

N° Réf :

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire préparé En vue de l'obtention du diplôme de **Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Thème :

Les activités biologiques d'une plante médicinale : *Olea europaea* L.

Présenté par :

- BOUHALLOUFA Ahlam
- ZENTOUT Amina

Devant le jury composé de :

Présidente :	M ^{me} AMARI SALIMA	MAA
Examinatrice :	M ^{me} BENMIRA SELMA ELBATOUL	MCB
Promotrice :	M ^{me} GHOUD AGENA	MCB

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la patience afin d'accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

*Nous exprimons nos grands remerciements et notre profonde reconnaissance à **Dr. GHOUTAGENA**. pour avoir encadré et dirigé ce travail depuis les premiers instants.*

*Nos remerciements s'adressent également aux membres de jury **Dr. Amari.S.** et **Dr. Benmira.S.** qui ont accepté d'évaluer et de juger notre travail.*

Un grand Merci à tout ce qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Ahlam et Amina



Dédicaces

A ceux qui m'ont donné sans rien en retour,

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans mes moments les plus difficiles,

Et ceux à qui je dois tant

*A mes chers parents **Mouhammed** et **Yakout** pour leur amour et leur support continu,*

Je vous dois tous mes succès, tous mes bonheurs et toutes mes joies.

Je suis très heureuse et fière de votre présence à mes côtés.



A mes grandes parentes

A mes chères sœurs : Sara, Hayat, Souad, Chaima, Hadjer, et Mariem

pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A tout ma famille



A tous les enseignants qui ont contribué à ma formation

A Tous mes amis

A mon encadrant Ghout Agha

A toute personne qui m'a aidé d'un mot, d'une idée ou d'un encouragement,

je dis merci

Une spéciale dédicace à ma magnifique copine et merveilleuse binôme qui compte énormément pour moi

♥ Amina ♥

♥ Ahlam ♥



Dédicaces

Avec l'aide de DIEU, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à :

Mes chers parents Abdallah et Wanassa pour leurs soutien, leur aide, leur patience et surtout pour leur amour, qui m'ont toujours encouragé et souhaité la réussite ; que DIEU vous protège et vous prête une longue et heureuse vie.

♥ *A mes très chers frères et leurs femmes et enfants* ♥

♥ *À ma sœur unique Meriem et leurs enfants* ♥

♥ *A ma grand-mère Fatma que Dieu le protège* ♥

♥ *A mon fiancé Alla Eddine* ♥

A toute la famille : Zentout

Mes dédicaces ne seront pas complètes sans cité mes amies

A toute les étudiants de ma promotion de biochimie appliquée (2022)

A tous ceux qui me sont chers

A mon encadrant Ghout Agha

Une spéciale dédicace à ma magnifique copine et merveilleuse binôme qui compte énormément pour moi

♥ *Ahlam* ♥

♥ *Amina* ♥

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre I : Généralités sur les métabolites secondaires des plantes médicinales

I.1. Définition des plantes médicinales 4

I.2. Phytothérapie 4

I.2.1. Phytothérapie traditionnelle 4

I.2.2. Phytothérapie clinique..... 4

I.3. Métabolites des plantes médicinales..... 5

I.3.1. Métabolites secondaire..... 5

I.3.1.1. Composés Phénolique 5

a) Biosynthèse des composés phénoliques..... 6

b) Rôle des Composés Phénoliques 8

c) Classification des composés phénoliques 9

I.3.1.1.1. Acides phénoliques 10

I.3.1.1.2. Flavonoïdes..... 11

a) Structure chimique et classification 12

b) Propriétés biologiques des flavonoïdes 14

I.3.1.1.3. Coumarines..... 14

a) Structure chimique et classification 15

b) Propriétés biologiques des coumarines	15
I.3.1.1.4. Tanins	16
a) Structure et classification	16
b) Propriétés biologiques des tanins	18
I.3.1.2. Tèrpenoïdes	19
a) Classification et structures	20
b) Huiles essentielles	24
c) Biosynthèse des Terpénoïdes	24
d) Propriété des terpènes	27
e) Rôles des terpènes	27
I.3.1.3. Alcaloïdes	28
a) Biosynthèse des alcaloïdes	29
b) Distribution et localisation	29
c) Classification des alcaloïdes	30
I.4. Mode de préparation des plantes médicinales	32
I.4.1. Décoction	32
I.4.2. Macérations	32
I.4.3. L'infusion	33
I.4.4. Cataplasme	34
I.5. Forme d'emploi des plantes médicinales	34
I.5.1. Tisanes	35
I.5.2. Teinture	35
I.5.3. Sirops	35
I.5.4. Lotions et Compresses	35
I.5.5. Gélules et Poudres	35
I.5.6. Onguents	36

I.5.7. Crèmes	36
I.5.8. Bains.....	36
I.5.9. Huile et concentré d'huile de plantes	36
I.5.10. Inhalations et fumigations.....	37
I.5.11. Gargarismes et bains de bouche.....	37
I.6. Utilisation des plantes médicinales.....	37
I.6.1. Utilisation en médecine.....	37
I.6.2. Utilisation Pharmaceutique	38
I.6.3. Utilisation cosmétique.....	38
I.6.4. Utilisation alimentaire.....	38
 <i>Chapitre II : Aperçu bibliographique sur Olea Europaea L.</i>	
II. Généralités sur L'olivier : répartition et habitat.....	40
II.1. Historique de l'olivier.....	40
II.2. Systématiques	41
II.3. Définition et Description botanique	42
II.3.1. Olivier cultivé " <i>Olea europaea sativa</i> "	42
II.3.1.1. Définition	42
II.3.1.2. Caractéristique morphologique	43
II.3.1.2.1. Système aérienne	43
II.3.1.2.2. Système racinaire.....	45
II.3.2. Olivier sauvage " <i>Olea europaea sylvestris</i> "	46
II.3.2.1. Définition	46
II.3.2.2. Caractéristique morphologique	47
II.4. Répartition géographique	48
II.4.1. Dans le monde	48
II.4.2. En Algérie	49

II.5. Exigences d'olivier	50
II.5.1. Exigences climatiques.....	50
II.5.2. Exigences pédologiques.....	51
II.6. Composition Chimiques des feuilles d'<i>Olea europaea</i> L	52
II.6.1. Composition chimique globale	52
II.6.2. Composition en acides aminées et en minéraux	52
II.6.3. Composition des feuilles d'olivier en composés phénoliques	53
II.6.3.1. L'oleuropéine	54
II.7. Utilisation des feuilles d'olivier	55
II.8. Huile d'olive.....	57
II.8.1. Définition de l'huile d'olive	57
II.8.2. Classification de l'huile d'olive	58
II.8.2.1. Huile d'olive vierge extra.....	58
II.8.2.2. Huile d'olive vierge.....	58
II.8.2.3. Huile d'olive vierge lampante	58
II.8.2.4. Huile d'olive vierge courante.....	58
II.8.3. Composition chimique de l'huile d'olive	58
II.8.3.1. Fraction saponifiable	59
II.8.3.1.1. Acides gras	59
II.8.3.1.2. Triglycérides.....	60
II.8.3.2. Fractions insaponifiables.....	61
II.8.3.2.1. Stérols	61
II.8.3.2.2. Alcools.....	62
II.8.3.2.3. Pigments	63
II.8.3.2.4. Composés hydrocarbures et aromatique.....	63
II.8.3.2.5. Tocophérols	63

II.8.3.2.6. Composés phénoliques	64
II.8.3.2.7. Composés volatils.....	65
II.9. Utilisations des huiles d'olives	65
II.9.1. Domaine Alimentaire.....	65
II.9.2. Domaine Thérapeutique.....	66
II.9.3. Domaine Cosmétique.....	66
II.9.4. Autre Utilisation d'huile d'olive.....	67
 <i>Chapitre III : Les activités biologiques de Olea europaea L.</i> 	
III.1. Activités anti-oxydantes	69
III.1.1. Mode d'évaluation de l'activité antioxydants.....	71
III.1.1.1. Test de réduction du radical stable DPPH• : (Test DPPH)	71
III.1.1.2. Test de réduction d'un complexe ferrique : (Test FRAP)	72
III.1.1.3. Test du blanchissement du β -carotène	72
III.1.1.4. Test de réduction du radical-cation ABTS•+ (Test TEAC)	72
III.1.1.5. Test de capture des radicaux peroxydes : (Test ORAC)	73
III.2. Activité anti-inflammatoire	73
III.3. Activité hypotensives	74
III.4. Activité hypoglycémiantes.....	74
III.5. Activité anti-cancéreuse	74
III.6. Activités hypocholestérolémiantes	75
III.7. Activité anti-thrombotique, anti-ischémique et vasculotrope.....	77
III.8. Activités antimicrobiennes	78
Conclusion.....	82
Références bibliographiques	84
Résumé	

Liste des abréviations

AACT :	Acétoacétyl-CoA thiolase.
AAPH :	Hydrochlorure de 2, 2'-azobis (2-amidinopropane).
ABTS :	Acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique).
ADN :	Acide désoxyribonucléique.
AG :	Acides gras.
AGS :	Acides gras saturés.
ALAT :	Alanine aminotransférase.
ARN :	Acide ribonucléique.
ASAT :	Aspartate aminotransférase.
C10H16 :	Monoterpènes.
C14 :	Acide myristique.
C15H24 :	Sesquiterpènes.
C16 :	Acide palmitique.
C16:1n:	Acide palmitoléique.
C17:1n-8:	Acide héptadécénoïque.
C17:	Acide heptadécanoïque.
C18:	Acide stéarique.
C18:1n-9:	Acide oléique.
C18:2n-6:	Acide linoléique.
C18:3n-3:	Acide linolénique.
C20:	Acide gadoléique.
C20:1n-9:	Acide arachidique.
C22 :	Acide béhénique.
C22 :	Docosanol.
C24 :	Acide lignocérique.
C24 :	Tetracosanol.
C26 :	Hexacosanol.
C40H64 :	Tétraterpènes.
C5H8 :	Isoprène.
CAD :	Cinnamyl alcool déhydrogénase.
CAT :	Catalase.

CCR :	Cinnamate CoA réductase.
CCR :	Cinnamoyl-CoA reductase.
CHI :	Chalcone flavanone isomérase.
CHS :	Chalcone synthase.
CK-MB :	Créatine phosphokinase-MB.
CPK :	Créatine phosphokinase.
CRP:	Olymerase chain reaction.
DMAPP:	Dimethylallyl diphosphate.
DNID :	Diabète non insulino-dépendant.
DPPH :	Radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.
DXR :	Doxorubicine.
EVOO :	Huile d'olive extra vierge.
FAO :	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
Fe²⁺ :	Fer ferreux.
Fe³⁺ :	Fer ferrique.
FPP:	Farnésyl diphosphate.
FRAP:	Ferric ion reducing antioxydant power.
GGPP:	Géranyl géranyl diphosphate.
GPP:	Géranyl diphosphate.
HDL :	Lipoprotéine de haute densité.
HDL-c:	High-density lipoprotein cholesterol.
HHDP:	Acide hyxahydroxydiphénique
HMG-CoA:	3-hydroxy-3-méthylglutaryl-CoA.
HMG-S:	HMG-CoA synthase.
HT:	Hydroxytyrosol pur
IA :	Indice d'athérosclérose.
IL-6 :	Interleukine-6.
IL-8 :	Interleukine-6.
IPP :	Isopentenyl diphosphate.
K₃Fe (CN) 6 :	Ferricyanure de potassium.
LDH :	Lactate déshydrogénase
LDL :	Lipoprotéines de basse densité.
LDL-c:	Low-density lipoprotein cholesterol.
MEP :	Voie du 2-C-méthyl-D-érythritol phosphate.

MK:	Mévalonate kinase.
MUFA:	Acides gras mono-insaturés.
MVA :	Voie du mévalonate.
NAFLD :	Non-Alcoholic Fatty Liver Disease.
OH :	Groupement hydroxyle.
OL :	Oleuropéine.
OLL :	Diolinoléyloléine.
OLO :	Dioléyllinololéine.
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé.
OOO :	Trioléine.
ORAC :	Oxygen radical absorbance capacity.
PAI-1 :	Inhibiteur des activateurs du plasminogène de type 1.
PAL :	Phénylalanine ammonialyase.
PCM :	Mévalonate-5-phosphate kinase.
PEP :	Phosphoénolpyruvate.
PH :	Potentiel hydrogène.
PLL :	Diolinoléylpalmitine.
PLO :	Linoléyloléylpalmitine.
POLn :	Palmitoléylinolényl.
POO :	Dioléylpalmitine.
PPO :	Oléyldiopalmitine.
PT :	Rényltransférases.
RCT :	Transport inverse du cholestérol.
ROS:	Reactive oxygen species.
SOD:	Superoxyde dismutase.
SOO:	Dioléylstéarine.
TAL:	Tyrosine ammonialyase.
TC:	Total cholesterol.
TEAC:	Trolox Equivalent Antioxydant Capacity
TG:	Triglycerides.
TNF-α:	Tumor Necrosis Factor α .
TR :	Transférases.
UV :	Ultra-Violet Visible.
VIH :	Virus de l'immunodéficience humaine.

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	Voies de biosynthèse des principaux groupes de composés phénoliques.	8
Figure 2	Structures chimiques des acides hydroxybenzoïques.	10
Figure 3	Structures chimiques des acides hydroxycinnamiques.	11
Figure 4	Structure de base des flavonoïdes.	12
Figure 5	Différentes classes des flavonoïdes.	14
Figure 6	Structure de coumarine.	15
Figure 7	Modèle de structure branchée des tannins condensés.	17
Figure 8	Exemple des différents types des tannins condensés.	17
Figure 9	Structure des tanins hydrolysables.	18
Figure 10	Structure de deux unités de base des tanins hydrolysables.	18
Figure 11	Classification des terpénoïdes, Formules brutes correspondant aux formes hydrocarbonés linéaires possédant un nombre d'insaturation égal au nombre d'unités isoprènes plus 1.	20
Figure 12	Exemples de quelques monoterpène.	21
Figure 13	Sesquiterpènes à chaîne ouverte, monocycliques et bicycliques.	22
Figure 14	Exemples de quelques diterpène.	22
Figure 15	Exemples des quelques triterpènes.	23
Figure 16	Exemple des quelques tétraterpènes.	24
Figure 17	Etapes enzymatiques des voies MEP et MVA dans la synthèse d'IPP et de DMAPP.	25
Figure 18	Biosynthèse de différentes classes de terpènes de l'IPP et du DMAPP.	26
Figure 19	Rôle des terpènes dans la protection des plantes.	28

Figure 20	Quelques séries d’alcaloïdes et leur acide aminé de départ.	31
Figure 21	Décoction des tiges et feuilles.	32
Figure 22	Préparation des macérât.	33
Figure 23	Infusion des feuilles.	33
Figure 24	Cataplasme.	34
Figure 25	Arbre de l'olivier cultivé.	42
Figure 26	Tronc de l'olivier cultivé.	43
Figure 27	Fleur d’olivier cultivé.	43
Figure 28	Feuille de l'olivier cultivé.	44
Figure 29	Fruit d’Oliver cultivé.	44
Figure 30	Sol profond permettant le développement du système racinaire jusqu’à 1 m de profondeur.	46
Figure 31	Arbre de l'olivier sauvage.	47
Figure 32	Feuille d’olivier sauvage.	47
Figure 33	Fleur d’olivier sauvage.	48
Figure 34	Fruit d’olivier sauvage.	48
Figure 35	Structure chimique des quelques composés phénoliques identifiés dans les feuilles d’olivier.	55
Figure 36	Principaux stérols de l’huile d’olive.	62

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Différentes classes des composés phénoliques.	9
Tableau 2	Classification botanique d' <i>Olea europaea</i> L.	42
Tableau 3	Composition en acides aminées des feuilles d' <i>Olea europaea</i> L. (exprimé en g par Kg d'azote total).	53
Tableau 4	Composition en minéraux des feuilles d' <i>Olea europaea</i> L (exprimé en g par Kg de matière sèche).	53
Tableau 5	Quelques utilisations des feuilles d' <i>Olea europaea</i> L.	57
Tableau 6	Principaux constituants de l'huile d'olive.	59
Tableau 7	Composition en acides gras d'une huile d'olive.	60

Introduction

Introduction

Depuis l'antiquité, les plantes médicinales constituent une source majeure pour le traitement de nombreuses maladies humaines à travers le monde (**El Khasmi et Farh, 2022**). Malgré les grandes avancées de la science et de la médecine moderne au cours de ces dernières décennies, l'utilisation des plantes médicinales a conservé une large place du fait de leur efficacité dans diverses procédures thérapeutiques (**Lazli et al., 2019**).

La phytothérapie représente un domaine important de la médecine traditionnelle en Algérie. Elle est choisie par une grande proportion de la population algérienne, particulièrement rurale, pour le traitement de plusieurs pathologies physiologiques, affections mentales et sociales (anxiété et dépression) (**Hamlaoui et al., 2021**).

Les plantes médicinales constituent la source majeure de médicaments grâce à la richesse de ce qu'on appelle le métabolisme secondaire (**Addab et al., 2020**), qui généralement regroupe dans les grandes familles chimiques telles que les polyphénols, les terpénoïdes et les alcaloïdes (**Ouedraogo et al., 2021**). Beaucoup de plantes médicinales ont été étudiées pour de nouveaux médicaments ou des modèles pour le développement de nouveaux agents thérapeutiques et parmi ces plantes, *Olea europaea* L. (**Hamlaoui et al., 2021**).

