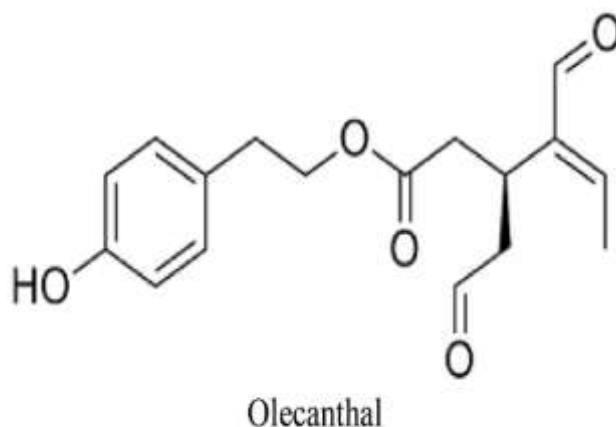


Figure 03 : Structure chimique de l'Oléocanthal (Wani, 2018).

Il est important de noter que les activités anti-inflammatoires de l'OC ont été récemment confirmées dans une étude qui a démontré que ce composé inhibe d'autres facteurs pro-inflammatoires, tels que la protéine inflammatoire des macrophages (MIP)-1a et l'interleukine (IL)-6 dans les macrophages J774 et les chondrocytes ATDC5 (Scotece, 2015).

Il peut aussi être un puissant anti-douleur, puisqu'il a un mode d'action anti-inflammatoire similaire à celui de l'ibuprofène, à savoir l'inhibition des enzymes cyclo-oxygénases (COX1 et COX2) (Beauchamp et *al.*, 2005 ; Cusimano et *al.*, 2017).

En effet l'oléocanthal présent dans une huile (200 µg/ml) (Beauchamp et *al.*, 2005), et en tenant compte du coefficient d'absorption (de l'ordre de 60 à 90%), on déduit que la consommation de 50 ml ou 4 cuillères à soupe d'huile d'olive extra vierge exerce une action

anti-inflammatoire équivalente de 10% de la dose d'ibuprofène recommandée pour soulager la douleur des adultes (Bianco *et al.*, 2006).

Plusieurs études récentes ont démontré que la consommation d'huile d'olive réduit le risque de différents types de cancer, notamment le cancer de la prostate, du poumon, du larynx, y compris le cancer de l'ovaire, du sein et du côlon (Scotece, 2015 ; Ayoub *et al.*, 2017 b). Elles ont confirmé aussi que l'OC était capable de réduire l'activité de la kinase c-Met, la croissance cellulaire, la migration et l'invasion du cancer du sein, et la tumorigénicité dans un modèle de souris orthotopiques portant des xénogreffes de tumeurs BT-474. Ces derniers ont été traités avec 5 à 10 mg/kg de l'oléocanthal, ce qui a entraîné une inhibition de la croissance tumorale de 97 % (Elnagar *et al.*, 2011 ; Akl *et al.*, 2014).

Le rôle de l'oléocanthal dans les maladies neurodégénératives est d'améliorer la fonction de la barrière hémato-encéphalique et en réduisant la neuroinflammation, (Eckelkamp, 2020), ainsi que de réduire la fibrillation de la protéine tau, qui est une protéine associée aux microtubules, afin de ralentir la progression de la maladie d'Alzheimer (Scotece, 2015). Comme il a été démontré que l'OC a une activité antioxydante qui peut protéger les neurones des dommages oxydatifs causés par les radicaux libres, Ce qui suggère que l'oléocanthal pourrait jouer un rôle important dans le système nerveux général et la santé mentale (Eckelkamp, 2020).

III.2.1.4.Oléacéine

L'oléacéine de forme (dialdéhydique de l'acide décarboxyméthyl-élnolique), est un secoiridoïde présent dans les fruits et les feuilles d'olive ainsi que dans l'huile d'olive extra vierge, sa forme chimique est : (C₁₇H₂₀O₆) (figure 04), avec une masse molaire de : 320 g/mol (Filipek, 2021).

La forte concentration d'Oléacéine dans l'huile d'olive est due à l'hydrolyse de l'oleuropéine, catalysée par des glycosidases endogènes lors de la trituration du fruit de l'olivier (Le Tutour & Guedon, 1992 ; Vierhuis *et al.*, 2001). L'Oléacéine est connu pour l'amertume sur la langue (Ollivier, 2004).

Il est bénéfique pour le traitement de l'hypertension (Filipek, 2017), et grâce à ses capacités antioxydantes et anti-inflammatoires, elle est utile dans le traitement des maladies inflammatoires telles que l'athérosclérose (Filipek, 2015).

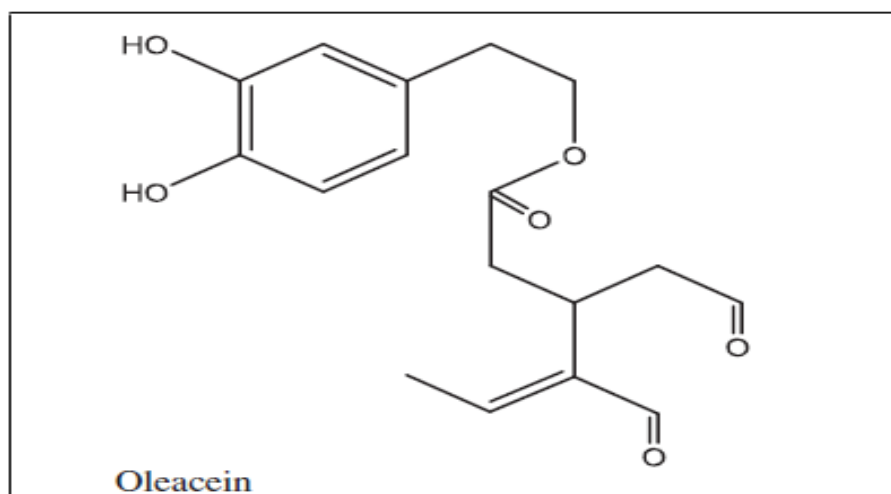


Figure 04: Structure chimique de l'Oleaceine (Czerwinska, 2012).

Des chercheurs ont constaté que la consommation d'huile d'olive à forte concentration en oléocanthal et l'oléacéine a amélioré le pronostic d'un échantillon de patients atteints de leucémie lymphoïde chronique (LLC) à un stade précoce, qui représente environ 25 % des cas de leucémie dans le monde (Rojas Gil, 2021).