Olea europaea L. constitue une entité indissociable des peuples méditerranéens (**Addab et al., 2020**), qui comprend l'olivier sauvage et l'olivier cultivé (**Zerrouh et al., 2017**). Cet arbre appartient à la grande famille des oleaceae (**Addab et al., 2020**). *Olea europaea* L. constitue une essence fruitière principale, tant par le nombre de variétés cultivées que par l'importance sociale et économique de sa culture et de son rôle environnemental. L'olivier présente une remarquable rusticité et une plasticité lui permettant de produire dans des conditions difficiles (adaptation à une large gamme de sol et une insuffisance de l'irrigation) (**Slahi et al., 2021**), qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les composés phénoliques, notamment l'oleuropéine. Ces composés possèdent, entre autres, des pouvoirs antioxydants, anticancéreux, antimicrobiens...etc (**Addab et al., 2020**). Leur répartition qualitative et quantitative diffère selon les espèces, les organes, les tissus et les stades physiologiques. Ils se présentent sous différentes structures chimiques, qui permet à l'être humain d'en faire usage dans des domaines aussi variés que l'agroalimentaire et la pharmacologie et d'autres utilisations médicinales (**Mouzaoui et al., 2014 ; Slahi et al., 2021**).

D'ailleurs le texte coranique fait allusion à *Olea europaea* L :

قال الله تعالى في كتابه الكريم: {اللَّهُ نُورُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ مِثْلُ نُورِهِ كَمِشْكَاةٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَارَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ} [النور: 35]

صدق الله العظيم

L'usage traditionnel des plantes médicinales constitue la base de la médecine tant préventive que curative des populations, l'enquête ethnobotanique sert de trait d'union entre les deux médecines aussi bien traditionnelles que conventionnelle (Hamlaoui *et al.*, 2021).

Notre travail consiste à étudier les plantes médicinales et leur métabolites secondaire et mettre en valeur les activités thérapeutiques d'*olea europaea*L, et ce à travers l'analyse des données bibliographiques publiées dans ce contexte : documents, travaux, et articles de recherche scientifique effectuées par nombreux chercheurs à travers le monde. Pour cela, nous avons structuré ce mémoire en trois chapitres :

- ✓ Dans le premier chapitre nous avons abordé des généralités sur le les métabolites secondaires, phytothérapies, Mode de préparation, Forme d'emploi et Utilisation des plantes médicinales.
- ✓ Le deuxième chapitre présente une Aperçu bibliographique sur le genre *europaea* comme sources de molécules bioactives, sa composition chimique, ses principales propriétés thérapeutiques.
- ✓ Le dernier chapitre, est consacré sur les activités biologiques d'*Olea europaea* L. Nous achevons ce manuscrit, par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I

Généralités sur les métabolites secondaires des plantes médicinales

I.1. Définition des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont toutes plantes utilisées pour prévenir, soigner ou soulager divers maux. Ce sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Environ 35000 espèces sont utilisées dans le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne (**Ouedraogo et al., 2021**).

Les plantes fournissent un effet thérapeutique souhaitable avec un risque réduit de complications iatrogènes, tels que des effets secondaires souvent associés aux médicaments conventionnels. Le traitement combiné de plantes médicinales et de drogues synthétiques peut réduire certains effets indésirables de médicaments très puissants (**Iwu, 2002**).

I.2. Phytothérapie

Ce mot vient du grec phuton qui signifie «plante» et therapeia qui signifie «traitement». C'est donc une technique de soins qu'utilisent les plantes pour venir à bout des causes et symptômes de diverses maladies. C'est l'une des plus anciennes thérapeutiques (**Castagna et al., 2022**). On distingue deux types de phytothérapies :

I.2.1. Phytothérapie traditionnelle

C'est une thérapie de substitution qui a pour but de traiter les symptômes d'une affection. Ses origines peuvent parfois être très anciennes et elle se base sur l'utilisation de plantes selon les vertus découvertes empiriquement. Elles concernent notamment les pathologies saisonnières depuis les troubles psychosomatiques légers jusqu'aux symptômes hépatobiliaires, en passant par les atteintes digestives ou dermatologiques (**Bruno, 2013**).

I.2.2. Phytothérapie clinique

C'est une approche globale du patient et de son environnement est nécessaire pour déterminer le traitement, ainsi qu'un examen clinique complet. Son mode d'action est basé sur un traitement à long terme agissant sur le système neuro-végétatif. Dans ce type les indications sont liées à une thérapie de complémentarité. Elles viennent compléter ou renforcer l'efficacité d'un traitement allopathique classique pour certaines pathologies (**Durrafourd et lapraz, 2002**).

I.3. Métabolites des plantes médicinales

Une des originalités majeures des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protides, lipides et acides nucléiques), ils accumulent fréquemment des métabolites dits «secondaires» dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représentent une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi différents que la pharmacologie ou l'agroalimentaire (**Macheix et al., 2005**).

I.3.1. Métabolites secondaire

Le métabolisme secondaire se définit comme l'ensemble des voies de synthèse de la plante non communes à toutes les plantes supérieures, se différenciant en fonction de leurs appartenances taxonomiques. Les composés issus de ce métabolisme, contrairement à ceux issus du métabolisme primaire, ne sont pas considérés comme des nutriments pour les insectes et les autres organismes vivants en général (**Sauvion et al., 2013**). D'autre part, les métabolites secondaires ont une répartition limitée, dans la plante elle-même comme parmi les différentes espèces de végétaux. Beaucoup fonctionnent comme signaux chimiques permettant à la plante de répondre aux contraintes de l'environnement. D'autres interviennent pour défendre leur producteur contre les herbivores, les pathogènes (organismes responsables de maladies) ou les compétiteurs. Certains assurent une protection contre les radiations solaires et d'autres encore facilitent la dispersion du pollen et des graines. Comme on l'a signalé, les métabolites secondaires ne sont pas également répartis au sein de la plante. Ils sont typiquement produits dans un organe, tissu ou type cellulaire spécifique à des stades particuliers du développement (par exemple durant le développement de la fleur, du fruit, de la graine ou de la plantule). Les métabolites secondaires sont produits à différents endroits de la cellule et emmagasinés surtout dans les vacuoles. Ils sont souvent synthétisés dans une partie de la plante et stockés dans une autre. En outre, leur concentration dans la plante varie souvent dans de grandes proportions au cours d'une période de 24 heures (**Berthet et al., 2007**). Les trois classes principales de métabolites secondaires chez les plantes sont les alcaloïdes, les terpénoïdes et les substances phénoliques (**Jain, 2015**).

I.3.1.1. Composés Phénolique

Tous les composés phénoliques peuvent être considérés comme des paramètres importants des qualités organoleptiques (couleur, saveur, arôme) et nutritionnelles des produits alimentaires d'origine végétale. De multiples facteurs d'ordre génétique, moléculaire, physiologique et environnemental, déterminent les teneurs et la spécificité d'accumulation des

composés phénoliques chez les végétaux. De plus, toutes les techniques de conservation et de transformation qui perturbent l'intégrité cellulaire peuvent conduire à d'importants changements dans l'équipement phénolique avec apparition de brunissements. Actuellement, l'utilisation des composés phénoliques en tant qu'antioxydants naturels dans l'alimentation est en cours de développement, en relation avec la prévention de certains cancers et maladies cardio-vasculaires (**Fleuriet et al., 1996**).

Les substances phénoliques englobent une vaste gamme de composés possédant tous un groupement hydroxyle (-OH) attaché à un cycle aromatique (un anneau de six carbones avec trois doubles liaisons) (**Berthet et al., 2007**). Les polyphénols regroupent un vaste ensemble de plus de 8 000 molécules, divisées en une dizaine de classes chimiques (**Hennebelle et al., 2004**), allant de molécules simples telles que les acides phénoliques à des substances hautement polymérisées telles que les tanins (**Dai et Mumper, 2010**). Ils sont présents dans presque toutes les plantes et l'on sait qu'ils s'accumulent dans toutes les parties de l'organisme (racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits) (**Berthet et al., 2007**). Sont des constituants répandus des aliments végétaux (fruits, légumes, céréales, olive, légumineuses, chocolat, etc.) et des boissons (thé, café, etc.) (**Dai et Mumper, 2010**).

a) Biosynthèse des composés phénoliques

La biosynthèse de nombreux composés phénoliques (**Figure 1**) débute au niveau des acides aminés aromatiques, phénylalanine, tyrosine et tryptophane. Ces acides aminés aromatiques sont, quant à eux synthétisés à partir du phosphoénolpyruvate et de l'érythrose-4-phosphate au cours d'une succession de réactions appelée voie de l'acide shikimique. Cette voie est commune aux bactéries aux champignons et aux plantes, mais est absente chez les animaux. La phénylalanine et le tryptophane font donc partie des dix acides aminés qui sont considérés comme étant essentiels chez les animaux (y compris les humains) et qui y constituent la source principale de tous les composés aromatiques (**Hopkins, 2003**).

La synthèse des acides aminés aromatiques commence donc par la condensation d'une molécule d'érythrose-4-phosphate, qui est produit par la voie respiratoire des pentoses phosphates, avec une molécule de phosphoénolpyruvate (PEP) qui provient de la glycolyse. Le glucide à 7 atomes de carbone qui en résulte subit ensuite une cyclisation puis une réduction qui forme du shikimate d'où la dénomination de la voie. Le chorismate est situé à la bifurcation des voies qui conduisent à la production de phénylalanine d'une part et de tryptophane d'autre part (**Hopkins, 2003**).

La synthèse de la plupart des composés secondaires phénoliques commence par la désamination de la phénylalanine en acide cinnamique. L'enzyme responsable de cette réaction, la phénylalanine ammonia lyase (PAL), est une enzyme clé puisqu'elle contrôle effectivement l'orientation du carbone vers la production de composés phénoliques plutôt que vers la production de métabolites primaires comme les protéines. Une voie alternative, la désamination de la tyrosine en acide p-coumarique semble être principalement, sinon totalement, limitée aux graminées. Cette importance de la PAL est confortée par plusieurs observations. Par exemple l'activité de PAL est stimulée par les radiations rouges ou ultra violettes, qui toutes deux stimulent également la production de divers flavonoïdes. De même, lorsque la teneur en une phytoalexine, la glycéoline, augmente suite à une inoculation de plants de soja par un champignon, l'activité de la PAL augmente parallèlement (**Hopkins, 2003**).

L'acide cinnamique est rapidement transformé en acide p-coumarique par l'addition d'un radical hydroxyle. L'addition séquentielle de radicaux hydroxyle et méthoxy donne naissance respectivement aux acides caféique et férulique. Aucun de ces quatre composés simples ne s'accumule en quantités importantes. Leur fonction principale serait de servir de précurseurs à des dérivés plus complexes comme les coumarines, les lignines, les tanins, les flavonoïdes et isoflavonoïdes (**Hopkins, 2003**).

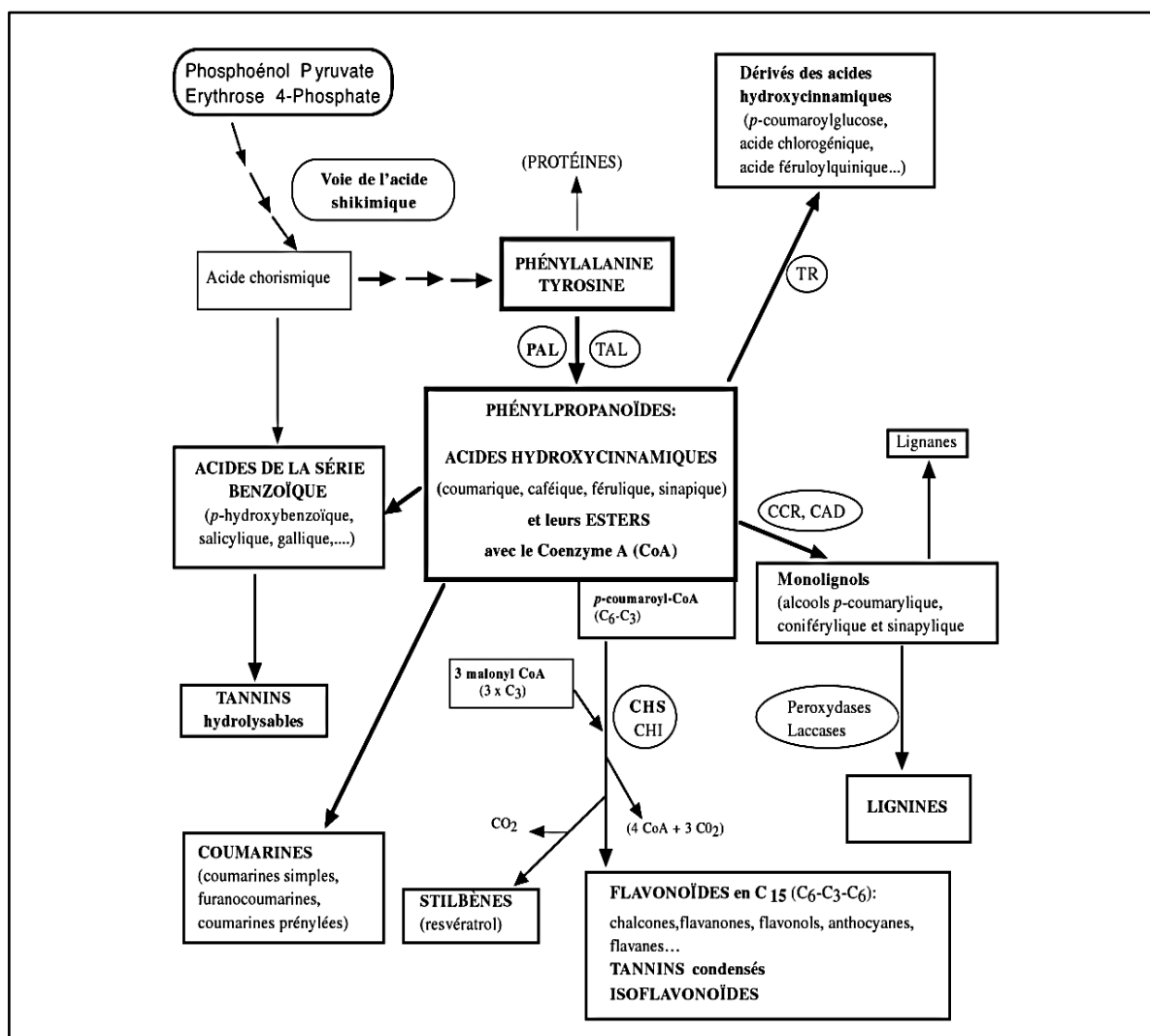


Figure 1 : Voies de biosynthèse des principaux groupes de composés phénoliques (**Macheix et al., 2005**). (PAL : Phénylalanine ammonialyase, TAL : Tyrosine ammonialyase, CCR : cinnamate CoA réductase, CAD : cinnamyl alcool déhydrogénase, CHS : Chalcone synthase, CHI : Chalcone flavanone isomérase, CCR : cinnamoyl-CoA reductase, TR : transférase).

b) Rôle des Composés Phénoliques

Le rôle des composés phénoliques est maintenant reconnu dans différents aspects de la vie de la plante et dans l'utilisation que fait l'homme des végétaux. Ils peuvent en effet intervenir (**Macheix et al., 2005**):

- dans certains aspects de la physiologie de la plante (lignification, régulation de la croissance, interactions moléculaires avec certains microorganismes symbiotiques ou parasites...).

- dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique (relations avec les bactéries, les champignons, les insectes, résistance aux UV), soit directement dans la nature soit lors de la conservation après récolte de certains végétaux.
- Dans les critères de qualité (couleur, astringence, amertume, qualités nutritionnelles...) qui orientent les choix de l'homme dans sa consommation des organes végétaux (fruits, légumes, tubercules...) et des produits qui en dérivent par transformation.
- Dans les variations de certaines caractéristiques des végétaux lors des traitements technologiques (préparation des jus de fruits, des boissons fermentées...) pendant lesquels apparaissent fréquemment des brunissements enzymatiques qui modifient la qualité du produit fini.
- dans la protection de l'homme vis-à-vis de certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydants.

c) Classification des composés phénoliques

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes (**Tableau 1**) qui se différencient d'abord par la complexité du squelette de base (allant d'un simple C6 à des formes très polymérisées), ensuite par le degré de modifications de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation...), enfin par les liaisons possibles de ces molécules de bases avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines, autres métabolites secondaires pouvant être ou non des composés phénoliques...) (**Macheix et al., 2005**). Les principaux groupes de polyphénols sont : comprennent les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins et les coumarines (**Dai et Mumper, 2010**).

Tableau 1 : Différentes classes des composés phénoliques (**Macheix et al., 2005**).

Squelette Carboné	Classe	Exemple	Origine (exemple)
C6	Phénols simples	Catéchol	
C6-C1	Acides hydroxybenzoïques	p-hydroxybenzoïque	Epices, fraise
C6-C3	Acides hydroxycinnamiques	Acides caféique, férulique	Pomme de terre, pomme
	Coumarines	Scopolétine, esculétine	Citrus
C6-C4	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C6-C2-C6	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
C6-C3-C6	Flavonoïdes		
	• Flavonols	Kaempférol, quercétine	Fruits, légumes, fleurs
	• Anthocyanes	Cyanidine, pélargonidine	Fleurs, fruits rouges
	• flavanols	Catéchine, épicatechine	Pomme, raisin
	• Flavanones	Naringénine	Citrus
	Isoflavonoïdes	Diadzéine	Soja, pois
(C6-C3) ₂	Lignanes	Pinorésinol	Pin
(C6-C3) _n	Lignines		Bois, noyau des fruits
(C15) _n	Tannins		Raisin rouge, kaki

I.3.1.1.1. Acides phénoliques

Le terme d'acide-phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. La pratique courante en phytochimie conduit à réserver l'emploi de cette dénomination aux seuls dérivés des acides benzoïque et cinnamique (**Bruneton, 2009**).

➤ Acides hydroxybenzoïques

Les acides hydroxybenzoïques sont dérivés de l'acide benzoïque (**Macheix et al., 2005**). Présentent une structure en C6-C1 (**Figure 2**)(**Sabra et al., 2021**), composée d'un noyau benzénique sur lequel vient s'attacher une chaîne aliphatique à un carbone (**Chira et al., 2008**). Sont très communs aussi bien sous forme libre que combinés à l'état d'ester ou d'hétéroside (acides benzoïque, p-hydroxybenzoïque, salicylique, vanillique, syringique, gentisique, vératrique, gallique, protocatéchique) (**Bruneton, 2009**).

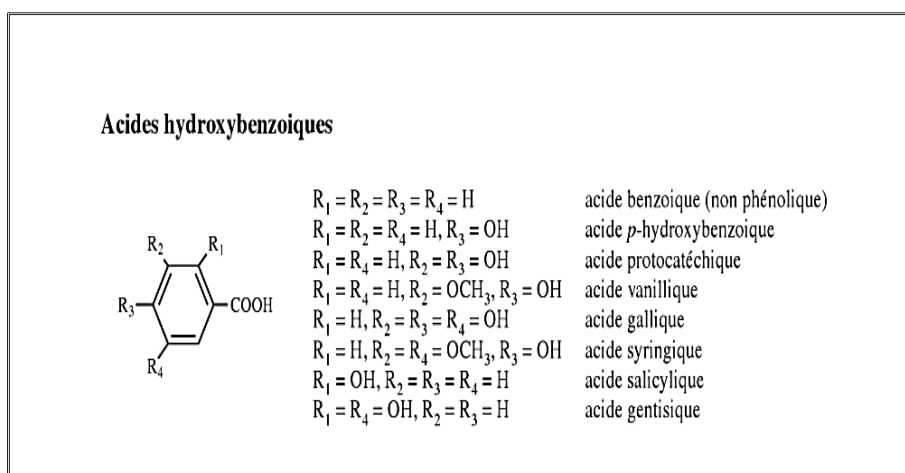


Figure 2 : Structures chimiques des acides hydroxybenzoïques (**Clodoveo et al., 2022 ; Macheix et al., 2005**).

➤ Acides hydroxycinnamiques

L'acide cinnamique est un composé C6-C3 (**Figure 3**)(**Sabra et al., 2021**). Sont les plus nombreux des métabolites de l'acide schikimique (**Bruneton, 2009**). Produit par une désamination de la phénylalanine catalysée par la phénylalanine ammonia-lyase, l'acide paracoumarique (p-coumarique) est alors produit par l'hydroxylation de l'acide cinnamique. L'acide cinnamique et les acides hydroxycinnamiques sont aussi désignés sous le terme de phénylpropanoïdes. Leur squelette de base est un noyau benzénique avec une chaîne aliphatique à 3 carbones, avec un ou plusieurs groupements hydroxyles souvent estérifiés en ester d'alcool aliphatique. Les acides hydroxycinnamiques communs sont les acides caféique, p-coumarique,

férulique et sinapique. Ils sont produits par des séries d'hydroxylation et de méthylation et ils s'accumulent souvent sous forme d'esters d'acide tartrique : acides coutarique, caftarique et fertarique, esters respectifs des acides p-coumarique, férulique et sinapique (**Chira et al., 2008**). L'acide cinnamique ont une distribution quasi universelle et peuvent exister à l'état libre ou combinés (esters, amides, glucosides) (**Bruneton, 2009**).

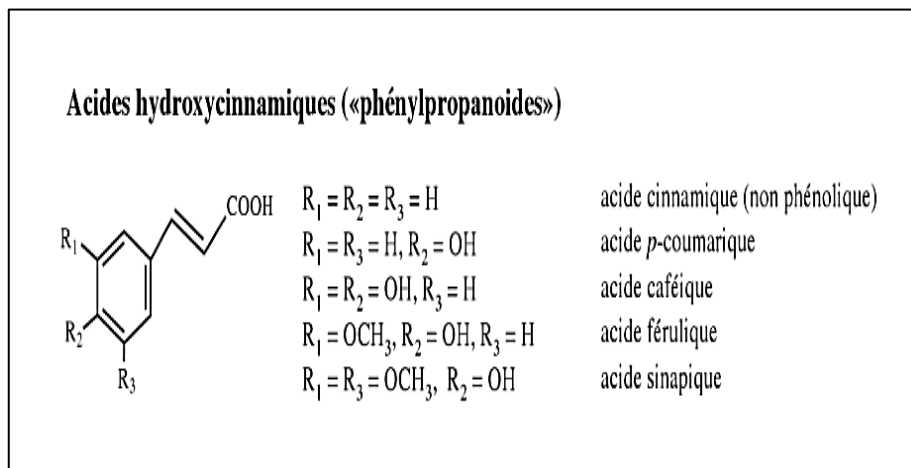


Figure 3 : Structures chimiques des acides hydroxycinnamiques (**Clodoveo et al., 2022** ;**Macheix et al., 2005**).

I.3.1.1.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes tirent leur nom de la flavone (du latin flavus, jaune) (**Dangles, 1994**). Sont les composés polyphénoliques les plus abondants contenus dans les végétaux (**Stoclet et Schini-Kerth, 2011**) constituent un groupe de plus de 6 000 composés naturels qui sont quasiment universels chez les plantes vasculaires. Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux dans les fruits, les légumes et les boissons (**Ghedira, 2005**). Les flavonoïdes sont des pigments solubles dans l'eau, présents dans les vacuoles (**Berthet et al, 2007**) peuvent se présenter sous forme d'aglycones ou génines (entités dépourvues de reste osidique) ou d'hétérosides (portant un ou plusieurs résidus osidiques) (**Ghedira, 2005**) les pigments floraux agissent comme signaux visuels pour attirer les pollinisateurs, oiseaux et abeilles. Les flavonoïdes interviennent également dans les interactions entre les plantes et d'autres organismes tels que les bactéries symbiotiques vivant dans les racines de plantes, ainsi que les bactéries pathogènes, peuvent aussi assurer une protection à l'égard des radiations ultraviolettes (**Berthet et al., 2007**).

a) Structure chimique et classification

Les flavonoïdes sont caractérisés par une structure chimique de phénylbenzopyrane (**Pereira et al., 2009**). La structure de base des flavonoïdes est le noyau flavan (**Dai et Mumper, 2010**), formés par un squelette de base à 15 atomes de carbones ayant une structure commune en C6-C3-C6 (**Antoniou et Hull., 2021**), comprend de deux cycles aromatiques (A et B) porteurs de plusieurs fonctions phénol et réunis par une chaîne de trois atomes de carbone formant un hétérocycle oxygéné (c) (**Figure 4**)(**Stoclet et Schini-Kerth, 2011**).

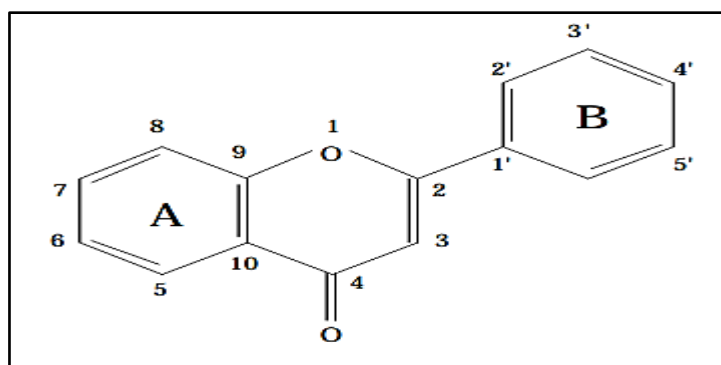


Figure 4: Structure de base des flavonoïdes (**bennaghmouch et al., 2002**).

Tous les flavonoïdes dérivent de l'enchaînement benzopyrone et peuvent être classés selon la nature des différents substituants présents sur les cycles de la molécule et du degré de saturation du squelette benzopyrone (**Ghedira, 2005**). Il existe plusieurs groupes de flavonoïdes (**Figure 5**), dont les principaux sont les : flavones, isoflavones, flavonols, flavanones, flavanols, et les anthocyanes (**Antoniou et Hull., 2021**).

➤ Flavones

Les flavones possèdent également la structure de base C6-C3-C6 (**Collin et Crouzet, 2011**). Les flavones ont une double liaison entre C2 et C3 et sont les flavonoïdes les moins courants. Le persil et le céleri représentent les seules sources comestibles importantes de flavones (**D'archivio et al., 2007**).

➤ Isoflavones

Les isoflavones sont contenues presque exclusivement dans les plantes légumineuses. Le soja et ses produits transformés représentent la principale source d'isoflavones et contiennent les trois principales molécules (génistéine, daidzéine et glycitéine) qui se présentent sous forme d'aglycones (**D'archivio et al., 2007**), ou beaucoup plus rarement à l'état d'hétéroside (O-hétérosides, exceptionnellement C-hétérosides) (**Bruneton, 2009**). Les isoflavones sont sensibles

à la chaleur et sont souvent hydrolysées en glycosides lors de la transformation et du stockage industriels, comme la production de lait de soja (**D'archivio et al., 2007**).

➤ **Flavonols**

Les flavonols sont des composés flavonoïdes largement répandus (**chira et al., 2008**). Les flavonols ont une double liaison entre C2 et C3, avec un groupe hydroxyle en position C3 (**D'archivio et al., 2007**). Les flavonols se caractérisent par un hétérocycle oxygéné relativement oxydé. Ils existent principalement sous des formes glycosylées (glucose, xylose, arabinose, galactose, rhamnose) (**Collin et Crouzet, 2011**). Les principales sources de flavonols sont les oignons, le choufrisé, le brocoli et les myrtilles (**D'archivio et al., 2007**).

➤ **Flavanones**

Les flavanones sont caractérisées par la présence d'une chaîne saturée à trois carbones et d'un atome d'oxygène dans le C4 (**D'archivio et al., 2007**). Les flavanones sont des flavonoïdes spécifiquement présents, et en quantité importante, dans les agrumes (**Morand, 2014**), mais on les trouve également dans les tomates et certaines plantes aromatiques comme la menthe (**D'archivio et al., 2007**). Ces composés étant surtout abondants dans les parties solides du fruit, leurs teneurs sont nettement plus élevées dans les fruits que dans les jus (**Morand, 2014**).

➤ **Flavanols**

Les flavanols contiennent une chaîne saturée à trois carbones avec un groupe hydroxyle en C3. Ils existent à la fois sous forme monomère et sous forme polymère (catéchines et proanthocyanidines respectivement) (**D'archivio et al., 2007**). Ils sont présents dans la plupart des fruits, et particulièrement abondants dans le Cacao, chocolat et le thé (**Morand, 2014**).

➤ **Anthocyanes**

Les anthocyanes ou anthocyanosides sont des pigments végétaux hydrosolubles de couleur rouge, violette, rose, ou bleu. Ils sont caractérisés par une génine comportant un noyau flavylium (ou 2-phénylbenzopyroxonium). Les anthocyanes sont très répandus dans le règne végétal sous forme d'hétérosides (anthocyanosides). On les trouve dans de nombreuses fleurs, fruits murs, parfois feuilles, auxquels ils confèrent leur couleur (**Gazengel et Orecchioni, 2013**). Les aglycones d'anthocyanes les plus courantes sont la pélagonidine, la cyanidine, la delphinidine, la péonidine, la pétunidine, et la malvidine ; ils forment des conjugués avec des sucres et des acides organiques pour générer de nombreuses molécules d'anthocyanes présentes dans les aliments (**Morand, 2014**).

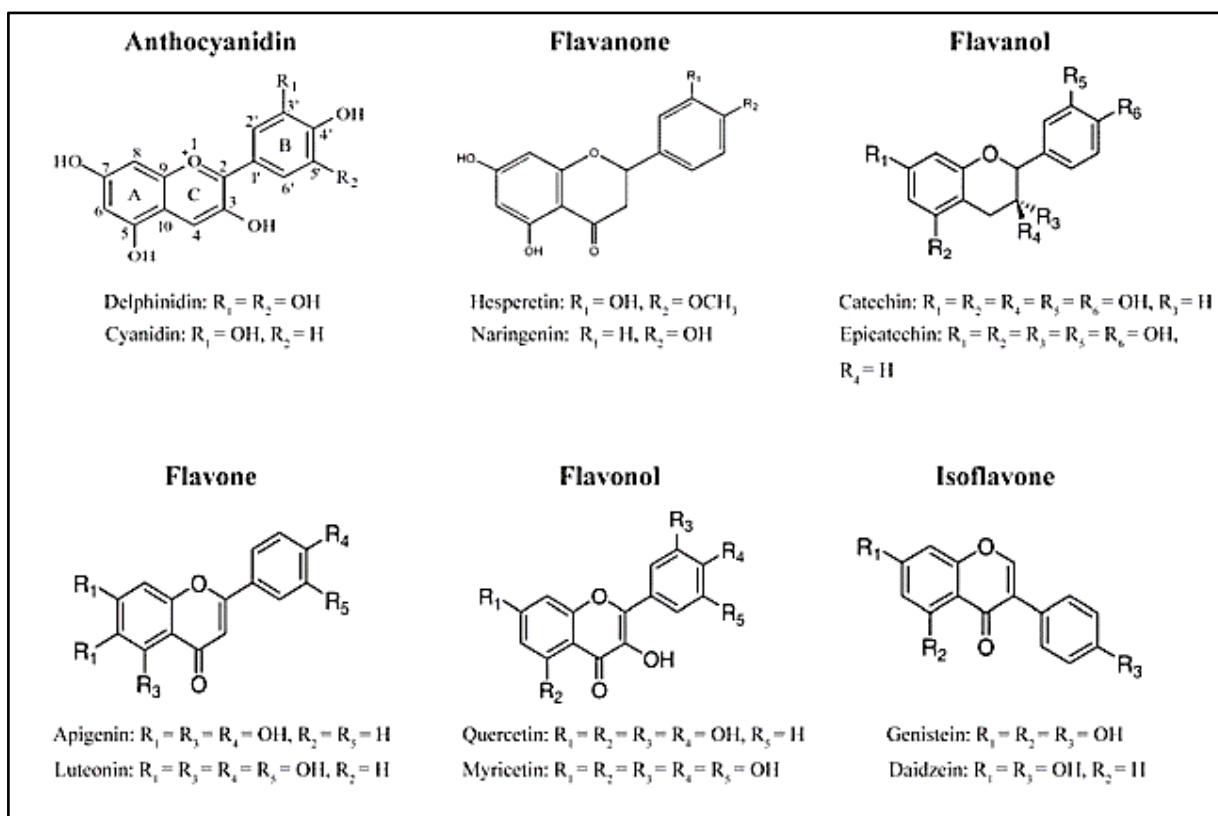


Figure 5 : Différentes classes des flavonoïdes (Clodoveo *et al.*, 2022; Dai et Mumper, 2010).

b) Propriétés biologiques des flavonoïdes

Les plantes à flavonoïdes ont des propriétés biologiques très importantes et très vastes on distingue (Ngene *et al.*, 2015) (Pereira *et al.*, 2009) :

- Propriétés antioxydants et piègeurs de radicaux libres.
- Propriétés antihépatotoxiques.
- Propriétés antiallergiques.
- Activité anti-inflammatoire.
- Propriété antimicrobienne.

I.3.1.1.3. Coumarines

Les coumarines sont des métabolites secondaires aromatiques, à noyau benzo- α -pyrone, appartenant à la famille des composés phénoliques (Adou *et al.*, 2019). Les coumarines tirent leur nom de « coumarou », nom vernaculaire de la fève tonka (*Dipeteryx odorata walld.*, fabaceae) d'où fut isolée, en 1820, la coumarine. Les coumarines sont des 2H-1-benzopyran-2-ones que l'on peut considérer, en première approximation, comme étant les lactones des acides 2-hydroxy- α -cinnamiques (Bruneton, 2009). Plus de 1300 coumarines ont été identifiées dans les plantes (Adou *et al.*, 2019). Elles sont produites en grande quantité en réponse à une attaque biotique ou abiotique et semblent constituer un moyen de défense de type phytoalexique (Collin

et Crouzet, 2011). Les coumarines sont connues pour leurs nombreuses utilisations en industries cosmétique, pharmaceutique et agrochimique. Selon des approches chimiotaxonomiques, elles sont notablement présentes dans les tissus de plantes appartenant principalement aux familles botaniques Fabaceae (Adou *et al.*, 2019), Astéraceae et, surtout, Apiaceae et rutaceae chez lesquelles sont rencontrées les molécules les plus complexes (Bruneton, 2009).

a) Structure chimique et classification

Les coumarines ont une structure de base (C6-C3) (Figure 06) dérivant des acides orthohydrocinnamiques (Collin et Crouzet, 2011). Les coumarines constituent une grande classe d'hétérocycle et présentent toutes une structure composée d'un cycle benzène et d'un noyau lactone (benzo- α -pyrone) formant alors un noyau coumarine simple (Adou *et al.*, 2019).