Des patients de la clinique hématologique de l'hôpital général de Laconie (Grèce) ont été recrutés pour participer à une intervention diététique (DI). Le diagnostic de LLC a été confirmé par les critères standards (Binet, 1981). Dans la première intervention (DI1). Un groupe (A) a consommé 40 ml/jour d'OC/OL-EVOO à haute teneur (416 mg/Kg OC et 284 mg/kg d'OL) pendant 3 mois. Un second groupe (B) consommé 40 ml/jour d'OC/OL- EVOO à faible teneur (82 mg/kg d'OC et 33 mg/kg d'OL) pendant 3 mois. Après une période d'élimination (lavage) de 9 à 12 mois, une seconde intervention (DI2) consistant uniquement en la prise d'OC/OL-EVOO élevé pendant 6 mois a été réalisée.

Les huiles d'olive extra vierge (EVOO) utilisées dans les deux interventions diététiques sont stockées à une température de 4°C, afin de minimiser les altérations possibles de la composition chimique. Leurs teneurs en phénols sont présents dans le (Tableau) :

Tableau 01: Teneur des phénols dans les huiles d'olive extra vierge (EVOO) (Rojas Gil 2022).

Intervention Diététique	Type d'huile d'olive	Teneur en Polyphénol (Mg/Kg)							
		Oléoc-anthal	Oléa-céine	Tyrosol	Hydroxy-tyrosol	Oleuro péine aglycon monoal-déhyde	Ligstros-ide aglycone monoaldéhyde	Oleom-issional	Oléokor-onal
ID 1	Pauvre en OC/OL (2016-2017)	82 ±5	33± 3	250±10	140±9	/	/	/	/
	Riche en OC/OL (2016-2017)	416±7	284±10	<10	<10	41± 3	34± 3	33± 3	75± 4
ID 2	Riche en OC/OL (2018-2019)	415±8	267±9	<10	<10	50±4	49±3	51±4	76±5

Les bilans sanguins des patients atteints de LLC sont entièrement évalués par un analyseur hématologique. L'effet de l'apport alimentaire en EVOO phénolique élevé sur le profil hématologique a été étudié en comparant la formule sanguine complète au point de départ de l'intervention diététique et pendant (3 à 6 mois). Dans l'étude DI1, les chercheurs ont montré des effets bénéfiques sur les marqueurs hématologiques et apoptotiques avec l'association OC/OL-EVOO à haute teneur, et au cours de l'étude DI2 une diminution du nombre de globules blancs et de lymphocytes a été observée en comparant au 3 mois avant l'intervention et 6 mois après (Rojas Gil, 2022).

Les résultats de cette étude pilote ont montré que l'administration orale d'une dose quotidienne de 25 mg de l'oléocanthal et d'oléacéine par la consommation de 40 ml d'huile d'olive extra vierge, pouvait être bénéfique pour les patients atteints de LLC, en induisant l'apoptose de leurs cellules cancéreuses et en améliorant leurs métabolisme (Rojas Gil, 2022).

III.2.2. Phytostérols

Les stérols des plantes, appelés phytostérols, sont des alcools stéroïdes, membres de la famille des terpènes. Les phytostérols sont constitués d'un assemblage tétracyclique cyclopentanophénanthrénique (A, B, C, D) comprenant un groupement hydroxyle en position 3 du cycle A et une chaîne latérale (Figure 05). Les phytostérols ont une structure chimique similaire au cholestérol (Dutta et Normen, 1998; Verleyen, 2002). Les stanols végétaux sont des stérols saturés et sont moins abondants dans la nature que les stérols (Mississauga et Vancouver, 2008). La quantité totale de stérols dans l'huile d'olive extra vierge varie de 113 à 265 mg/100g.

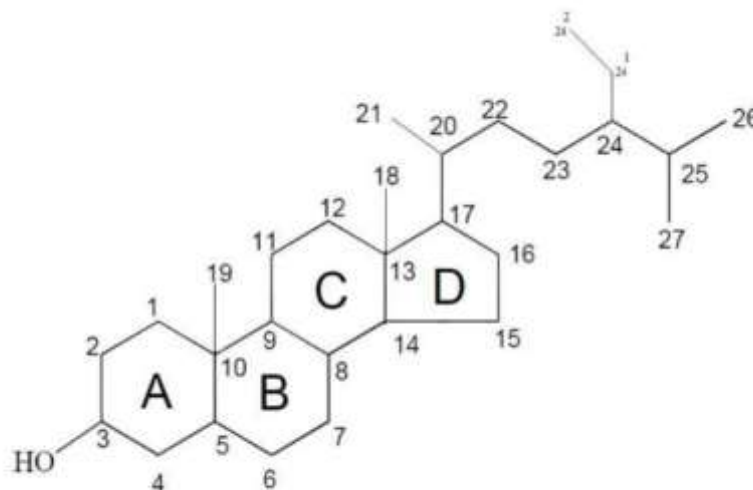


Figure 05: Structure chimique de phytosterol (Verleyen, 2002).

Dans l'huile d'olive, le principal stérol est le β -sitostérol, représentant jusqu'à 90-95% du total, et qui a une action anti carcinogène. Le campestérol et le stigmastérol comptent respectivement pour 3% et 1% du total (Gutiérrez et *al.*, 1999).

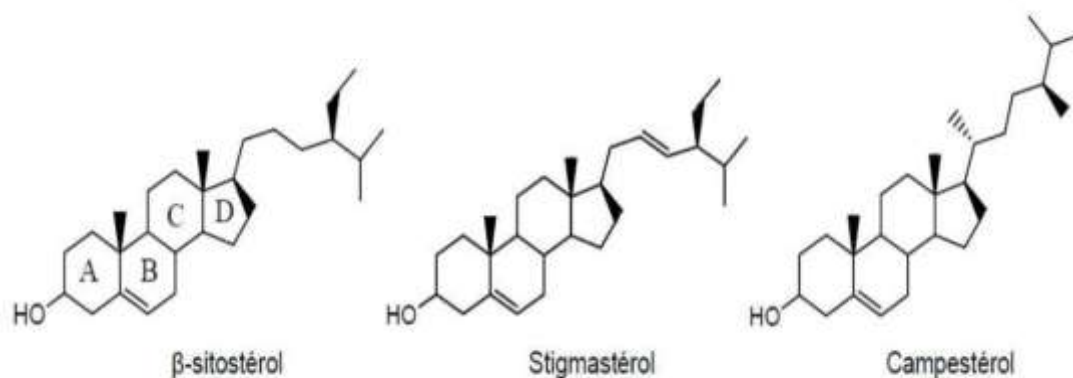


Figure 06: Structure chimique des principaux phytostérols de l'huile d'olive (Verleyen, 2002).

Les phytostérols sont étudiés pour leur action anticancéreuse, immunomodulatrice et anti inflammatoire (Assmann et wahrburg, 2021). Cependant, l'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a fixé une dose maximale journalière à 3g de stérols et/ou de stanols (European Community, 1995) suite à des travaux montrant qu'une surconsommation de phytostérols entraînait une diminution de la teneur en α - et β -carotène dans le sang (Law, 2000).