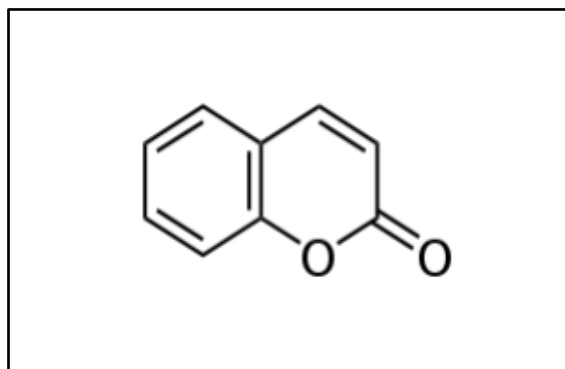


Figure 6 : Structure de coumarine (Venugopala *et al.*, 2013).

Les coumarines naturelles sont principalement classées en six types en fonction de la structure chimique des composés : coumarines simples, furanocoumarines, pyranocoumarines, dicoumarines, dihydrofuranocoumarines, et phenyl coumarines (Jebir et Mustafa, 2021).

b) Propriétés biologiques des coumarines

Les coumarines possèdent diverses propriétés biologiques notamment (Adou *et al.*, 2019) (Bakouan *et al.*, 2021):

- Propriétés Antioxydants.
- Propriétés antimicrobienne.
- Propriétés antivirale.
- Propriétés anti-inflammatoire.
- Propriétés antidiabétique.
- Propriétés antibactériens.
- Propriétés anticoagulants.

- Propriétés antifongiques.
- Propriétés anticancéreux.

I.3.1.1.4. Tanins

Le nom «tanin» est dérivé du français «tanin» (tanin substance) est utilisé pour une gamme de polyphénols naturels (**Khanbabaee, 2001**). Les tanins Ce sont des substances d'origine végétale non azotée, de structure polyphénolique, solubles dans l'eau, l'alcool, l'acétone, peu soluble dans l'éther (**Ghestem et al, 2001**). De saveur astringente et ayant la propriété commune de tanner la peau en la rendant imputrescible et imperméable en se fixant sur les protéines et ce sont capables de tanner les peaux d'animaux pour former cuir, ayant une masse molaire allant jusqu'à 20000Da (**Macheix et al., 2005**) avec un poids moléculaire généralement compris entre 500 et 3000 Da plante (**Makkar, 2003**). Les tanins communs aux vasculaires existent principalement dans les tissus ligneux, mais peuvent également être trouvés dans les feuilles, les fleurs ou les graines, les tissus riches en tanin ont un goût très amer et sont évités par la plupart des mangeoires (**Frutos, 2002**).

a) Structure et classification

Il y a deux types de tanins ; les tanins hydrolysables sont les tanins galliques et tanins ellagiques (les acides sont acide gallique et acide ellagique) (**Collin et Crouzet, 2011**). Les tanins condensés sont non hydrolysables ou tanins catéchiques (**Roux, 2007**).

➤ Tannins condensés

Les tannins condensés sont des oligomères ou des polymères de flavane-3-ols (éventuellement de flavane-3,4-diols) dérivés de la (+)-catéchine ou de ses nombreux isomères. Contrairement aux tannins hydrolysables (**Figure 7, 8**)(**Wollgast et Anklam, 2000**), ils sont résistants à l'hydrolyse et seules des attaques chimiques fortes permettent de les dégrader. Ainsi, par traitement acide à chaud, ils se transforment en pigments rouges et pour cette raison, les formes dimères et oligomères sont dénommées «proanthocyanidines». Les proanthocyanidines dimères présentent déjà une affinité pour les protéines et des propriétés tannantes mais ces deux paramètres augmentent avec la taille moléculaire des polymères qui sont formés par adjonction de nouveaux monomères aux dimères initiaux. L'enchaînement des différentes unités constitutives se fait soit de manière linéaire grâce à des liaisons C-C soit par des ramifications grâce à des liaisons C-O-C conduisant à des structures de plus en plus complexes qui restent cependant solubles Dans l'eau des vacuoles (**Macheix et al., 2005**).

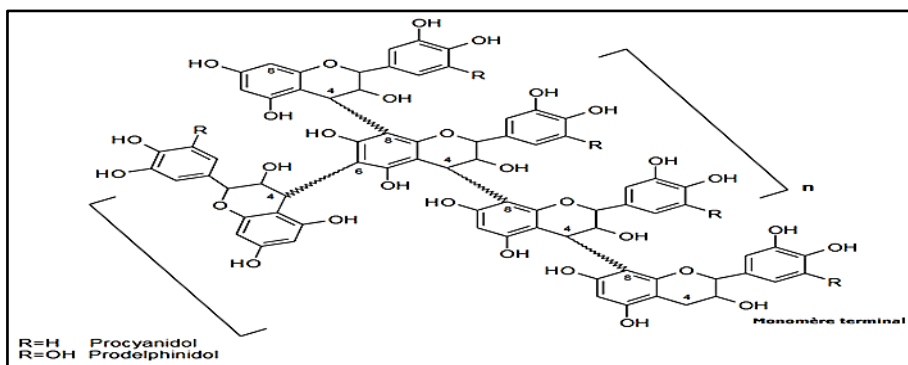


Figure 7 : Modèle de structure branchée des tannins condensés (Sereme *et al.*, 2008).

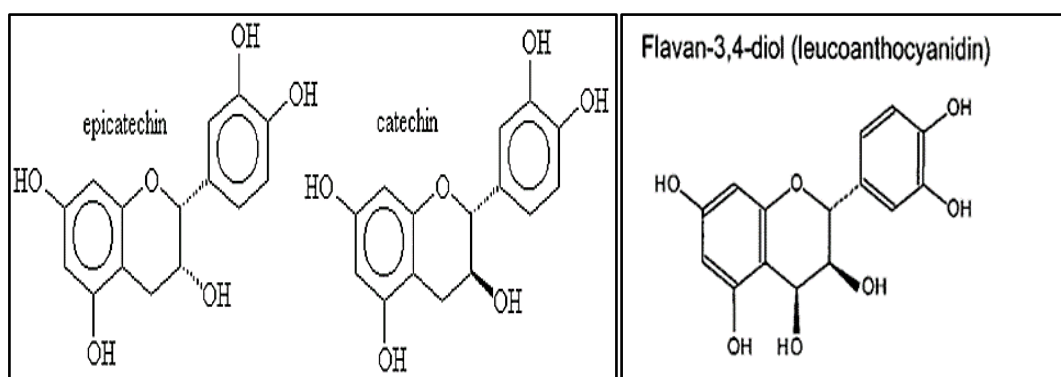


Figure 8: Exemple des différents types de tannins condensés (McMahon *et al.*, 2000).

➤ Tannins hydrolysables

Ils sont abondants chez les Dicotylédones et certains arbres en sont des sources industrielles : tannins de chêne, de châtaignier, tannin de Chine ou de Turquie extraits respectivement d'un arbuste du genre *Rhus* ou de *Quercus tinctoria*. Ils sont d'abord caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique (alcaline ou acide) ou enzymatique. Ils libèrent alors une partie non phénolique (souvent du glucose ou de l'acide quinique) et une partie phénolique qui peut être soit de l'acide gallique (cas des gallotannins comme le tannin de Chine, quelquefois appelé «acide tannique») soit un dimère de ce même acide, l'acide ellagique (cas des tannins ellagiques ou ellagitannins comme ceux du châtaignier). Une forme simple de tannins hydrolysables est le penta-galloylglucose, molécule très réactive qui est à l'origine de la plupart des formes complexes, par exemple la castalagine chez le châtaignier, ou le chêne (Figure 9, 10)(Macheix *et al.*, 2005).

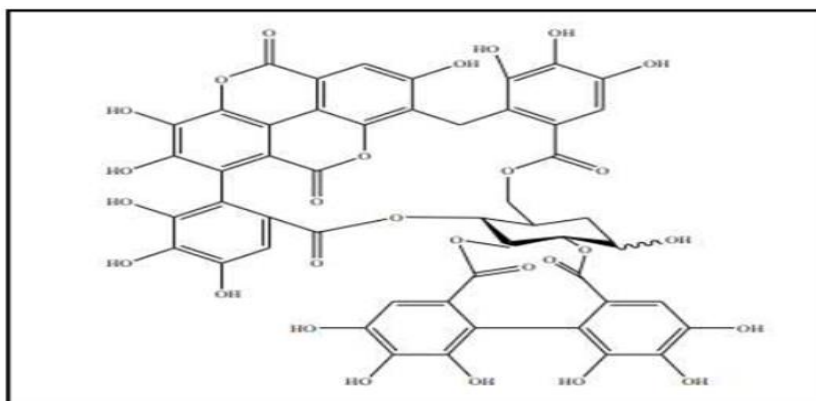


Figure 9 : Structure des tanins hydrolysables (Jarrige et Ruckebusch, 1995).

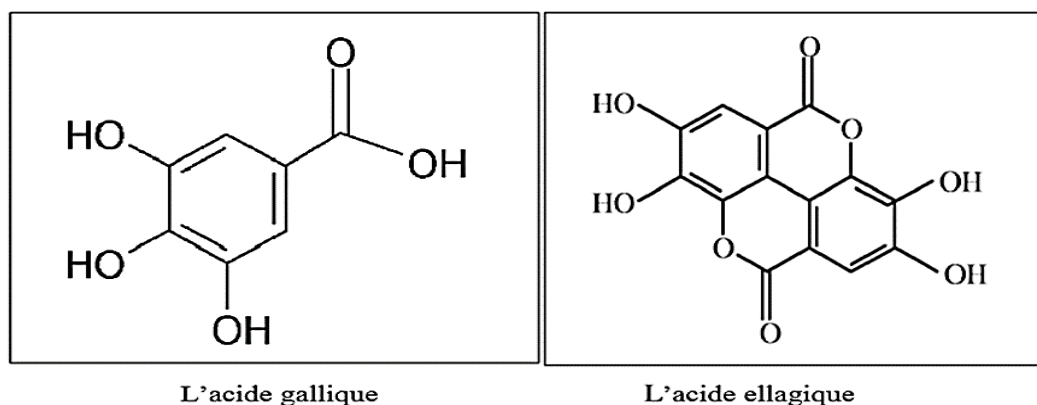


Figure 10 : Structure de deux unités de base des tanins hydrolysables (McMahon *et al.*, 2000).

b) Propriétés biologiques des tanins

La plupart des propriétés biologiques des tanins sont liées au pouvoir qu'ils ont de former des complexes avec les macromolécules, en particulier avec les protéines (enzymes digestives et autres, protéines fongiques ou virales). Il en est de même des problèmes qu'ils peuvent poser dans l'industrie agroalimentaire (trouble dans les bières), ou en agriculture (formation des acides humiques, valeur nutritive des fourrages).

- Dans des conditions non oxydantes et au pH physiologique, la complexation par liaisons hydrogène et par interactions hydrophobes est réversible. Le mécanisme de cette complexation semble être un phénomène de surface, non spécifique. Les tanins forment une couche moins hydrophile que la protéine elle-même à la surface de celle-ci, ce qui entraîne la précipitation ; ils établissent en plus (en solution protéique concentrée) des liaisons entre les molécules protéiques. L'affinité des tanins pour les protéines est d'autant plus marquée que celles-ci sont riches en proline et de conformation flexible (protéines salivaires, collagène). Cette affinité est étroitement dépendante de la masse moléculaire, elle est maximale pour le pentagalloylglucose et ses

oligomères. La formation de liaisons biphényles (HHDP) diminue la mobilité conformationnelle de la molécule, ce qui réduit son affinité pour les protéines (**Bruneton, 2009**).

- Les tanins jouent le rôle d'astringent à l'extérieur, anti diarrhéique à l'intérieur (ralentit le péristaltisme intestinal), action antiseptique, vasoconstricteur de petits vaisseaux (hémorroïdes, blessures superficielles), anti-inflammatoire dans les cas de brûlures, cholagogue notamment l'acide gallique et l'acide chlorogénique. En industrie, les tannins jouent un rôle très important dans le tannage des cuirs (**Sereme et al., 2008**).

- les tanins hydrolysables sont des piègeurs de radicaux libres et de l'ionsuperoxyde. Les tanins hydrolysables procyanidines présentent des propriétés antioxydantes remarquables. Ils inhibent également l'auto-oxydation de l'acide ascorbique et de linoléate ; et la peroxydation lipidique des mitochondries du foie et des microsomes. Ces tanins sont de très bons capteurs des radicaux libres, ils sont donneurs des protons aux radicaux lipidiques produits lors de la peroxydation d'où la formation des radicaux tanniques plus stables (**Okamura et al., 1993**).

- De nombreuses études ont montré l'effet anti-microbien des tanins sur différentes bactéries, virus et champignons, dans les infections pulmonaires il s'agissent grâce à une action inhibitrice sur la croissance microbienne (**Song et al., 2006**), antifongique (**Baba-Moussa et al., 1999**) ou antiviraux (**Song et al., 2005**).

-Les tannins ont une action anti-bactérienne puissante leur permettant d'inhiber la croissance des bactéries ruminales (dont certaines sont sporogènes) comme *Clostridium aminophilum*, *Butyvirio fibrisolans*, *C. proteoclasterium*, Ainsi que les bactéries responsables de différentes infections chez l'homme : *E.coli*, *S. aureus*, *Helicobacter pylori*, *Proteus mirabilis*(**Chatterjee et al., 2004**).

-L'inhibition bactérienne par les tannins est dépendante de la structure et du degré dePolymérisation de ces derniers, mais ceci n'est pas toujours le cas (**Sivakumaran, 2004**).

I.3.1.2.Terpénoïdes

Les terpénoïdes appelés aussi terpènes, existent chez toutes les plantes et représentent de loin la plus vaste catégorie de métabolites secondaires, avec plus de 22.000 composés décrits. Le terpénoïde le plus simple est un hydrocarbure, l'isoprène (C₅H₈) (**Bouharmont, 2007**). Ils sont résultants de la polycondensation d'unités isopréniques en C₅ (2-méthylbutyle). Les isoprénoïdes sont des métabolites universels trouvés dans tous les organismes vivants, Une même plante peut synthétiser beaucoup de terpénoïdes différents à différents endroits de l'organisme, dans des buts différents et à des stades différents de son développement (**Maurice, 2012**). On les trouve fréquemment dans les huiles volatiles des plantes, nommées huiles essentielles car elles renferment la "Quinta essentia", la fragrance de la plante (**Lamarti et al., 1994**).

La famille des terpènes comprend des hormones (gibbérellines et acide abscissique) des pigments caroténoïdes (carotène et xanthophylle), des stérols par exemple : ergostérol, sitostérol, cholestérol), le latex qui la base des caoutchoucs naturels (**Hopkins, 2003**).

a) Classification et structures

Les terpènes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'une unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C_5H_8) (**Bagora et al., 2014**). Cet isoprène est à la base du concept de la "règle isoprénique" énoncée en 1953 par Ruzicka et complétée par Lynen et al. et Bloch et al.

On peut classer tous les terpénoïdes en fonction du nombre de leurs unités isoprène ces hémiterpénoïdes (C_5), monoterpénoïdes (C_{10}), sesquiterpénoïdes (C_{15}), diterpénoïdes (C_{20}), triterpénoïdes (C_{30}), tétraterpénoïdes (C_{40}) ou les polyterpénoïdes (nombre de carbones supérieur à C_{40}) (**Figure 11**)(**Lamarti et al., 1994**).

Beaucoup de monoterpènes et de sesquiterpènes sont appelés huiles essentielles parce qu'en raison de leur volatilité (**Berthet et al., 2007**).

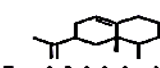
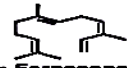
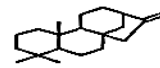
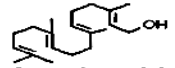
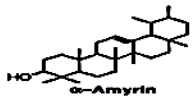
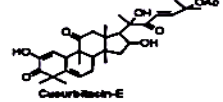
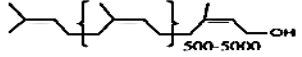
Classe	Formule brute	n° d'isoprène	Exemples
Hémiterpènes	C_5H_8	1	 Isoprene  Methylbutenol
Monoterpènes	$C_{10}H_{16}$	2	 Linalool  Limonene  α -Pinene
Sesquiterpènes	$C_{15}H_{24}$	3	 5-epi-Aristolochene  α -Farnesene
Diterpènes	$C_{20}H_{32}$	4	 Kaurene  Geranylgeraniol
Triterpènes	$C_{30}H_{48}$	6	 α -Amyrin  Coccinellin-E
Tétraterpènes	$C_{40}H_{64}$	8	 Lycopene  β -Carotene
Polyterpènes	$(C_5H_8)_n$	45-30000	 le caoutchouc (<i>cis</i> -1,4-polyisoprène)

Figure 11: Classification des terpénoïdes, Formules brutes correspondant aux formes hydrocarbonés linéaires possédant un nombre d'insaturation égal au nombre d'unités isoprènes plus1 (**McGarvey et Croteau, 1995**).

➤ Monoterpènes

Les monoterpènes sont constitués par 10 atomes de carbone ou deux unités isopréniques. Ils sont volatils, entraînés à la vapeur d'eau, d'odeur souvent agréable et représentent la majorité des constituants des huiles essentielles (**Lamarti et al., 1994**).

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%) (**Padua, 1999**). Ils comportent deux unités isoprène (C_5H_8), selon le mode de couplage «tête-queue» Leur formule chimique brute étant $C_{10}H_{16}$ (**Rahal, 2004**). Ils peuvent être acycliques (myrcène, ocimènes), monocycliques (α - et γ -terpinène, p-cymène) ou bicycliques (pinènes, Δ^3 -carène, camphène, sabinène) (**Figure 12**)(**Bakkali, 2008**).

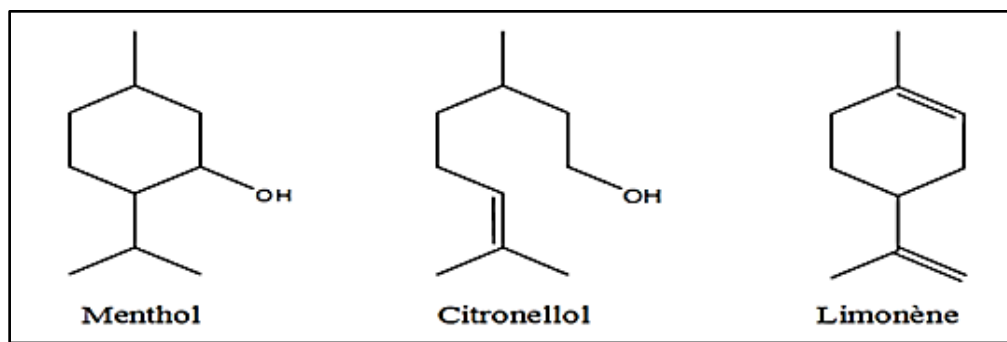


Figure 12: Exemples de quelques monoterpènes(**Bakkali, 2008**).

➤ Sesquiterpènes

Ils sont une classe de terpènes se composant de trois unités isoprène, ayant la formule brute $C_{15}H_{24}$ (**Leland et al., 2006**). Les sesquiterpènes peuvent être linéaires (acycliques) ou contenir des anneaux (cycliques) monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Lorsque les sesquiterpènes sont modifiés avec des réactions conduisant à la formation de groupes fonctionnels contenant des atomes de carbone, en tant que groupes hydroxyle, carbonyle ou contenant de l'azote, ils sont appelés sesquiterpénoides. De nombreux auteurs avec le terme sesquiterpène indiquent également les différents sesquiterpénoides. Les sesquiterpènes se trouvent naturellement dans les plantes et les insectes comme sémiochimiques avec des fonctions de défense ou des phéromones (**Figure 13**)(**Degenhardt et al., 2009**).

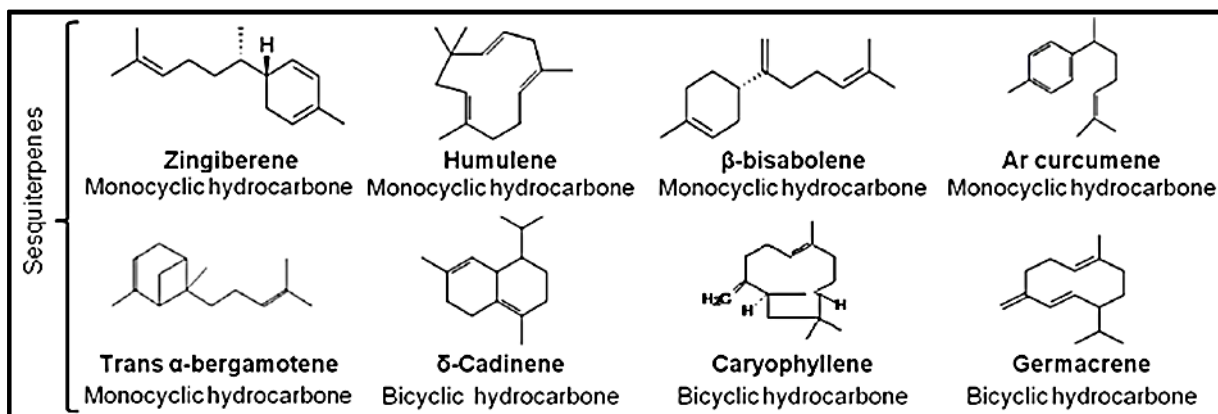


Figure 13: Sesquiterpènes à chaîne ouverte, monocycliques et bicycliques (**Bagora et al., 2014**).

➤ Diterpenes

Les diterpenes forment une catégorie bien plus vaste de terpènes en C₂₀, avec environ 2500 structures connues qui se répartissent en 20 groupes majeurs (**Leland et al., 2006**). Ils sont biosynthétisés à la suite du couplage de quatre (4) unités isoprène très répandus chez les végétaux supérieurs, ils sont aussi présents chez certains insectes et chez divers organismes marins. On peut les trouver encore dans les résines, les exsudats et les gommages naturelles, Il est rare de rencontrer les diterpenes comme constituants des huiles essentielles, à cause de leurs points d'ébullition les plus élevés, Ils peuvent être acycliques ou cyclique (**Jorg et al., 2009**).

En série diterpéniques, on connaît deux alcools importants le phytol, qu'on rencontre sous forme d'ester dans la partie porphyrine de la molécule de chlorophylle (**John et Marjorie, 1968**). Et la vitamine A : vitamine essentielle à la croissance normale des mammifères et indispensable pour la vue (**Figure 14**) (**Leland et al., 2006**).

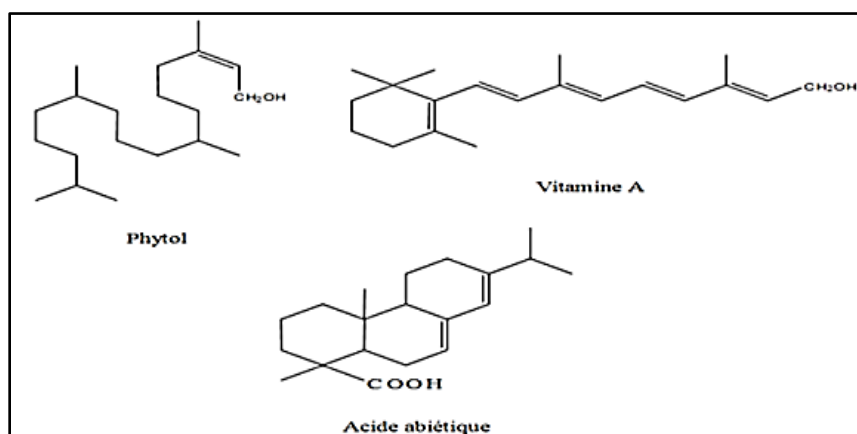


Figure 14: Exemples de quelques diterpène (**Leland et al., 2006**).

➤ Triterpènes

Les triterpènes sont distribués dans le règne végétal et animal, leur formation en C₃₀ provient du simple triterpène le squalène, issu du couplage réductif de deux unités de (F.P.P) (Leland *et al.*, 2006). Ils peuvent être classés en trois groupes : acyclique, tétracyclique, pentacyclique) (Ninkuu *et al.*, 2021), Deux molécules de sesquiterpènes forment des triterpènes en se liant tête à tête (Ludwiczuk *et al.*, 2017), Triterpènes cycliques (1 à 5 cycles) sont les membres les plus importants. Il s'agit principalement d'alcools, d'aldéhydes ou d'acides carboxyliques. Triterpènes cycliques (1 à 5 cycles) sont les membres les plus importants. Il s'agit principalement d'alcools, d'aldéhydes ou d'acides carboxyliques (Mander, 2010), Un système cyclique cyclopentane perhydrophénanthrène définit les stérols et les phytostérols comme triterpènes (Ludwiczuk *et al.*, 2017). Les triterpènes glycosylés, comme les saponines, protègent les plantes contre microbes pathogènes et insectes nuisibles. Certains triterpènes simples sont des molécules de signalisation qui sont également des ingrédients constitutifs des industries de l'alimentation, de la santé et de la biotechnologie (Figure 15)(Thimmappa *et al.*, 2014).

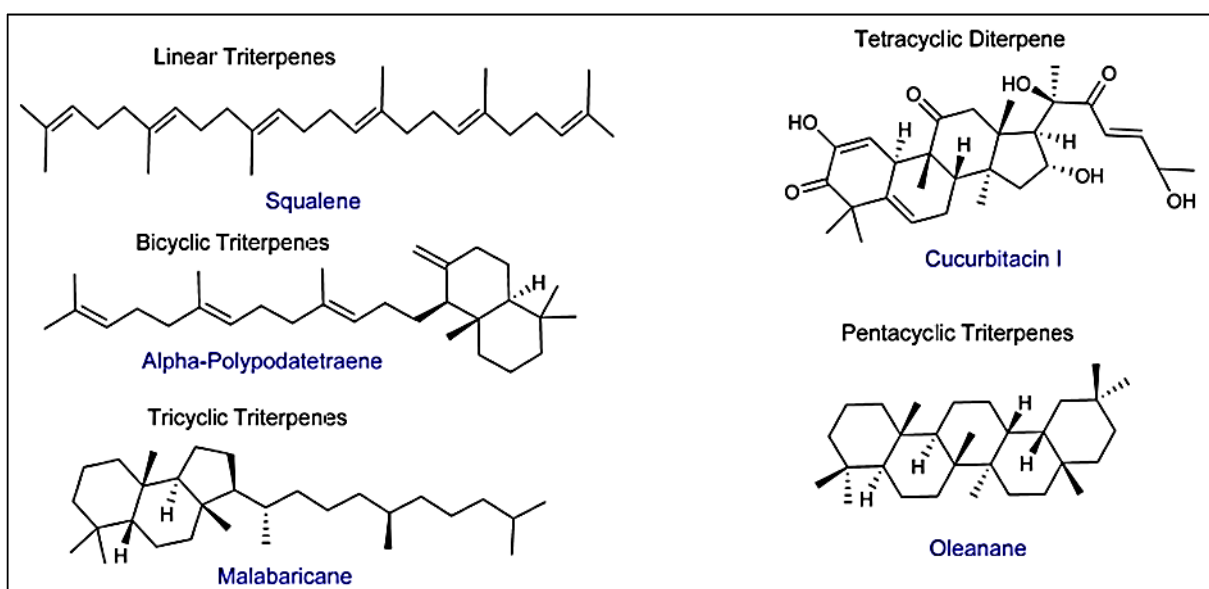


Figure 15 : Exemples des quelques triterpènes (Ninkuu *et al.*, 2021).

➤ Tétraterpènes

Les tétraterpènes (caroténoïdes) sont des unités 8-isoprène constituées de molécules C₄₀ et un Formule moléculaire C₄₀H₆₄, les caroténoïdes sont les tétraterpènes les plus étudiés, avec plus de 750 membres. Les plantes terrestres, les algues et les cyanobactéries produisent toutes des tétraterpènes, Leur rôles biologiques comprend le piégeage de la lumière, la fonction antioxydante et la protection des plantes contre les radicaux libres. Ils sont également impliqués dans la synthèse des hormones végétales et forment la structure ; composants des membranes

cellulaires. Ce sont des ingrédients actifs dans l'industrie pharmaceutique et alimentaire industriels (Figure 16)(Ninkuu *et al.*, 2021).

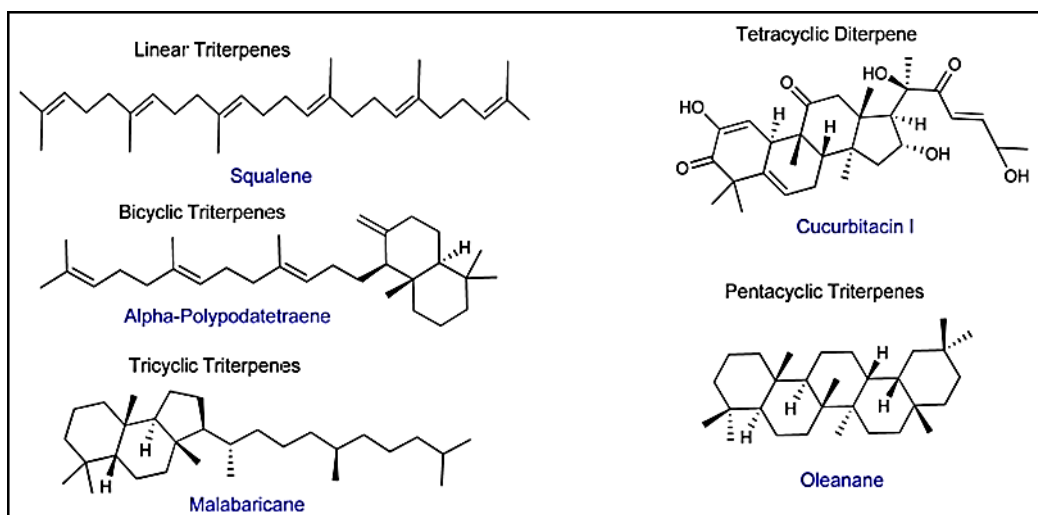


Figure 16: Exemple des quelques tétraterpènes (Ninkuu *et al.*, 2021).

❖ Huiles essentielles

Les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois. Elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal : elles sont odorantes et très volatiles, c'est-à-dire qu'elles s'évaporent rapidement dans l'air (Bekhechi et Abdelouahib, 2010).

Il est important de distinguer entre les huiles essentielles, les huiles fixes (huile d'olive...) et les graisses contenues dans les végétaux. En effet :

- Seules les huiles essentielles sont volatiles, ce qui les différencie des huiles fixes et des graisses.
- Elles se distinguent des huiles fixes par leurs compositions chimiques et leurs caractéristiques physiques.
- Elles sont fréquemment associées à d'autres substances comme les gommes et les résines.

b) Biosynthèse des Terpénoïdes

Beaucoup de recherches durant les deux dernières décennies se sont concentrées sur la biochimie moléculaire et la génétique de la biosynthèse des terpénoïdes. Les voies de base de la biosynthèse de terpénoïdes ont été élucidées dans plusieurs systèmes biologiques. Les voies métaboliques des terpénoïdes végétaux sont toutes attachées à la formation de seulement deux précurseurs isomères à 5-carbones, véritables "blocs de construction" que sont l'isopentenyl

diphosphate (IPP) et le diméthylallyl diphosphate (DMAPP) (Cane, 1999), Deux voies distinctes sont actuellement connues chez les organismes vivants pour la biosynthèse de l'IPP et du DMAPP : la voie classique du mévalonate (MVA) et la voie indépendante récemment découverte du 2-C-méthyl-D-érythritol phosphate (MEP) (Sapir-Mir *et al.*, 2008).

La voie MVA est connue depuis longtemps (Bouteffnouchet *et al.*, 2020), et sa biochimie a été exhaustivement étudiée chez les plantes (Gershenzon et Croteau, 1993). Cette voie est initiée par la condensation de deux molécules d'acétyl-CoA en acétoacétyl-CoA par l'acétoacétyl-CoA thiolase (AACT), après quoi un supplément d'acétyl-CoA est ajouté pour former le (S)-3-hydroxy-3-méthylglutaryl-CoA (HMG-CoA) via une action de condensation de type aldol catalysée par la HMG-CoA synthase (HMGS). La réduction de HMG-CoA en MVA est réalisée par la HMG-CoA réductase (Bochar *et al.*, 1999), Les dernières étapes de la synthèse de l'IPP, qui est ensuite, isomérisé en DMAPP, nécessitent une série de phosphorylations du MVA par les actions consécutives de la mévalonate kinase (MK), la mévalonate-5-phosphate kinase (PMK) puis une décarboxylation par la mévalonate-5-diphosphate décarboxylase (Figure 17)(Newman et Chappell, 1999).

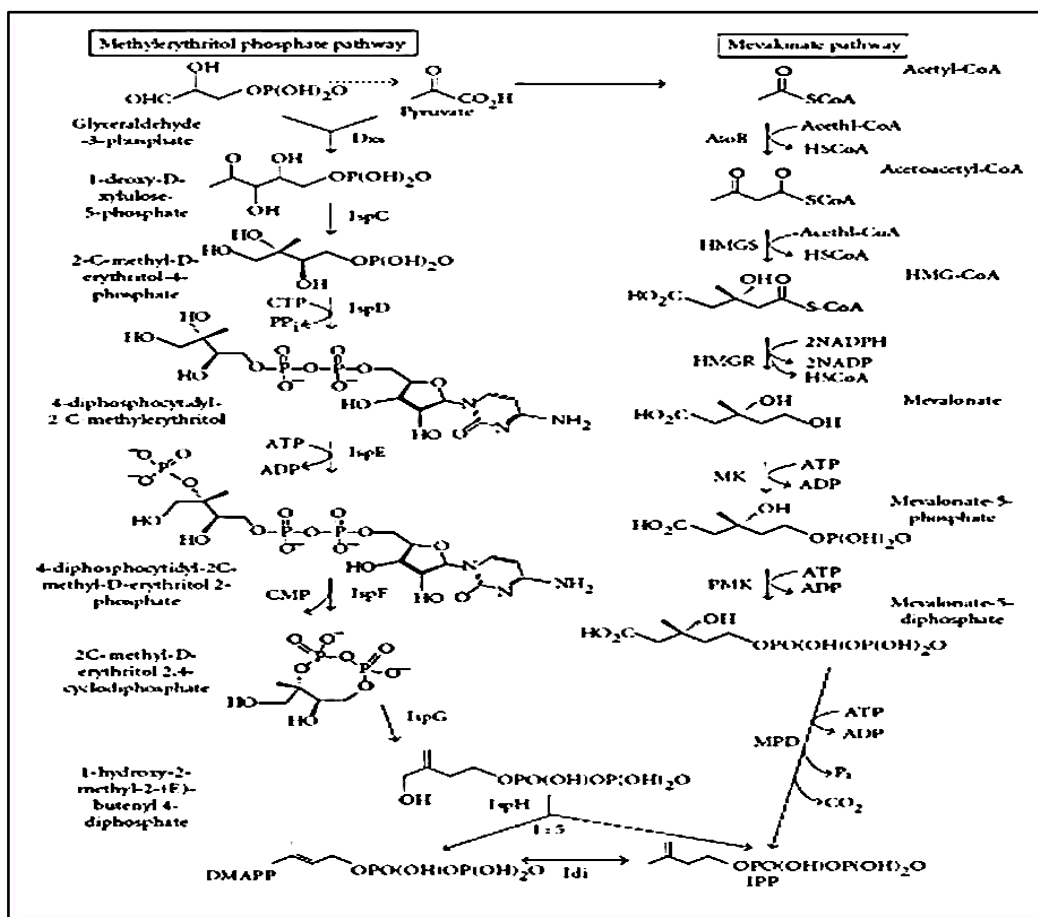


Figure 17: Etapes enzymatiques des voies MEP et MVA dans la synthèse d'IPP et de DMAPP (Goto *et al.*, 2010).