Les phytostérols inhibent la biosynthèse du cholestérol et le β -sitostérol en particulier interfère avec l'absorption du cholestérol micellaire (Field El *al*, 1990). En 2000, la FDA (Food and Drug Administration «Agence fédérale américaine des produits alimentaires et médicamenteux») a reconnu officiellement que les produits contenant des phytostérols diminuent les risques des maladies cardiovasculaires s'ils étaient associés à une alimentation pauvre en graisses saturées et en cholestérol (FDA, 2007).

Des études récentes ont démontré que la consommation de suppléments de phytostérols est associée à une réduction moyenne du cholestérol total de 5 à 15 % chez des sujets avec une hypercholestérolémie modérée (Miettinen, Puska, 1995 ; Gylling et Miettinen, 1999) et peut même atteindre 23 % chez des sujets avec une hypercholestérolémie familiale (Hallikainen et Uusitupa, 1999), ce qui entraîne une réduction du risque de maladies cardiovasculaires (MCV) de 25%, (Law, 2000).

Cet effet serait considéré comme étant plus significatif que la réduction de l'apport alimentaire en cholestérol et en gras saturés. De plus, il a été observé que les phytostérols

abaissent les niveaux de cholestérol des LDL sans affecter le cholestérol des HDL ni les niveaux de triglycérides (TG) (Ostlund ,2002).

L'administration de stérols et de stanols végétaux (phytostérols), entraîne une diminution des concentrations plasmatiques de cholestérol total et LDL (Jones et *al.*, 1997). Il est probable que l'essentiel de cette baisse est due à l'inhibition de l'absorption intestinale du cholestérol. Il est également possible qu'un effet s'exerce sur le métabolisme hépatique et intestinal du cholestérol, il faut noter que les baisses significatives du cholestérol sérique n'ont été observées que dans les études mettant en jeu une supplémentation en phytostérols. Les doses administrées allaient de 1 à 3 g par jour, une quantité impossible à atteindre avec des aliments naturels. La plupart des études faisait appel à des margarines enrichies en stérols ou stanols. D'une manière générale, les baisses du cholestérol total et LDL s'accroissent avec l'augmentation des doses quotidiennes de stérols jusqu'à 2 g par jour, après quoi il n'a plus été observé d'effet hypocholestérolémiant supplémentaire (Plat et *al.*, 2000).

Une récente étude a conclu qu'une prise quotidienne de 2 g de stérols ou stanols végétaux entraîne une baisse de 9 à 14 % du cholestérol LDL, sans effet sur le cholestérol HDL ou les triglycérides (Law, 2000). Par ailleurs, la baisse des concentrations de cholestérol est plus nette chez les sujets hypercholestérolémiques et chez ceux ayant un régime riche en cholestérol (Jones et *al.*, 1997).

Dans une autre étude, des effets hypolipidémiques significatifs ont été observés, avec une dose relativement faible de phytostérols (740 mg par jour) chez des sujets qui avaient un régime riche en cholestérol ,ils ont exclu que les quantités de phytostérols apportées par un régime riche en huile d'olive vierge extra aient un effet bénéfique sur les concentrations sériques de cholestérol, surtout chez des patients hyperlipidémiques ayant une alimentation riche en cholestérol (Pelletier et *al.*, 1995).

Il y a eu plusieurs publications sur les effets antitumoraux des phytostérols, et tout particulièrement du β -sitostérol. Von Holtz et son équipe ont observé sur des cellules de cancer humain de la prostate, traitées par le β -sitostérol, une diminution de 24 % de la croissance et une multiplication par 4 du taux d'apoptose par rapport aux mêmes cellules traitées par le cholestérol (Von Holtz et *al.*, 1998).

III.2.4. Tocophérol

La structure de tocophérol est composée principalement d'une molécule de tocol qui est la structure de base, constituée d'un noyau hydroxychromone sur lequel est fixée une chaîne phytyle entièrement saturée (Haddam et *al.*, 2014). On trouve dans l'huile d'olive quatre isoformes de tocophérols qui sont de teneurs variable: α -, β -, γ -, et δ –tocophérol (Cuvelier, 2003), dont α -tocophérol représente une teneur de 90% de la totalité des tocophérols identifiée, sa formule chimique est : (C₂₉H₅₀O₂) (figure 08), avec des fourchettes allant de 206,5 à 270,9 mg/kg d'huile à 191,5 à 292,7 mg/kg d'huile, possède la forte activité vitaminique (Vitamine E) (Sherwin, 1976 ; Rodrigues, 2018). Par contre δ -tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces (Psomiadou et *al.*, 2000 ; Schwartz et *al.*, 2008)

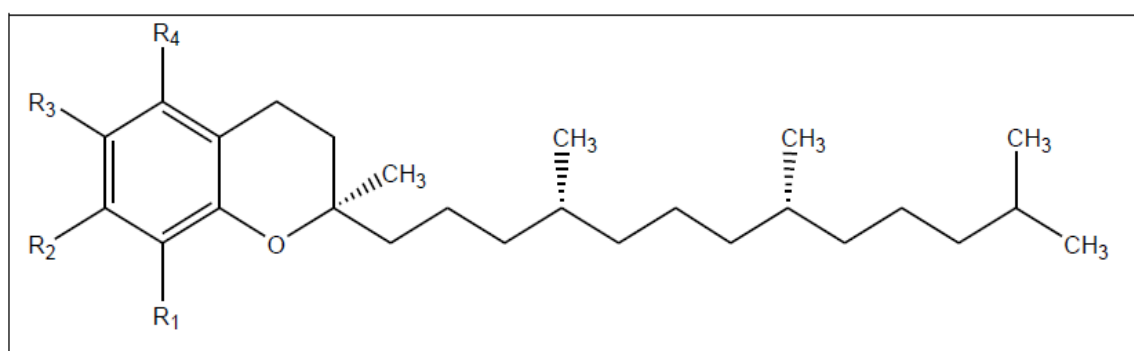


Figure 08 : Structure générale d'un tocophérol (Burton et Ingold, 1986 ; Cuvelier, 2003).

Tableau 02 : Structure des tocophérols (Burton et Ingold, 1986).

Structure	R1	R2	R3	R4
α -tocophérol	CH ₃	CH ₃	OH	CH ₃
β - tocophérol	CH ₃	H	OH	CH ₃
γ - tocophérol	CH ₃	CH ₃	OH	H
δ –tocophérol	CH ₃	H	OH	H

Les tocophérols sont reconnus d'abord pour leur atout d'être une vitamine liposoluble (vitamine E), ils ont également une forte activité anti oxygène (Burton et Ingold, 1986). La

vitamine E est connue comme antioxydant, pour sa capacité d'inhibition des peroxydations lipidiques (Cheeseman et Slater, 1993 ; Cuvelier, 2003).