La première étape de diversification des squelettes carbonés des terpènes consiste en la condensation "tête-queue" (attachement du carbone fixant le groupement pyrophosphate d'un des substrats avec le carbone opposé à celui fixant le groupement pyrophosphate de l'autre substrat) de quantités variables d'IPP et de DMAPP pour produire les prényl diphosphates suivants, le géranyl diphosphate (GPP), le farnésyl diphosphate (FPP) et le géranyl géranyl diphosphate (GGPP) (**Christianson, 2006**). Ces réactions de condensation sont catalysées par des prényltransférases (PT) ayant comme substrat des prényl-PP à courte chaîne, la GPP synthase, la FPP synthase et la GGPP synthase (**Gershenzon et Croteau, 1993**). La GPP synthase catalyse la réaction de la condensation de l'IPP avec le DMAPP pour former le GPP, précurseur diphosphate C10 des monoterpènes. La FPP synthase ajoute deux molécules d'IPP au DMAPP pour former le FPP, précurseur diphosphate C15 des sesquiterpènes et des triterpènes. Finalement, la GGPP synthase condense trois molécules d'IPP au DMAPP pour former le précurseur diphosphate C20 des diterpènes et tétraterpènes (**Figure 18**) (**Takahashi et Koyama, 2006**).

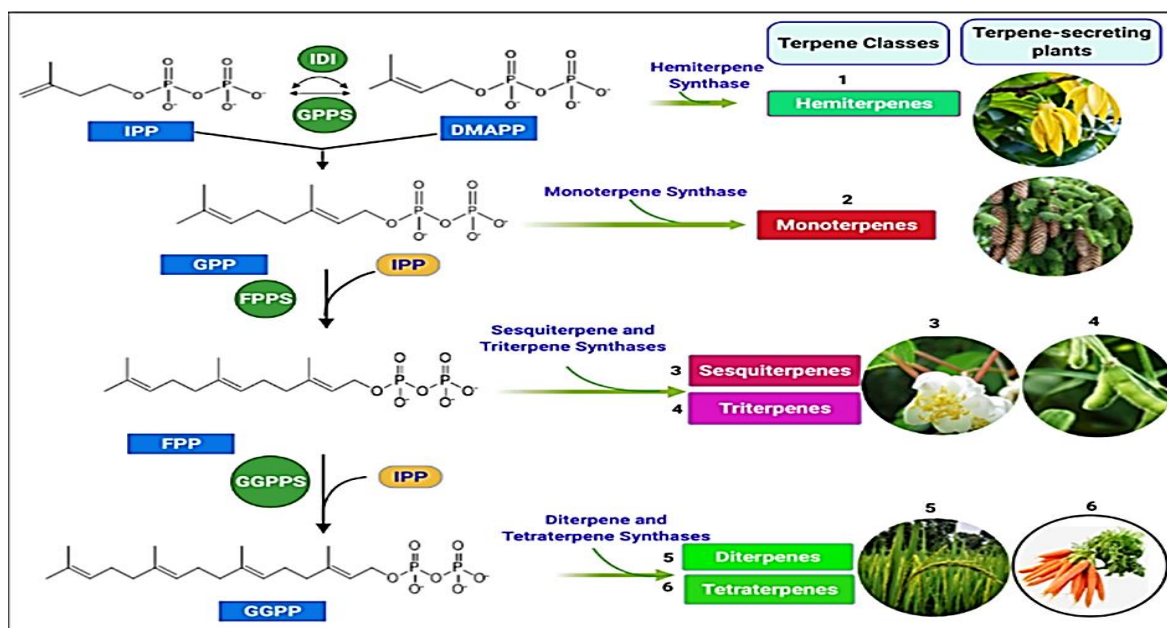


Figure 18: Biosynthèse de différentes classes de terpènes de l'IPP et du DMAPP (Ninkuu *et al.*, 2021).

c) Propriété des terpènes

Beaucoup de terpènes servent comme des additifs dans les industries alimentaires et cosmétiques et plusieurs d'entre eux possèdent des activités biologiques ont prouvé l'existence des effets suivants : anesthésique, anti-histaminique (allergies), anti-rhumatismal, diurétique (β -eudesmol), insecticide, analgésique, toxique (sesquiterpènes) quelquefois, antibiotique, anti-inflammatoire, anti-cancéreux, irritant et calmant (mono- et sesquiterpènes) (**Hsiou et al., 2000**). neuroprotective (α -terpinene, γ -terpinene, et trans-caryophyllene) (**Hyun et al., 2007**) On peut citer également les propriétés anti-tumorales et cytotoxiques des diterpènes (taxol), et des activités anti-oxydantes attribuées surtout aux diterpènes phénoliques (**Beatrice et al., 2009**).

d) Rôles des terpènes

Les fonctions les plus répertoriées chez les terpènes/ toutes catégories confondues, sont d'être phytoalexines efficaces (joue un rôle dans la Pathogénèse entre les plantes), d'être des insecticides naturels visant certaines familles d'insectes précises et d'être des agents de défense contre divers agresseurs extérieurs (**Ninkuu et al., 2021**). De plus, ils sont également reconnus pour exercer la fonction de phéromones et de molécules signales. Se situant en grande partie dans les tissus des aiguilles chez les conifères et dans la résine, les terpènes peuvent ainsi assurer plusieurs rôles différents chez les conifères, Les familles de molécules les plus connues pour être des agents de défense contre divers agresseurs pour les conifères sont en majorités les monoterpènes et les sesquiterpènes (**Ibrahim et al., 2001**). Selon certaines études, les changements environnementaux tels que le changement de température (augmentation en majorité) et l'augmentation de pollution dans l'atmosphère (**Kupcinskiene et al., 2008**) ainsi que les changements saisonniers auraient un effet sur la quantité de terpènes présents (en majorités les mono et les sesquiterpènes) dans les aiguilles des conifères (**Figure 19**)(**Ninkuu et al., 2021**).

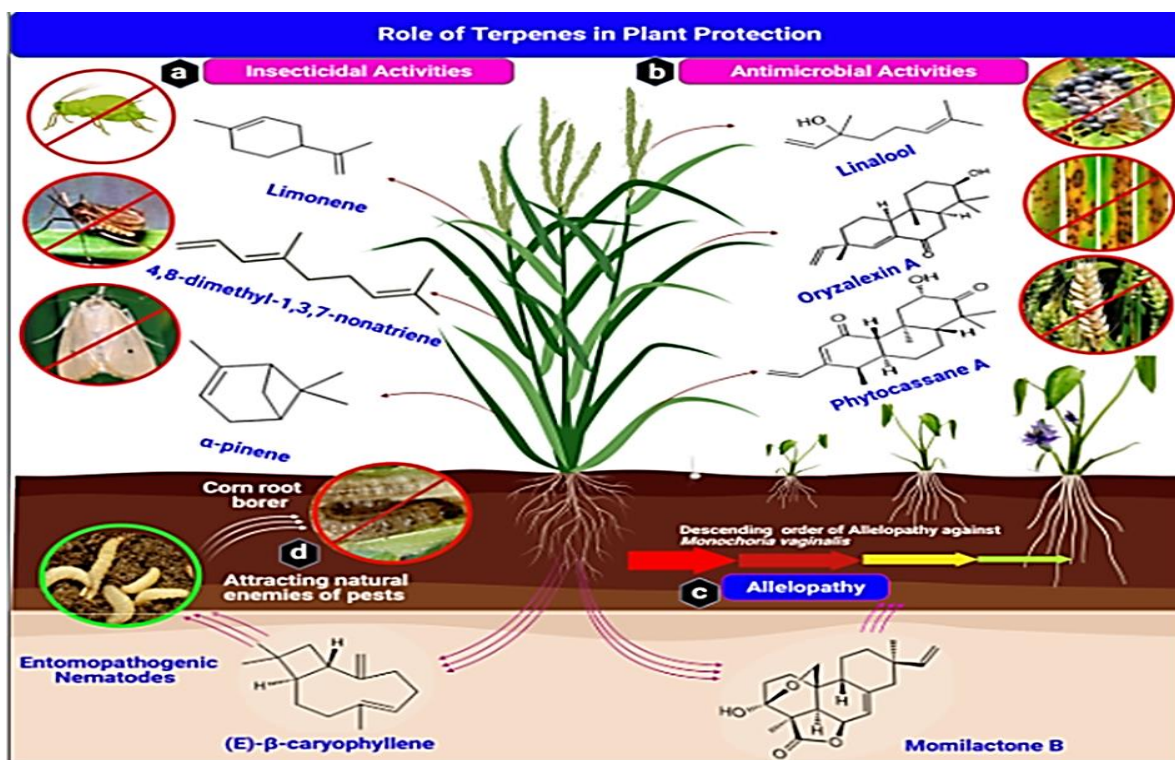


Figure 19 : Rôle des terpènes dans la protection des plantes. Quatre fonctions critiques des terpènes en protection des plantes : (a) rôle insecticide des terpènes, (b) les activités antimicrobiennes des terpènes contre la maladie de la pyriculariose et la fusariose de l'épi, et (c) l'allélopathie des exsudats racinaires des plantes (Ninkuu *et al.*, 2021).

I.3.1.3. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des composés hétérocycliques azotés et basiques, qui dérivent des acides aminés (Yinyang *et al.*, 2014). Ils figurent parmi les substances les plus importantes pour leurs propriétés pharmacologiques et médicinales (Freeman, 2014). Les alcaloïdes provoquent, chez l'homme, diverses réponses physiologiques et psychologiques parce qu'ils interfèrent avec les neurotransmetteurs. A forte dose la plupart des alcaloïdes sont très toxiques, par contre à faible dose, ils peuvent avoir une valeur thérapeutique (Hopkins, 2003). Le premier alcaloïde identifié en 1806 fut la morphine, qui provient du pavot (*papaver somniferum*). Il est actuellement utilisé en médecine comme analgésique (pour calmer la douleur) et pour contrôler la toux ; cependant, l'utilisation abusive de ce médicament peut conduire à forte dépendance (Freeman, 2014).

Le nom des alcaloïdes est souvent dérivé du nom de la plante dont ils sont issus (l'atropine d'*Atropa belladonna*). Lorsque plusieurs alcaloïdes sont obtenus à partir de la même source, un préfixe ou un suffixe plus compliqué est utilisé (quinine, hydroquinine, quinidine),

parfois leur activité pharmacologique (l'émétine provoque des vomissements) ils se terminent presque toujours par « ine » (**Cushnie et al., 2014**).

Les alcaloïdes interviennent dans les mécanismes de défense des plantes contre les herbivores et pathogènes (**Facchini et Pierre, 2005**). En médecine, les alcaloïdes sont utilisés comme antipaludéen (quinine), pour combattre l'excès d'acide urique (colchicine), comme substance paralysante (curare, caféine), comme poisons (strychnine, nicotine), comme stupéfiants (cocaïne, mescaline), comme cholinergique (pilocarpine) ou comme anticancéreux (vinblastine, vincristine). Ils agissent directement sur le système nerveux avec des effets sur la conscience et la motricité. L'action sur le système nerveux peut aller jusqu'à une action antispasmodique, mydriatique, anesthésique locale ou analgésique et narcotique (**Yingyang et al., 2014**).

a) Biosynthèse des alcaloïdes

La biosynthèse des alcaloïdes commence à partir de shikimate, l'acétate, et du mévalonate (**Aniszewski, 2007**). La voie de l'acide shikimique est la voie de biosynthèse des acides amines aromatiques, deux entre eux : le L-tryptophane et la L-tyrosine (et, dans une moindre mesure, la L-phénylalanine) sont à l'origine de biosynthèse de très nombreux alcaloïdes (**Boutefnouchet et al., 2020**).

D'un point de vue biosynthèse, la présence d'atomes d'azote dans la structure des alcaloïdes impose une source d'azote. La majorité des alcaloïdes proviennent du métabolisme de quelques acides aminés tels que la L-ornithine (pyrrolidines, tropanes), la L-lysine (pipéridine), la L-tyrosine (isoquinoléines) ou le L-tryptophane (alcaloïdes indoliques au sens large). Cependant, des exemples montrent que des alcaloïdes peuvent être d'origine terpénique (aconitine) ou encore polyacétique (coniine) (**Boutefnouchet et al., 2020**).

b) Distribution et localisation

Les alcaloïdes sont distribués de façon spécifique en fonction du statut taxonomique des plantes. Ils sont surtout présents chez les angiospermes (plantes à fleurs) et rarement rencontrés chez les gymnospermes (les conifères) et les cryptogames (les fougères) (**Sauvion et al., 2013**).

Les alcaloïdes sont inégalement répartis parmi les plantes, et varient qualitativement et quantitativement au sein des organes végétatifs d'une même plante. Ils sont produits dans un organe, tissu ou type cellulaire spécifique à des stades particuliers du développement de la fleur, du fruit, de la graine ou de la plantule. Ils sont souvent synthétisés dans une partie de la plante et stockés dans une autre (**Yinyang et al., 2014**), comme la nicotine synthétisée par les racines est véhiculée par la sève xylémienne jusqu'aux feuilles pour y être accumulée (**Sauvion et al.,**

2013). Les jeunes fruits (Hopkins, 2003), Les feuilles, les écorces et les racines sont le siège par excellence de la biosynthèse et même du stockage des alcaloïdes responsables des propriétés biologiques de la plante (Yinyang *et al.*, 2014). Les alcaloïdes sont principalement présents dans familles de Leguminosae, Papaveraceae, Ranunculaceae, Solanaceae, Berberidaceae (Younessi-Hamzekhanlu *et al.*, 2022) et Amaryllidaceae (Ghulam *et al.*, 2018).

c) Classification des alcaloïdes

Actuellement, il existe plus de 18 000 alcaloïdes découverts, se trouvent principalement chez les plantes, les champignons et quelques groupes animaux (Thawabteh *et al.*, 2019). Les alcaloïdes sont généralement classés en fonction de la nature du cycle qui prédomine dans la molécule. Cependant malgré leur structure extrêmement variée, les alcaloïdes proviennent d'un petit nombre de précurseurs simples. La plupart des alcaloïdes sont synthétisés à partir d'un petit nombre d'acides aminés ordinaires (tyrosine, tryptophane, ornithine ou arginine et lysine) (Figure 20)(Hopkins, 2003). Les alcaloïdes les plus importants sont provient des deux acides aminés ornithine et lysine. Il existe trois principaux types d'alcaloïdes : les alcaloïdes vrais, pseudo-alcaloïdes et les proto-alcaloïdes (Younssi-Hamzekhanlu *et al.*, 2022).

➤ Alcaloïdes vrais

Les alcaloïdes vrais dérivant d'acides aminés et comportant un atome d'azote dans un système hétérocyclique (Younessi-Hamzekhanlu *et al.*, 2022). Ce sont des substances douées d'une grande activité biologique, même à faibles doses. Ils apparaissent dans les plantes, soit sous forme libre, soit sous forme d'un sel, soit comme N-oxide (Yinyang *et al.*, 2014).par exemple nicotine et atropine (Jain, 2015).

➤ Pseudo-alcaloïdes

Présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais (Bruneton, 2009), mais ne sont pas des dérivés des acides aminés. Ils peuvent cependant être indirectement liés à la voie des acides aminés par l'intermédiaire d'un de leurs précurseurs, ou d'un de leurs postcurseurs (dérivés) (Yinyang *et al.*, 2014). Il s'agit dans la majorité des cas connus d'isoprénoïdes et l'on parle alors d'alcaloïdes terpéniques (Bruneton, 2009), par exemple solanidine et caféine (Bennett et Wallsgrove, 1994).

➤ Proto-alcaloïdes

Les proto-alcaloïdes qui sont des amines simples, dont l'azote n'est pas inclus dans un hétérocycle. Ils dérivent aussi d'acides aminés (Younessi-Hamzekhanlu *et al.*, 2022), par exemple sérotonine et mescaline (Bruneton, 2009).