Les tocophérols ont la caractéristique de protéger contre l'oxydation des acides gras polyinsaturés, et de bloquer l'accumulation des radicaux lipidiques qui sont réduits dès leur formation (Kamal-Eldin et Andersson, 1997 ; Cuvelier, 2003).

III.2.5.Acide oléique

L'acide oléique ($C_{18}H_{34}O_2$) est un acide gras monoinsaturé à 18 atomes de carbone, de la famille des acides gras oméga-9. L'huile d'olive contient un taux d'acide oléique allant de 55 % et pouvant atteindre 83 %, ce pourcentage varie en fonction de la variété et du climat (Haddam *et al.*, 2014).

L'acide oléique, possédant une seule double liaison, est moins susceptible à l'oxydation et procurant donc à l'huile d'olive vierge une meilleure stabilité oxydative, comparativement aux huiles riches en AGPI (Owen *et al.*, 2000). Sa structure chimique est la suivante :

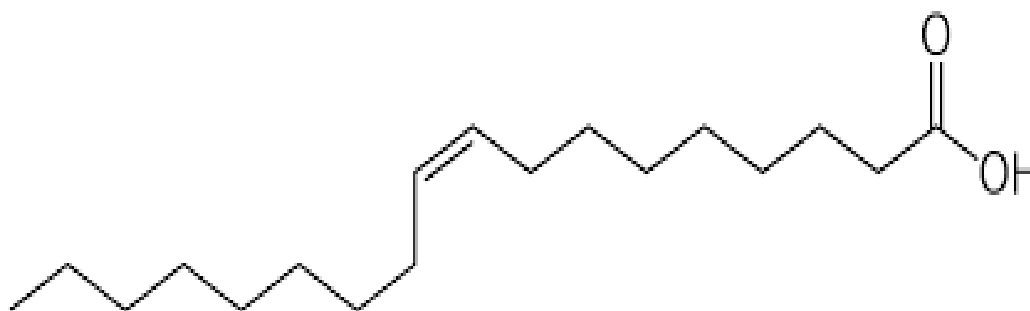


Figure 09: structure chimique de l'acide oléique (Besbes, 2019)

Des études de prévention secondaire ont montré que des régimes maintenant un apport en acide oléique (10% à 13%) de l'apport énergétique total pouvaient protéger de l'apparition des maladies cardio-vasculaires (De Lorgeril *et al.*,1994) et l'augmentation de cet apport d'acide

oléique à plus de 20 % pourrait limiter cet effet bénéfique en induisant une augmentation du LDL-C (low-density lipoprotein-cholesterol) (Truswell et Choudhury, 1998).

En outre, une consommation élevée d'acide oléique et d'huile d'olive était déjà associée à une réduction du risque de développement du cancer (principalement le cancer du sein, le cancer colorectal et le cancer de la prostate), tandis que les régimes riches en graisses totales et en acide linoléique ou en acides gras saturés étaient liés à une augmentation du risque de cancer (Owen *et al.*, 2004).

Des études pour évaluer l'effet de l'huile d'olive et/ou de l'acide oléique sur les cellules cancéreuses colorectales ont constaté que l'huile d'olive induisent l'apoptose, la différenciation cellulaire et régulaient l'expression de la COX-2 (cyclooxygénase-2, type d'anti-inflammatoire non stéroïdien) et de la Bcl-2 (lymphome à cellules B 2), qui sont associées à l'inflammation et à l'apoptose (Llor *et al.*, 2003). Ils n'ont pas été démontrés que l'acide oléique a des effets directs sur COX-2 ou Bcl-2 dans cette étude. Par ailleurs, il a été démontré que l'acide oléique joue un rôle important de chimioprotection sur les lignées cellulaires du cancer du sein. Le traitement *in vitro* des cellules de cancer du sein par l'acide oléique a supprimé l'expression de l'oncogène Her-2/neu (Résultats pour l'IHC (Immunohistochemistry) : Un score de 0 ou +1 signifie que votre tumeur est HER2 négative) qui est surexprimé dans environ 20% des carcinomes du sein et qui code pour l'oncoprotéine p185 Her-2/neu qui contrôle, dans des conditions cellulaires normales, de nombreuses fonctions cellulaires telles que la différenciation, la prolifération et l'apoptose des cellules (Menendez *et al.*, 2005).

Les effets de l'acide oléique sur l'immunomodulation des maladies infectieuses sont beaucoup moins étudiés que ceux d'autres acides gras comme les AGPI (acides gras polyinsaturés). Pourtant, plusieurs études ont tenté d'élucider les bénéfices possibles de la consommation d'huile d'olive sur les maladies infectieuses (De Pablo *et al.*, 2002). On sait que les cytokines (des protéines de signalisation qui aident à contrôler l'inflammation dans l'organisme) libérées lors d'une réponse infectieuse ou inflammatoire, outre la modulation du système immunitaire, entraînent une augmentation de la lipolyse, de la gluconéogenèse, de la protéolyse musculaire et de la redistribution du zinc tissulaire afin de fournir des substrats aux cellules du système immunitaire et des acides aminés pour la synthèse des protéines de la phase aiguë. Cependant, bien que les réactions inflammatoires excessives puissent contribuer à l'élimination des agents pathogènes, elles peuvent également entraîner des lésions tissulaires importantes (Sales-Campos *et al.*, 2013).

En ce qui concerne les actions immunomodulatrices supposées des acides gras, certaines études ont examiné la réponse inflammatoire à l'administration de TNF (tumor necrosis factor) ou à l'endotoxine d'*Escherichia coli* chez des rats préalablement traités à l'huile d'olive ou au beurre (riche en acide oléique). Les résultats ont montré que, surtout dans les groupes traités à l'acide oléique, la teneur en zinc des tissus, la synthèse des protéines du foie et les niveaux de céruloplasmine sérique ont été supprimés (Sales-Campos et *al.*, 2013).

Conclusion

Conclusion

L'huile d'olive est très utilisée dans la région méditerranéenne pour ses propriétés organoleptiques, nutritionnelles et aussi thérapeutiques. Il est appelé aussi « l'Or Liquide » pour sa valeur incontestable.

Le travail que nous avons entrepris a pour objectif la description des principales substances bioactives de l'huile d'olive, ainsi que une exhibition de résultats des études qui ont été faites pour montrer les effets de ces dernières sur la santé humaine et la réduction des risques de certaines maladies.

L'huile d'olive est composée d'environ 99 % de matières grasses. Le 1 % restant constitue les composés mineurs : il s'agit essentiellement des polyphénols, phytostérols, de squalène et des tocophérols.

Les principales substances bioactives identifiées dans l'huile d'olive sont : l'Oleuropéine, l'Hydroxytyrosol, l'Oléocanthal, l'Oléacéine, les phytostérols, Squalène, Tocophérol et l'acide oléique.