- Il existe plusieurs classes d'alcaloïdes, on distingue (Sauvion *et al.*, 2013) :
- Les benzyl isoquinolines (comme la papavérine, la berbérine, la morphine, les alcaloïdes de type curare).
 - Les tropanes caractéristiques des solanacées (comme l'atropine, la scopolamine) et d'une autre famille végétale à laquelle appartient la plante de coca (comme la cocaïne).
 - Les indoles qui se caractérisent par la possession d'un noyau indole (comme la strychnine, la quinine) et sont répulsifs envers de nombreuses espèces d'insectes.
 - Les pyrrolizidines sont des esters d'alcaloïdes dont la biosynthèse a été largement décrite chez les plantes du genre *senecio* (Asteraceae) (comme la sénécionine).
 - Les quinolizidines, dérivés de la lysine, encore appelés les alcaloïdes du lupin, car abondantes chez les plantes du genre *lupinus* (Fabaceae).
 - Les purines (comme la caféine), les dérivés de l'acide nicotinique, de l'acides anthronilique, des polyacétates et des terpènes.

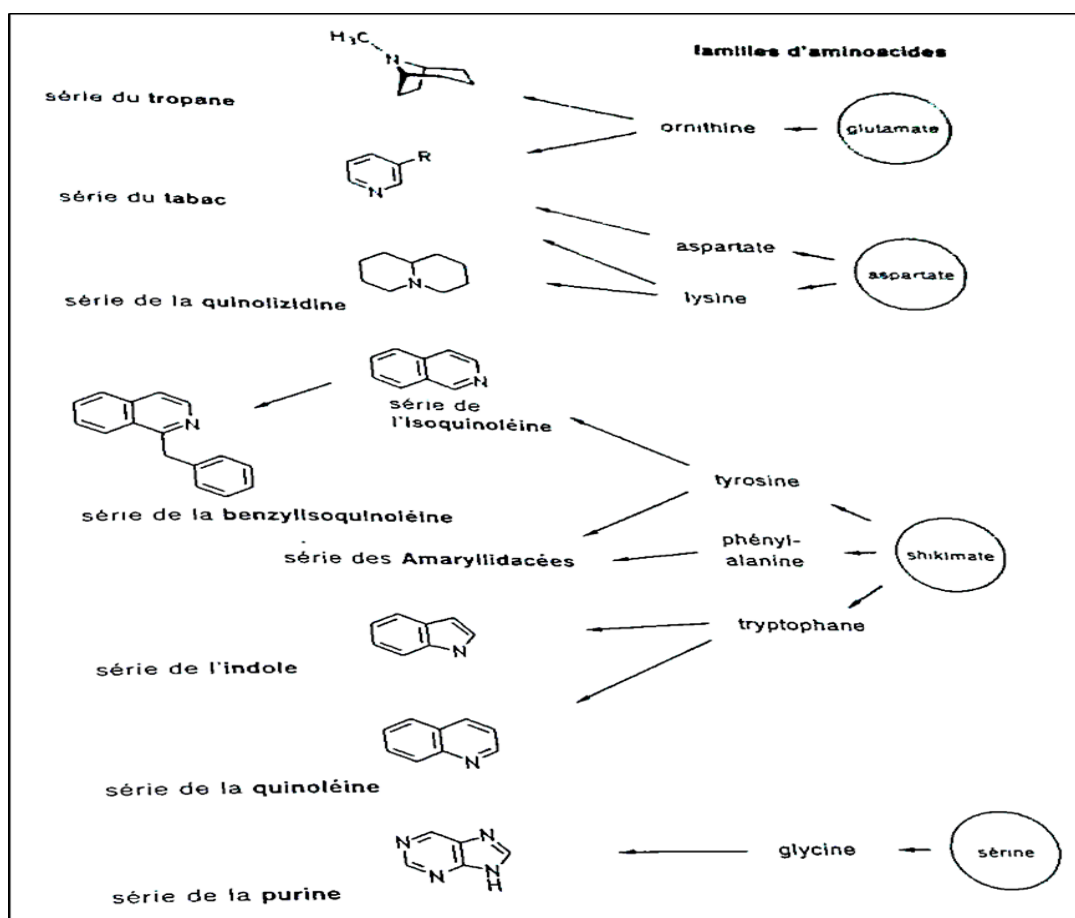


Figure 20 : Quelques séries d'alcaloïdes et leur acide aminé de départ (Richter, 1993).

I.4. Mode de préparation des plantes médicinales

Pour assurer l'action du médicament, il est nécessaire de traiter la plante, de la Transformer pour en tirer la substance ayant une action spécifique. Etant donné la multiplicité des composants constituant les principes actifs de chaque plante et la spécificité d'action de chacun d'entre eux, il a été nécessaire d'élaborer des méthodologies diverses, qui permettent, selon le but recherché, leur extraction. Ces manipulations sont au nombre de quatre : la décoction, la macération, l'infusion et cataplasme **(Bekhechi et Abdelouahid, 2010)**.

I.4.1.Décoction

La décoction s'applique en général aux racines, écorces, bois, rameaux, fruits.... Le processus d'extraction par décoction consiste à faire bouillir, dans de l'eau, une partie ou la totalité de la plante, pendant un temps déterminé (10 à 30 mn), de la laisser ensuite macérer pendant un autre laps de temps et de procéder enfin au filtrage à l'aide d'un papier spécial ou d'une toile à trame fine **(Figure 21)(Bekhechi et Abdelouahid, 2010)**.



Figure 21 : Décoction des tiges et feuilles (Bremness, 2005).

I.4.2.Macérations

Les macérations concernent généralement les plantes dont les substances actives risquent de disparaître ou de se dégrader sous l'effet de la chaleur (par ébullition). Elles peuvent être définies comme des infusions froides de longue durée (de plusieurs jours). Cette préparation-s'obtient en mettant les plantes, en contact, à froid, avec un liquide quelconque. Ce liquide peut être du vin, de l'alcool, de l'eau ou de l'huile. Le temps de contact est parfois très long, en effet, les plantes aromatiques ou amères devront macérer entre deux et douze heures. Les macérations à l'eau sont plus rarement employées, car elles ont l'inconvénient de fermenter facilement, ne doivent pas, de toute manière, excéder une dizaine d'heures **(Figure 22)(Bekhechi et Abdelouahid, 2010)**.



Figure 22: Préparation des macérats (Kujawska et Schmeda-Hirschmann, 2022).

I.4.3.L'infusion

L'infusion est la forme de préparation la plus simple ; on l'applique généralement aux organes délicats de la plante : fleurs, feuilles aromatiques, sommités... Cette forme permet d'assurer une diffusion optimale des substances volatiles : essences, résines, huiles.... L'infusion s'obtient en versant de l'eau bouillante sur une quantité déterminée de plante. Le récipient sera en terre cuite ou en verre afin d'éviter la formation de tannate de fer, qui se dépose sur les ustensiles métalliques et qui est provoqué par la présence de tanin dans les plantes. Après avoir versé l'eau bouillante, on recouvrira aussitôt le récipient de son couvercle, afin de provoquer la condensation des vapeurs riches en produits volatils et leur retombée dans le liquide d'infusion. Après un laps de temps variable selon la nature de la plante : de dix minutes à une heure, on effectuera le filtrage indispensable avant toute utilisation (**Figure 23**)(Bekhechi et Abdelouahid, 2010).



Figure 23 : Infusion des feuilles (Bremness, 2005).

I.4.4. Cataplasme

C'est encore une voie de pénétration locale des principes actifs des plantes (**Borrel, 2017**). Ils peuvent s'apprêter avec divers organes de la plante bourgeons, fleurs, feuilles, fruites, graines, racines, écorces) (**Bekhechi et Abdelouahid, 2010**). Mais cette fois, vous utiliserez la plante elle-même et l'eau dans laquelle elle a infusé. Le tout sera placé entre deux compresses posées sur la région à traiter. Le temps de pause, une fois encore, sera plus ou moins long selon la plante (**Borrel, 2017**). Ils sont utilisés en application externes pour traiter essentiellement les ecchymoses, les foulures, les brûlures, les ulcérations, certaines plaies les inflammatoires, les douleurs nerveuses ou musculaires et certaines formes rhumatismales (**Figure 24**)(**Bekhechi et Abdelouahid, 2010**).

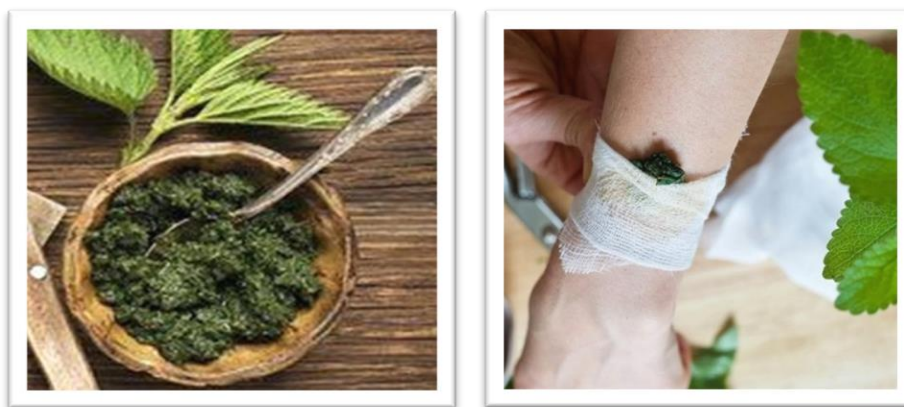


Figure 24: Cataplasme (**Chevallier, 2001**).

I.5. Forme d'emploi des plantes médicinales

L'introduction de la technologie moderne dans la production commerciale de produits à base de plantes a entraîné un changement de paradigme des formes traditionnelles de préparations vers des formes pharmaceutiques modernes plus efficaces et aux effets secondaires réduits. Les médicaments à base de plantes médicinales peuvent être sous différentes formes galéniques à savoir solide (comprimé, capsule...), semi-solide (pommade, crème...), liquide (solution, sirop, suspension,...). Ces présentations peuvent être fabriquées sous forme de libération conventionnelle ou modifiée. Ces formes galéniques sont à la fois un système de présentation, de conservation des médicaments à base de plantes et un système de mise à disposition de leur substance active à l'organisme du patient. Les différentes formes galéniques les plus courantes sont (**Ouedraogo et al., 2021**):

I.5.1.Tisanes

Les tisanes sont des préparations aqueuses de plantes médicinales entières ou de parties de celles-ci, convenablement divisées par l'eau, elles sont administrées à des fins thérapeutiques. Elles peuvent encore servir de boisson aux malades ou de véhicule pour l'administration de divers médicaments **(Wichtl et Anton, 1999)**.

I.5.2.Teinture

C'est la méthode la plus utilisée pour obtenir une action immédiate des principes actifs de la plante sur les organes affectés **(Lucienne, 2007)**. Pour obtenir une teinture, il suffit de laisser macérer une plante dans de l'alcool, les substances actives se dissolvant ainsi facilement, les teintures sont plus efficaces que les infusions ou les décoctions **(Chevallier, 2001)**. Le contenant doit ensuite être bien fermé et rester exposé au soleil pendant une semaine. Passé ce délai, filtrer le liquide et laisser reposer encore un jour entier. Passer à nouveau le liquide au travers d'un filtre en papier **(Lucienne, 2007)**.

I.5.3.Sirops

Le miel et le sucre non raffiné sont des conservateurs efficaces qui peuvent être mélangés à des infusions et des décoctions pour donner des sirops et des cordiaux. Ils ont en outre des propriétés adoucissantes qui en font d'excellents remèdes pour soulager les maux de gorge. Le sirop doit être fait avec un liquide riche en principes actifs **(Chevallier, 2001)**.

I.5.4.Lotions et Compresse

Les lotions sont des préparations à base d'eau et de plantes infusions, décoctions ou teintures diluées dont on tamponne l'épiderme aux endroits irrités ou enflammés. Les compresses sont des linges imbibés de lotion que l'on applique sur la peau. Lotions et compresses contribuent à soulager les gonflements, les contusions et les douleurs, à calmer inflammations et maux de tête, et à faire tomber la fièvre **(Chevallier, 2001)**.

I.5.5.Gélules et Poudres

Généralement administrées en gélules, les poudres peuvent aussi être saupoudrées sur les aliments ou diluées. On les applique sur la peau ou, mélangées avec des teintures, en cataplasme. De manière générale, plus une poudre est fine, plus elle est de bonne qualité. La poudre est introduite dans les gélules (en gélatine ou en matière végétale) que l'on peut se procurer en pharmacie **(Chevallier, 2001)**.

I.5.6.Onguents

Les onguents sont des préparations d'aspect crémeux, réalisées à base d'huile ou de tout autre corps gras, dans laquelle les principes actifs des plantes sont dissous. Ils comprennent des constituants médicinaux actifs, tels que les huiles essentielles. On les applique sur les plaies pour empêcher l'inflammation. Les onguents sont efficaces contre les hémorroïdes, les gerçures des lèvres ou l'érythème fessier du nourrisson.

La méthode la plus simple pour préparer un onguent crémeux consiste à utiliser de la vaseline ou de la paraffine ramollie. La vaseline, imperméable à l'eau, forme une barrière protectrice sur la peau. Selon les besoins, on utilise une ou plusieurs plantes coupées très finement ; des huiles essentielles peuvent être ajoutées, juste avant le filtrage (**Chevallier, 2001**).

I.5.7.Crèmes

On prépare une crème en associant de l'huile ou un autre corps gras à de l'eau, par un processus d'émulsion. Contrairement aux onguents, les crèmes pénètrent dans l'épiderme. Elles ont une action adoucissante, tout en laissant la peau respirer et transpirer naturellement. Cependant, elles se dégradent très rapidement et doivent donc être conservées à l'abri de la lumière, dans des pots hermétiques placés au réfrigérateur (**Chevallier, 2001**).

I.5.8.Bains

Immersion de corps tout entier ou d'une partie seulement dans un liquide préparé à cet effet. Il peut être aromatique, émollient, stimulant, fortifiant. Les bains stimulent et rafraîchissent le corps. Ils constituent, en outre, un excellent tranquillisant. Préparer une infusion ou une décoction en mettant une poignée d'herbes dans un litre d'eau. Filtrer, puis verser la mixture obtenue dans l'eau du bain. Il est conseillé de se limiter à un seul bain par jour (**Lucienne, 2007**).

I.5.9.Huile et concentré d'huile de plantes

L'infusion d'une plante dans de l'huile permet d'extraire les principes actifs solubles dans l'huile (**Chevallier, 2001**). Les plantes médicinales sont traitées de cette manière lorsqu'on ne peut faire de pommades ou de compresses (**Lucienne, 2007**).

Mettre une poignée d'herbes, séchées ou non, dans une bouteille ou un gros flacon en verre, et couvrir d'huile d'olive, de noix ou d'huile d'amandes. Bien fermer le contenant et laisser reposer au soleil pendant 2 à 3 semaines. On peut aussi faire dissoudre par macération au bain-marie les principes des plantes dans les mêmes huiles. Pour terminer, filtrer et évacuer la nappe d'eau qui a pu former (**Lucienne, 2007**).

Pour le concentré d'huile, introduire la plante dans un flacon ou une bouteille en verre, recouvrir d'huile d'olive, de noix ou d'huile d'amande et laisser au soleil pendant environ 45 jours (**Lucienne, 2007**).

I.5.10. Inhalations et fumigations

Excellentes pour soigner les affections des voies respiratoires, les inhalations utilisent les effets de la vapeur d'eau chaude mélangée à l'arôme de substances volatiles comme l'eucalyptus, le thym ou le romarin. Plonger l'herbe sélectionnée dans de l'eau bouillante. En recouvrant la tête, les épaules et le récipient avec une même serviette pour mieux concentrer la vapeur, inspirer puis expirer profondément pendant 15 minutes (**Lucienne, 2007**).

I.5.11. Gargarismes et bains de bouche

Préparations destinées à soigner les maladies inflammatoires des muqueuses de la bouche, de la gorge, du pharynx, des amygdales. On peut tout à fait employer des herbes antiseptiques pour soigner l'hygiène buccale matin et soir. Il suffit de préparer l'herbe prescrite sous forme d'infusion ou de décoction de plantes émollientes, astringentes, antiseptiques ou calmantes avec 15 à 20 g environ de plantes pour un quart de litre d'eau. On laisse tiédir et on introduit le liquide dans la bouche par petites gorgées (**Lucienne, 2007**).

I.6. Utilisation des plantes médicinales

Depuis plusieurs années, l'utilisation de plantes médicinales ou de préparations à base de plantes connaît un succès croissant. Aujourd'hui, plus de la moitié de la population mondiale pratique la phytothérapie (**Castagna et al., 2022**).

Les plantes médicinales représentent un intérêt économique dans les domaines d'industrie pharmaceutique, agroalimentaire, cosmétiques et de la pharmacie et la médecine (**Daira et al., 2016**).

I.6.1. Utilisation en médecine

Selon les estimations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 80% de la population mondiale, ont recours aux traitements traditionnels pour satisfaire leurs besoins en matière de santé et de soins primaires (**El hilah et al., 2015**).

L'utilisation des plantes médicinales dans le traitement des pathologies, servent à traiter la toux, l'hypertension, les rhumatismes, les douleurs aux articulations, la diarrhée, la dysenterie, les problèmes d'estomac, le diabète, la migraine, les hémorroïdes, le paludisme, les morsures de serpent, les saignements, les convulsions, les vers, les douleurs menstruelles, la filariose, la

gonorrhée, la stérilité, l'ovulation, l'épilepsie et même le cancer. Les maux les plus fréquemment traités sont les douleurs d'estomac, les convulsions, les maladies vénériennes et les maux de tête (Okafor et ham, 1999).