Plusieurs résultats d'études ont montré l'effet protecteur des polyphénols et autres substances qui a été attribué à leurs propriétés antioxydantes, susceptibles de diminuer ou de prévenir des dommages oxydatifs moléculaires et cellulaires induisant diverses pathologies (cancers, diabète de type 2, maladies cardiovasculaires et neurodégénératives). Ce qui leur conférant des propriétés anti-athérogéniques, anti-inflammatoires, anti-thrombotiques, anti-carcinogènes et neuroprotectrices.

Comme perspectives et afin de compléter la présente étude, il est souhaitable de réaliser une étude sur les facteurs influençant la composition de l'huile d'olive en substances bioactives tels que la variété, le degré de maturité des olives, les types et les méthodes d'extraction ainsi que le mode de conservation de l'huile d'olive.

Références
Bibliothèques

Références bibliographiques :

A

Akl M.R et al. (2014) Olive phenolics as c-Met inhibitors: oleocanthal attenuates cell proliferation, invasiveness, and tumor growth in breast cancer models. PLOS ONE 9, e97622.

Ayoub N.M , Siddique A.B, Ebrahim H.Y, Mohyeldin M.M , El Sayed K.A. (2017 a). The olive oil phenolic (-)-Oleocanthal modulates estrogen receptor expression in luminal breast cancer in vitro and in viva and synergizes with tamoxifen treatment. European journal of pharmacology; 810 : 100-111.

Ayoub N.M, Siddique A.B, Ebrahim H.Y, Mohyeldin M.M, El Sayed K.A. (2017 b). The olive oil phenolic (-)-Oleocanthal modulates estrogen receptor expression in luminal breast cancer in vitro and in viva and synergizes with tamoxifen treatment. European journal of pharmacology; 810 : 100-111.

B

Beauchamp G.K et al. (2005) Phytochemistry: ibuprofen-like activity in extra-virgin olive oil. Nature; 437, 45–46.

Ben Temime S, Manai H, Methenni K, Baccouri B, Abaza L. (2008).Sterolic composition of Chetoui virgin Olive oil:Influence of geographical origin. Food Chemistry ;(10): 366-374.

Bendini A, Cerretani L, Carrasco-P A, Gómez-Caravaca A.M ,Segura-Carretero A , Fernández-Gutiérrez A, Lercker G.(2007).Phenolic Molecules in Virgin Olive Oils: a Survey of Their Sensory Properties, Health Effects, Antioxidant Activity and Analytical Methods. An Overview of the Last Decade;12: 1679-1719.

Benlemlih M et Ghanam J. (2010). Polyphénols aux actions antioxydantes, anti-inflammatoires, anticancéreuses, antvieillissement et protectrices cardio-vasculaires : POLYPHÉNOLS D'HUILE D'OLIVE, TRÉSORS SANTE ! , FranceR HENRI JOYEUX, page 52.

Ben Sassi A, Boularbah A, Jaouad A, Walker G. et Boussaid A. 2006. A comparison of olive oil mill wastewaters (OMW) from three different processes in Morocco. Process Biochemistry; 41, Issue 1, Pages 74-78.

Berr C, Portet F, Carriere I, Akbaraly T.N, Feart C, Gourlet V, Combe N, Barberger G.P, Ritchie K. (2009).Olive oil and cognition: Results from the three-city study. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders* ;28(4), 357-64.

Binet JL, Auquier A, Dighiero G, Chastang C, Piguet H, Goasguen J, et al. (1981). A New Prognostic Classification of Chronic Lymphocytic Leukemia Derived From a Multivariate Survival Analysis. *Cancer*; 48:198–206.

Bouakaz, I. (2006). Etude phytochimique de la plante *Genista Microcephala*. Mémoire de magister. Université de Hadj Lakhdar ;Algérie . p 81-90.

Burton G.W, et Ingold K.U. (1986). Vitamin E: application of the principles of physical organic chemistry to the exploration of its structure and function. *Accounts of chemical research*; 19(7), 194-201.

C

Cheeseman K.H et Slater T. F. (1993). An introduction to free radical biochemistry. *Br. Med. Bull*; 49 :481-493.

Chimi H .(2006). Technologies d'extraction de l'huile d'olive et gestion de sa qualité. *Bulletin mensuel d'information et de liaison de programme de transfert de tecknologie en Agriculture P1,4*.

Chimi H , Sadik A, Le Tutour B, Rahmani M. (1988). Contribution à l'étude comparative des pouvoirs antioxydants dans l'huile d'olive du tyrosol, de l'hydroxytyrosol, de l'acide caféique, de l'oleuropéine et du B.H.T; 35: 339-344.

COI (Conseil Oléicole International). Norme commerciale applicable aux huiles d'olive et aux huiles de grignons d'olive. COI/T.15/NC n° 3/Rév.16 Juin 2019.

Covas M.I, Nyssonen K, Poulsen H.E, Kaikkonen J, Zunft H.J, Kiesewetter H,et al.(2006). The effect of polyphenols in olive oil on heart disease risk factors: A randomized trial. *Annals of Internal Medicine*; 145(5):333.

Coni E, Di Benedetto R, Di Pasquale M. (2000). Protective effect of oleuropein, an olive oil biophenol, on low density lipoprotein oxidizability in rabbits. *Lipids* 35: 45–54.

Cuvelier C, Cabaraux J.F , Dufrasne I, Hornick J.L , Istasse L. (2004).Acides gras : nomenclature et sources alimentaires;148, 133-140.

Cuvelier C, Dotreppe O, Istasse L. (2003). Chimie, sources alimentaires et dosage de la vitamine E. Ann, Méd. Vét; 147 : 315-324.

D

Deiana M, Aruoma O.I, Bianchi M.L, Spencer J.P, Kaur H, Halliwell B, Aeschbach R, Banni S, Dessi M.A, Corongiu F.P . (1999). Inhibition of peroxynitrite dependent DNA base modification and tyrosine nitration by the extra virgin olive oil-derived antioxidant hydroxytyrosol; 26: 762769.

De Bock M, Derraik JG, Brennan CM, JB Biggs, Morgan PE, SC Hodgkinson, Hofman PL, Cutfield WS. (2013).Olive (*Olea europaea* L.) polyphénols de feuilles améliorent la sensibilité à l'insuline chez les hommes d'âge moyen en surpoids: une étude randomisée, contrôlée contre placebo, essai croisé. PLoS One; 8 (3): e57622.

De Lorgeril M, Renaud S, Mamelle N. (1994). Mediterranean alphinoleic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. Lancet; 343: 1454-9.

De Pablo M A, Puertollano M A, Álvarez de Cienfuegos G.(2002). Biological and clinical significance of lipids as modulators of immune system functions. Clin Diagn Lab Immunol; 9, 945-950

Deng, W, Chen Y , Sun X, Wang L. (2023). AODB : A comprehensive database for antioxydants including small molecules, peptides and proteins. Food Chemistry; 418, 135-992.

Desmier T. (2016). Les Antioxydants de nos jours : Définition et Applications. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Limoges. Faculté de Pharmacie, Limoges, 87p.

Dimitrios B. (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. Trends in Food Science & Technology; 17(9), 505-512.

Di Giovacchino L. (1991).L'extraction de l'huile des olives par les systèmes de pression,de la centrifugation et de la percolation : incidence des techniques d'extraction sur les Rendements en huile. Olivae; 36 :15-40.

E

Eckelkam S. (2020). What are bioactive compounds ? More than just antioxidants. The bioactive compounds in olive oil. Family Reserve Organic.

Evriley T.C. (2012). Le potentiel antioxydant de l'alimentation tel qu'estimé par le score ORA : une comparaison des apports des personnes âgées avec démence du type Alzheimer avec ceux des témoins sans problèmes cognitifs. Grade de M.SC en nutrition. Université de Montréal. Faculté de Médecine, Montréal; 164p.

F

Fedeli E. (1977). Lipids of olives. Progress in the chemistry of fats and other lipids; 15(1), 57-74.

Filipek A, Czerwińska ME, Kiss AK, Polański JA, Narusiewicz M (2017) Oleacein may inhibit destabilization of carotid plaques from hypertensive patients. Impact on high mobility group protein-1. Phytomedicine; 32 : 68–73.

Filipek A, Gierlikowska B. (2021). Oleacein may intensify the efflux of oxLDL from human macrophages by increasing the expression of the SRB1 receptor, as well as ABCA1 and ABCG1 transporters. Journal of functional food; 78 : 104373.

Filipek A, Czerwińska ME, Kiss AK, Wrzosek M, Narusiewicz M (2015) Oleacein enhances anti-inflammatory activity of human macrophages by increasing CD163 receptor expression. Phytomedicine; 22 : 1255–1261.

Fleming H.P, Walter W.M, Etchells J. L. (1973). Antimicrobial properties of oleuropein and products of its hydrolysis from green olives. Microbiol;26(5):777-782.

Francoise M, Andre D, Deglene-Benbrahim L , Ferrand C, Baccaunaud M, Fritsch P.(2004).Méthodes d'évaluation du potentiel antioxydant dans les aliments.Med Sci (Paris) 2004 ; 20 : 458–463.

G

Galli S.J, Zsebo K.M, Geissler E.N. (1994). The kit ligand, stem cell factor; 55: 1-96.

Gorzynik M , Paulina P , Francesco C , Alicja K , Antonella M , Narcyz K , Michal W, Magdalena G .(2018). Potential Health Benefits of Olive Oil and Plant.

Grigoriadou D, Androulaki A, Psomiadou E, Tsimidou M. Z. (2007). Solid phase extraction in the analysis of squalene and tocopherols in olive oil. *Food Chemistry*; 105(2), 675-680.

H

Hammadi CH.(2006).Transfert de technologie en agriculture, Technologie d'extraction de l'huile d'olive et gestion de qualité.DL;61/99.p2.

Haddam M, Chimi H, Amine A. (2014). Formulation d'une huile d'olive de bonne qualité. *OCL*; 21(5), D507.

Harrington C, Wischik C. (1994). Alzheimer's-disease-like changes in tau protein processing: association with aluminium accumulation in brains of renal dialysis patients. *The Lancet*; 343(8904): 993-997.

Halliwell B, Gutteridge J. (1992). Biologically relevant metal ion-dependent hydroxyl radical generation An update. *FEBS Letters*; 307(1): 108-112.

Haslam E. (1993). Polyphenol complexation. In: « Polyphenolic phenomena ». Ed. Scalbert A. INRA (Paris); Chap 2: 23–31.

Halliwell B. (1994). Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence. *Lancet (British edition)*; 344(8924), 721-724.

Hamden K, Allouche, N, Damak M, Elfeki A. (2009). Hypoglycemic and antioxidant effects of phenolic extracts and purified hydroxytyrosol from olive mill waste in vitro and in rats. *Chemico Biological Interactions*; 180(3):421-32.

Halliwell B, Aeschbach R, Löliger J, Aruoma O.I. (1995) The Characterization on Antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*; 33, 601-617.

Houel E. (2011). Etude de substances bioactives issues de la flore amazonienne. Thèse de doctorat en Chimie des Substances Naturelles. Université des Antilles et de Guyane. Faculté de chimie. Guyane, 285.

J

Jemai H, El Feki A, Sayadi S. (2009). Antidiabetic and antioxidant effects of hydroxytyrosol and oleuropein from olive leaves in alloxan-diabetic rats. *J. Agricultural and Food Chem*; 57(19):8798-804.

JH Jones P. (2014). Implementing phytosterols into medical practice as a cholesterol-lowering strategy: overview of efficacy, effectiveness and safety. *The Canadian Journal of Cardiology*.

Juneau M.MD.(2021). Les bénéfices de l'huile d'olive extra-vierge sur la santé cardiovasculaire.

K

Kamal-Eldin A et Andersson R. (1997). A multivariate study of the correlation between tocopherol content and fatty acid composition in vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*; 74(4), 375-380.

Kelly GS. (1999). Squalene and its potential clinical uses. *Altern. Med Rev* ; 4:29 -36.

Kiritsakis A et Markakis P. (1988). Olive Oil: A Review. In *Advances in Food Research*, (Elsevier); 453–482.

Kohno Y, Egawa Y, Itoh S, Nagaoka S, Takahashi M, Mukai K. (1995). Kinetic study of quenching reaction of singlet oxygen and scavenging reaction of free radical by squalene in n-butanol. *Biochim. Biophys. Acta*; 1256:52-6.

Koechlin-Ramonatxo C. (2006). Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydants ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. *Nutrition clinique et métabolisme*; 20(4), 165-177.

L

Latruffe N. (2017). Notion alimentation humaine-Les polyphénols de la vigne et du vin et leur intérêt nutritionnel.

Le Tutour B et Guedon D. (1992). Antioxidative activities of *Olea europaea* leaves and related phenolic compounds. *Phytochemistry*; 31 : 1173–1178.

Leverve X. (2009). Stress oxydant et antioxydants ? Oxydative, stress and antioxidants ?. *Cahier de nutrition et de diététique*; Volume (44), 219-224.

Le Galliard C. (2019). L'hydroxytyrosol : Coup de projecteur sur cet antioxydant méconnu et pourquoi on devrait en parler davantage !.

Llor X, Pons E, Roca A, Alvarez M, Mane J, FernandezBanares F, Gassull M A.(2003). The effects of fish oil, olive oil, oleic acid and linoleic acid on colorectal neoplastic processes. *Clin Nutr*; 22, 71-79.

Loubens A. (2015). L'huile d'olive contient un ingrédient capable de tuer les cellules cancéreuses en moins d'une heure. Technique de l'ingénieur.

M

Mann J, Davidson R.S, Hobbs J.B, Banthorpe D.V, Harborne J.B. (1994). Phenolics. In: Natural products: their chemistry and biological significance. B. Longman (London); Chap. 6: 361–388.

Manna C, Galletti P, Cucciolla V, Montedoro G.F, Zappia V. (1997 b). Olive oil hydroxytyrosol protects human erythrocytes against oxidative damages. J. Nutr. Biochem; 10: 159-165.

Machowez A, Poulsen H.E, Gruendel S, Weimann A, Fitó M, Marrugat J. (2007). Effect of olive oil on biomarkers of oxidative DNA stress in Northern and Southern Europeans; 21(1):45-52.

Manzi P, Panfili G, Esti M, Pizzoferrato L. (1998). Natural antioxidants in the unsaponifiable fraction of virgin olive oils from different cultivars. Journal of the Science of Food and Agriculture; 77(1), 115-120.

Miettinen Rojas gil A.P, Kodonis L, Loannidis A, Nomikos T, Dimopoulos L, Kosmidis G, Katsa M.E, Melliou E, Magoatis P. (2022). The effect of dietary intervention with high-oléocanthal and oleacein olive oil in patients with early-stage chronic lymphocytic leukemia : A pilot randomized trial. Frontiers in Oncology ; 11 : 810249.

Mika A, Minibayeva F, Beckett R, Lüthje S. (2004). Possible functions of extracellular peroxidases in stress-induced generation and detoxification of active oxygen species. Phytochemistry Reviews; 3(1-2), 173-193.

Mooren F. (2012). Encyclopédia of exercise medicine in health and disease. (1e éd., vol.1). Heidelberg : Springer Berlin. Polyphenols Medicine, Biology. International Journal of Molecular Sciences. 19(3), 686.

Montpellier C. (2019). L'huile d'olive : Intérêts alimentaire et cosmétique. Thèse de doctorat en pharmacie. Université d'Aix-Marseille. Faculté de pharmacie; Marseille, 55p.

Montserrat E, Bosch F, Rozman C. (1997). B- cell chronic lymphocytic leukemia : Recent progress in biology, diagnostic, and therapy. Annals of oncology ; S93- S101.

Montpellier, C. (2019). L'huile d'olive : Intérêts alimentaire et cosmétique. Thèse de doctorat en pharmacie. Université d'Aix-Marseille. Faculté de pharmacie, Marseille, 55p.

Montedoro G.F, Servili M, Baldioli M, Miniati E. (1992). Simple and hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil. 1. Their Extraction, Separation, and Quantitative and Semiquantitative Evaluation by HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 40: 1571–1576.

Menendez J A, Vellon, L, Colomer R, Lupu R.(2005).Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin) in breast cancer cells with Her-2/neu oncogene amplification. *Ann Oncol*;16, 359-371.

O

Ollivier D , Boubault E, Pinatel Ch, Souillol S, Guérère M, Artaud J. (2004). Analyse de la fraction phénolique des huiles d'olive vierges; 965 :169-196.

Oszmianski J, Wojdylo A, Lamer-Zarawska E, Swiader K. (2007). Antioxidant tannins from Rosaceae plant roots. *Food Chemistry*; 100: 579–583.

Ouaouiche A , Chimi H (2007) Recolte des olives .In : « Guide de production de l'huile d'olive » Ed: ONIDI ;p :13-29.

Owen RW, Haubner R, Wurtele G, Hull E , Spiegelhalder B, Bartsch H.(2004). Olives and olive oil in cancer prevention. *Eur J Cancer Prev*;13, 319-326.

Owen R.W, Giacosa A, Hull W.E, Haubner R , Würtele G, Spiegelhalder B,Bartsch H. (2000). Olive-oil consumption and health: the possible role of antioxidants. *The lancet oncology*;1(2), 107-112.

P

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

Piquet M.A , Hébuterne X. (2007). Nutrition en pathologie digestive. Doin; 16-20.

R

Rodrigues N, Casal S, Peres AM, Baptista P, Bento A, Martín H, Asensio-S-Manzanera, M.C, Pereira J.A. (2018). Effect of olive trees density on the quality and composition of olive oil from cv. Arbequina. *Sci. Hortic*;238 : 222–233.

Romaguera D. (2011). Mediterranean Diet and Type 2 Diabetes Risk in the European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition (EPIC) Study ;34(9): 1913–1918.

Rojas Gil A.P , Kodonis L, Loannidis A, Nomikos E, Melliou E, Magiatis P. (2021). The effect of dietary intervention with high-oleocanthal and oleacein olive oil in patients with early-stage chronic lymphocytic leukemia : Apilot randomized trial. Olive Oil Times;Volume 11.

S

Samaniego-Sánchez C, Quesada-Granados J. J, de la Serrana H.L.G , López-Martínez M. C. (2010). β -Carotene, squalene and waxes determined by chromatographic method in picual extra virgin olive oil obtained by a new cold extraction system. Journal of food composition and analysis; 23(7), 671-676.

Santos-Buelga C, Scalbert A. (2000). Proantocyanidins and tanninlike compounds-nature, occurrence dietary intake and effects on nutrition and health. Journal of the Science of Food and Agriculture; 80, 1094–1117.

Scalbert A, Johnson IT, Saltmarsh M. (2005). Polyphenols: Antioxidants and beyond. Elsevier; 81(1):215-217.

Schwartz H, Ollilainen V, Piironen V, Lampi A.M. (2008). Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. Journal of Food Composition and Analysis; 21(2), 152-161.

Scarmeas N, Stern Y, Tang M.X, Mayeux R, Luchsinger A. (2006). Mediterranean diet and risk for Alzheimer's disease .Annals of Neurology.J, A, 59 (6) ,912-21.

Servili M, Baldioli M, Selvaggini R, Macchioni A, Montedoro G. 1999. Phenolic compounds of olive fruit: one- and two-dimensional nuclear magnetic resonance characterization of Nüzhenide and its distribution in the constitutive parts of fruit. J. Agric. Food. Chem; 47: 12–18.

Sherwin E.R. (1976). Antioxidants for vegetable oils. Journal of the American Chemical Society; 53 p 430-436.

Sherwin E.R. (1976). Antioxidants for vegetable oils. Journal of the American Oil Chemists' Society; 53(6Part2), 430-436.

Smith TJ. (2000). Squalene: potential chemopreventive agent. Expert.Opin.Investig.Drugs ; 9:1841-8.

Subonja-Sonje M, Gia cometti J, Abram M. (2011). Anitioxydants and antilisterial activity of olive oil, cocoa and rorsmary extract polyphenols. Food Chimistry;127,1821-1827.

T

TA Vanhanen H. (1994). Serum concentration and metabolism of cholesterol during rapeseed oil and squalene feeding. *Am J Clin.Nutr*; 59:356-63.

Torres de Pinedo A, Peñalver P, Morales J.C. (2007). Synthesis and evaluation of new phenolic-based antioxidants: Structure -activity relationship.*food chemistry*; 103(1), 55.

Tremblin G ,Marouf A. (2022). « Les petits cahiers de biologie végétale appliquée » L'OLIVIER *Olea europaea*; Cairn Sciences ISBN 9782987527282, Pages 32-33.

Truswell A S, Choudhury N. (1998). Monoun-saturated oils do not all have the same effect on plasma cholesterol. *Eur J Clin Nutr*, 52 : 312-5.

Trichopoulou A, Dilis V. (2007). Olive oil and longevity.*Molecular Nutrition and Food Research*.51(10):1275-8.

Tallah N et Privée C.(2023). Pourquoi l'huile d'olive est excellente pour la santé.

U

Uzzan A. (1994).Olive et huile d'olive. In : *Manuel des Corps Gras*.ed. Paris : Lavoisier Tec & Doc;1 :221-228.

V

Vlahov G, Schiavone C, Simone N.(1999). Triacylglycerols of the olive fruit (*Olea Europaea*): Characterization of mesocarp and seed triacylglycerol in different cultivars by liquid chromatography and ¹³C NMR spectroscopy. *Fett/Liquid*; 146- 150 p

Visioli F, Galli C. (1994). Oleuropein Protects Low-Density-Lipoprotein from Oxidation. *Life Sci*; 55: 1965–1971.

Visioli F, Caruso D, Galli C, Sala A. (2000). Olive oils rich in natural catecholic phenols decrease isoprostane excretion in humans. *Biochem Biophys. Res. Commun*; 278: 797–799.

Visioli F, Vinceri F.F , Galli C. (1995 b). Waste waters from olive oil production are rich in natural antioxidants;51: 32-34.

Visioli F, Bellomo G , Montedoro G, Galli C. (1995 a). Low density lipoprotein oxidation is inhibited in vitro by olive oil constituents;117: 25-32.

Visioli F, Vinceri F.F, Galli C. (1995). 'Waste waters' from olive oil production are rich in natural antioxidants. *Experientia*; 51(1):32-4.

Vierhuis E, Servili M, Baldioli M, Schols H.A, Voragen A.G.J, Montedoro G.F. (2001). Effect of enzyme treatment during mechanical extraction of olive oil on phenolic compounds and polysaccharides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 49 : 1218–1223.

W

Wani T.A, Masoodi F.A, Gani A, Nabi Baba W, Rahmanian N, Akhter R, Wani I.A, Mudasir A. (2018). Olive oil and its principal bioactive compound: Hydroxytyrosol – A review of the recent literature. *Trends in Food Science & Technology*; 77 : 77-90.

Wang L, Yen J.H, Liang H.L, Wu M.J. (2003). Antioxidant effect of methanol extracts from lotus plumule and blossom (*Nelumbo nucifera* Gertn.). *Journal of food and drug Analysis*; 11(1), 60-66.

Watterson J.J, Butler L.G. (1983). Occurrence of an unusual leucoanthocyanidin and absence of proanthocyanidins in sorghum leaves. *J Agr Food Chem*; 31: 41–45.

Weil J.P. (2005). *Biochimie générale*. Edition ;Masson, pp : 273.

Y

Yangui T, Dhouib A, Rhouma A, Sayadi S. (2009). Potential of hydroxytyrosol-rich composition from olive mill wastewater as a natural disinfectant and its effect on seeds vigour response. *Food Chemistry*; 117(1).

Z

Zhang X, Chen F, Wang M. (2014). *Bioactive Substances of Animal Origin*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 10 : 1-21.

Résumé

L'huile d'olive est un produit à base de matière grasse végétale extraite du fruit de l'olivier (*Olea europaea L*), largement reconnu pour ses effets bénéfiques sur la santé humaine en raison de son importance nutritionnelle et thérapeutique.

Ce travail a pour objectif de montrer les substances bioactives contenues dans l'huile d'olive et leur effet sur la santé. Les polyphénols (tels que l'hydroxytyrosol, l'oléocanthal, l'oleuropéine) en outre, les phytostérols, les tocophérols et l'acide oléique sont des substances bioactives de l'huile d'olive. Les résultats de plusieurs études qui ont été menées pour prouver leur capacité de diminuer ou prévenir l'apparition de certaines maladies ont montré que la présence de ses substances puissantes antioxydantes aide à prévenir de nombreuses maladies: cardiovasculaires, inflammatoires, cancéreuses et à réduire le taux de mauvais cholestérol dans le sang.

Mots clés: Huile d'olive, substances bioactives, polyphénols, antioxydants.

Abstract

Olive oil is a vegetable fat-based product extracted from the fruit of the olive tree (*Olea europaea L*), widely recognized for its beneficial effects on human health due to its nutritional and therapeutic importance.

This work aims to show the bioactive substances contained in olive oil and their effect on health. Polyphenols (such as hydroxytyrosol, oleocanthal, oleuropein) as well as phytosterols, tocopherols and oleic acid are bioactive substances in olive oil. The results of several studies that have been carried out to prove their ability to reduce or prevent certain diseases, have shown that the presence of its powerful antioxidant substances helps to prevent many diseases: cardiovascular, inflammatory, cancerous and to reduce the bad cholesterol levels in the blood.

Key words: Olive oil, bioactive substances, polyphenols, antioxidants.

المخلص

زيت الزيتون هو منتج قائم على دهون نباتية يتم استخراجه من ثمار شجرة الزيتون (*Olea europaea L*)، والمعروف على نطاق واسع بآثاره المفيدة على صحة الإنسان نظرًا لأهميته الغذائية والعلاجية. يهدف هذا العمل إلى التعرف على المواد النشطة بيولوجيا الموجودة في زيت الزيتون وتأثيرها على الصحة. البوليفينول (مثل هيدروكسي إيروسول، أوليوكانثال، الأوليوروبين) بالإضافة إلى فيتوستيرول، توكوفيرول وحمض الأوليك هي مواد نشطة بيولوجيًا في زيت الزيتون، ونتائج العديد من الدراسات التي أجريت لإثبات قدرتها على تقليل أو منع ظهور بعض الأمراض، فقد أظهرت أن وجود المواد المضادة للأكسدة القوية بها يساعد على الوقاية من العديد من الأمراض: أمراض القلب والأوعية الدموية والالتهابات والسرطانية وتقليل مستوى الكوليسترول السيئ في الدم.

الكلمات المفتاحية: زيت الزيتون، المواد النشطة بيولوجيا، البوليفينول، مضادات الأكسدة.