I.6.2. Utilisation Pharmaceutique

La pharmacie utilise encore une forte proportion de médicaments d'origine végétale et la recherche trouve chez les plantes des molécules actives nouvelles, ou des matières premières pour la semi synthèse les plus fréquemment onguents, crèmes et autres produits naturels. La préparation peuvent aussi être sous la forme de pâtes, des pommades, de baumes mélangés avec soit de l'huile de palme ou du beurre de karité (Okafor et ham, 1999).

I.6.3. Utilisation cosmétique

Les produits cosmétiques sous forme de savon, de crème, de lait ou l'huile sont couramment utilisés dans tous les continents du monde. Ces produits sont utilisés comme hydratants mais aussi comme éclaircissants de la peau ou les deux Parmi les ingrédients de ces produits cosmétiques, il y' a parfois le mercure, un élément dont le but principal de son usage est l'éclaircissement de la peau, des produits de beauté, parfums et articles de toilette (Nabede et al., 2018).

I.6.4. Utilisation alimentaire

Assaisonnement des boissons, des colorants et des composés aromatiques, les épices et les herbes aromatiques utilisés dans l'alimentation sont considérés comme condiments et aromates (Hamel et al., 2018).

Chapitre II
Aperçu bibliographique sur
Olea Europaea L.

II. Généralités sur L'olivier

L'olivier (*Olea europaea* L.), appartenant à la famille des Oleaceae (Bayraktara *et al.*, 2020). Il occupe la 24e place des 35 espèces les plus cultivées dans le monde (breton *et al.*, 2006). *Olea europaea* L constitue une essence fruitière principale, tant par le nombre de variétés cultivées que par l'importance sociale et économique de sa culture et de son rôle environnemental. Il existe plus de 805 millions d'oliviers dans le monde entier dont 98% sont concentrés sur le pourtour méditerranéen. En fait, le patrimoine génétique oléicole mondial est très riche en variétés. Il est constitué de plus de 2 600 variétés différentes (Oulebrsir-Mohandkaci *et al.*, 2017).

Olea europaea L. est le composant le plus connu du genre *Olea*. C'est la seule espèce de ce genre utilisée pour l'alimentation (Alesci *et al.*, 2021), et la seule espèce qui se trouve dans le bassin méditerranéen (Bentellis, *et al.*, 2017), qui distingue en deux variétés botaniques : *Olea . europaea.subsp. europaea* var. *europaea* qui regroupe les formes cultivées et *Olea. europaea. subsp. europaea* var. *sylvestris* qui regroupe les formes sauvages et spontanées habituellement nommés oléastres. L'oléastre et l'olivier cultivé sont diploïdes et ont le même nombre de chromosomes ($2n=2x=46$) sauvage (Fanelli *et al.*, 2022). L'identification des cultivars de l'olivier est souvent basée sur des descripteurs morphologiques, biochimiques et agronomiques qui sont influencés par les facteurs environnementaux (Abdessemed *et al.*, 2018). Ils présentent une remarquable rusticité et une plasticité lui permettant de produire dans des conditions difficiles (Slahi *et al.*, 2021) telles que la température élevée, l'exposition solaire, la sécheresse et la salinité, qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les composés phénoliques (Addab *et al.*, 2020).

L'olivier (*Olea europaea* L.) est considéré donc comme étant une plante aromatique et médicinale, réservoir de composés naturels aux effets bénéfiques et des activités biologiques extrêmement importantes (Djenane *et al.*, 2012).

II.1. Historique de l'olivier

L'olivier a été cité dans des livres à plusieurs reprises. Dans le Coran, l'olive a été mentionnée six fois dans différents endroits parmi lesquels un versé coranique cité au début de la sourate de "Al-Tîne". Ce produit est aussi cité au niveau de la Bible et l'Evangile. L'expansion de cette culture coïncide et se confond avec beaucoup de civilisations surtout au niveau du bassin méditerranéen. Les historiens ont trouvé des fossiles de feuilles d'olivier en Italie dans des sites pliocéniques de Mongardino (Italie), ainsi que des vestiges fossilisés dans des strates du

paléolithique supérieur dans l'élevage d'escargots de Relilai en Afrique du nord ; d'autres affirment que son existence remonte au XII^{ème} millénaire av. J.C. (**Blaquez et Jose, 1997**).

L'histoire de l'olivier se confond avec celle des civilisations qui ont vu le jour autour du bassin méditerranéen. Ainsi, l'olivier et son huile occupent une place prépondérante dans la culture et le patrimoine des civilisations méditerranéennes antiques. L'origine lointaine de l'olivier a toujours été accompagnée d'innombrables légendes car les différents peuples méditerranéens ont attribué à leurs propres dieux la création de l'olivier. Dès lors, l'olivier est devenu un arbre sacré et l'arbre symbolique par excellence (**Ater et al., 2016**).

Les travaux historiques et archéologiques avancent que le berceau de l'olivier fut vraisemblablement l'Asie Mineure ou la Crète. Les premières traces que l'on a de cet arbre datent de 37 000 ans avant J.-C., sur des feuilles fossilisées découvertes dans les îles de Santorin, en Grèce. Bien que les historiens et les archéologues ne soient pas unanimes sur le pays d'origine de l'olivier, cet arbre a incontestablement trouvé en Méditerranée des conditions naturelles, principalement climatiques, auxquelles il s'est parfaitement adapté. Dès 3 000 avant J.-C., l'olivier est cultivé dans le Croissant fertile, aire englobant l'Égypte, la Syrie, la Palestine et la Phénicie (**Ater et al., 2016**).

L'olivier est l'une des cultures les plus anciennes, appartenant à la famille des Oleaceae qui compte 30 genres et 500 espèces. L'espèce *Olea europaea* comporte de nombreux groupes et plus de 2600 cultivars. La famille des oléacées comprend d'autres genres, comme les lilas, les troènes et les frênes, ainsi que d'autres arbustes comme les forsythias et les jasmins (**Langer, 2008**). L'olivier cultivé coexiste aujourd'hui dans le bassin méditerranéen (**Abdessemed et al., 2018**).

II.2. Systématiques

L'olivier appartient à la famille des Oléacées, plantes dicotylédones qui comprennent 900 espèces réparties en 25 genres (**Gaussorgues, 2009**). Le genre *Olea* se compose de 33 espèces et 9 sous-espèces, dont six appartiennent à l'espèce *O. europaea*. L'espèce cultivée en méditerranée est *olea europaea* L. dans laquelle on trouve l'oléastre ou l'olivier sauvage et l'olivier cultivé (**De Ollas et al., 2019**).

La classification botanique de l'olivier selon **Ghedira (2008)** est la suivante (**Tableaux 02**) :

Tableau 2 :Classification botanique d'*Olea europaea L.*

Règne	Plantae
Embranchement	Magnoliophyta
Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Dialypetales
Ordre	Lamiales
Famille	Oleaceae
Genre	<i>Olea</i>
Espèce	<i>Olea europaea L.</i>
Sous-espèces	<i>O. europaea subsp. europaea var. Sylvestris</i> <i>O. europaea subsp. europaea var. europaea</i>

II.3. Définition et Description botanique

II.3.1. Olivier cultivé "*Olea europaea sativa*"

II.3.1.1. Définition

L'olivier cultivé est un arbre toujours vert grâce à ses feuilles persistantes. Le port et la forme de l'arbre sont des caractéristiques variétales mais leur développement dépend des conditions climatiques, de la qualité du sol et des techniques culturales (**Moreno-Alias et Rapoport, 2012**). Les caractères retenus pour la description de l'arbre sont : La vigueur (faible, moyenne ou élevée), le port (retombant, étalé, dressé), la densité de feuillage qui est qualifiée de lâche, moyenne ou compacte et la longueur des entre-nœuds qui peut être courte, moyenne ou longue. Le tronc de l'olivier est régulier et lisse, généralement de couleur grise et devient irrégulier, rugueux et tortueux lorsqu'il est dans la force de son âge (**Figure 25**)(**Barranco et al., 2000**).



Figure 25:Arbre de l'olivier cultivé (prise sur le terrain).

II.3.1.2. Caractéristique morphologique

II.3.1.2.1. Système aérienne

➤ Tronc

Il présente un diamètre irrégulier avec une forme qui évolue d'une manière dynamique selon le degré de développement (**Rugini et al., 2016**). Le tronc d'un olivier jeune est droit, cylindrique et lisse. Son écorce mince est d'un gris verdâtre. En vieillissant, le tronc se déforme. Il se vrille et se crevasse. Parfois même son intérieur pourrit et disparaît. L'écorce vire au gris-cendré presque noir, se couvre parfois de mousse, de lichen ou de champignons (**Figure 26**)(**Roland et al., 2015**).



Figure 26:Tronc de l'olivier cultivé (**Roland et al., 2015**).

➤ Fleurs

Elles sont petites, gamopétales, d'un blanc tirant vers, elles sont disposées en grappes à l'aisselle des bractées, sur le bois de l'année précédente elles sont hermaphrodites et de formule florale, 4 Sépales, 4 Pétales, 2 Etamines, 2 Carpelles (**Figure 27**)(**Bernie et al., 2006**).

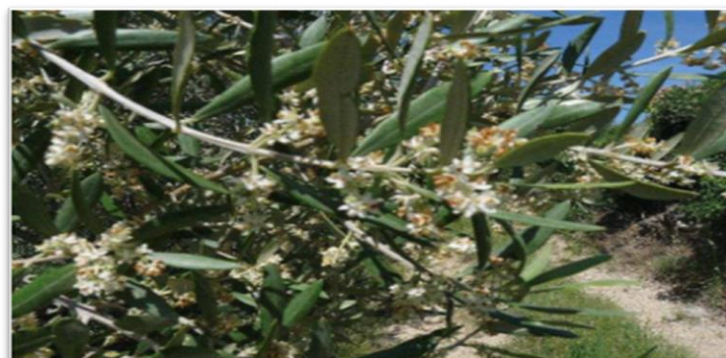


Figure 27:Fleur d'olivier cultivé (**Roland et al., 2015**).

➤ **Feuille**

Les feuilles de l'olivier à son propre système de protection contre la chaleur de l'été. La face supérieure vert sombre exposée au soleil est recouverte d'une pellicule vernissée à travers laquelle l'eau peut s'échapper. L'évaporation se fait par l'autre face où se trouvent les stomates, organes constitués d'orifices microscopiques, qui composent l'épiderme de la feuille et les minuscules poils qui les recouvrent. Lorsque l'air est humide, les poils se soulèvent et libèrent de la vapeur d'eau. Lorsque l'air est sec, les poils se plaquent, bouchant l'ouverture des stomates, empêchant ainsi toute transpiration. Les feuilles présentent des bords révolutes, c'est-à-dire roulés en dehors et en dessous. Seules les nervures principales sont bien visibles (**Figure 28**)(Rolandet *et al.*, 2015).



Figure 28:Feuille de l'olivier cultivé (prise sur le terrain).

➤ **Fruit**

Le fruit de l'olivier appelé olive est une drupe de forme sphérique, ovoïde ou ellipsoïde, de diamètre compris entre 1 et 3 cm. Ses dimensions sont très variables suivant les variétés. De l'extérieur à l'intérieur il se distingue (**Figure 29**)(Argenson *et al.*, 1999) :

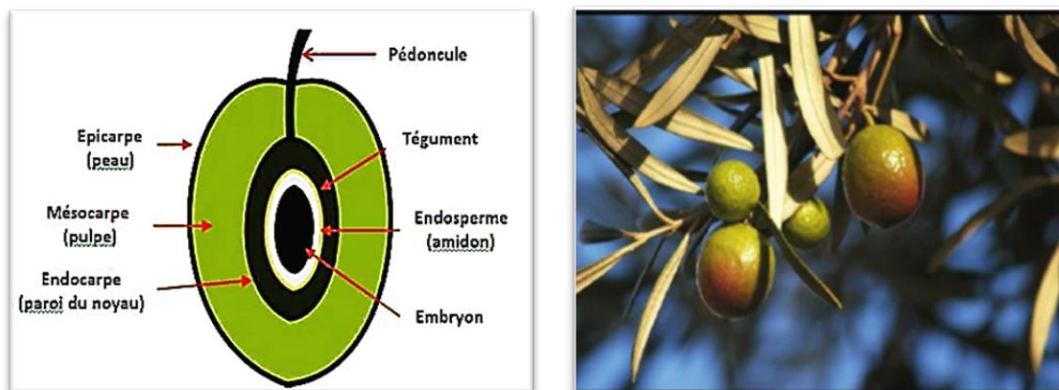


Figure 29:Fruit d'Oliver cultivé (Muzzalupo et Micali, 2015 ; Breton *et al.*, 2001).

L'épicarpe : c'est la peau de l'olive qui est très attaché au mésocarpe (ou pulpe). Elle est recouverte d'une matière cireuse ; la cuticule est imperméable à l'eau. A maturité, l'épicarpe passe de la couleur vert tendre (olive verte), à la couleur violette ou rouge (olive tournante), et enfin à la couleur noirâtre (olive noire), vers octobre novembre (**Figure 29**)(**Boskou, 2006**).

Mésocarpe : c'est la pulpe du fruit, représentant la partie charnue. Elle est constituée de cellules dans lesquelles sont stockées les gouttes de graisses qui formeront l'huile d'olive durant la lipogenèse qui dure de la fin du mois d'août jusqu'à la véraison (**Figure 29**) (**Boskou, 2006**).

L'endocarpe : est constitué par un noyau très dur (osseux), généralement fusiforme portant une série de sillons longitudinaux. La morphologie et la dimension du noyau permet de caractériser et d'identifier les cultivars d'oliviers (**Barranco et al., 2000**). L'endocarpe est formé de deux types de cellules : l'enveloppe qui se sclérifie l'été à partir de fin juillet et de l'amidon à l'intérieur du noyau, contenant deux ovaires dont l'un est stérile et le second produit un embryon. La couleur de l'épiderme et les formes du mésocarpe et de l'endocarpe ainsi que le nombre de sillons sont des caractères variétaux (**Figure 29**)(**Chol et al., 2005**).

➤ **Charpentières**

Les charpentières sont de grosses ramifications, leur vitesse de croissance et de maturation dépend à la fois du cultivar et des conditions d'environnement, la plus solide des branches pleinement développées se transforme en charpentièrre par concurrence naturelle ou sélection horticole (**Lavee, 1997**).

➤ **Rameaux**

Leur taille est de quelques dizaines de centimètres suivant la vigueur et la variété de l'arbre, ils sont délimités à leur base par un entre-nœud marquant l'arrêt de la croissance hivernale. Ces rameaux peuvent être :

- Des gourmands vigoureux et verticaux : qu'on distingue à leur longueur très importante
- Des rameaux de prolongement des branches et de charpentes, se terminant par un bouquet de pousses (**Leva et al., 2002**).

II.3.1.2.2. Système racinaire

Le système racinaire est fonction des conditions du sol et du mode de multiplication. Il est pivotant s'il est issu de semis et dans des terres légères, fasciculé s'il est obtenu par bouturage et dans des terres lourdes. Selon **Ben Rouina (2001)**, le nombre de racines et leur étendu à différentes profondeurs de sol sont fortement dépendants de la nature du sol. Il reste

généralement localisé à une profondeur de 50 à 70cm. Les racines de l'olivier ont une importante capacité d'exploitation du sol. Leur développement est étroitement lié aux caractéristiques physico-chimiques du sol, au climat et au mode de conduite de l'arbre (**Figure 30**)(Villa, 2003).



Figure 30:Sol profond permettant le développement du système racinaire jusqu'à 1 m de profondeur (**Masmoudi-Charf et al., 2016**).

II.3.2. Olivier sauvage "*Olea europaea sylvestris*"

II.3.2.1. Définition

L'olivier méditerranée sauvage ou oléastre est un élément typique de la végétation arbustive méditerranéenne, et il est considéré comme l'ancêtre le plus probable de l'Oliver cultivé (*olea europaea cubsp. Europaea var. europaea*)(**Van der Vossen et Mkamil, 2007**). On le désigne alors sous les noms d'*Olea sylvestris*, *olea oleaster*, ou encore *olea europaea var. sylvestris*. Il pousse dans le maquis de la zone littorale. Sur des sols schisteux, où il forme des fourrés denses, en compagnie d'autres arbustes (**Chaumeton, 2007**). L'oléastre est une espèce vivace et persistante, Ces formes sauvages ont des caractéristiques morphologiques et biologiques. Habituellement, ils se développent spontanément sous la forme de arbustes épineux (**Abdul Hamid et al., 2022**). Ils se propagent par graines et sont généralement disséminés par les oiseaux (**Kol et al., 2016**). Leur domestication précoce a entraîné le développement d'un grand nombre de variétés. Domestication a toujours été réalisée par multiplication végétative pour sélectionner empiriquement phénotypes présentant des caractéristiques agronomiques souhaitables, telles qu'une grande taille de fruit et/ou une forte teneur en huile (**Abdul Hamid et al., 2022**), ainsi que pour améliorer la valeur santé et le goût de l'huile d'olive (**Kol et al., 2016**).

II.3.2.2. Caractéristique morphologique

L'olivier sauvage ou *Oléa silvestris* Miller (ou *Olea Oleaster* Hoffmg et Link appelé Oleastre), arbrisseau à rameaux quadrangulaires et épineux, sont de véritables arbres de 3 à 4 m de hauteur (**Camiade, 2006**) arrive à 6 m de haut maximum (**Paquereau, 2013**). Il est donc possible de les confondre avec les formes cultivées (**Figure 31**)(**Camiade, 2006**).



Figure 31:Arbre de l'olivier sauvage (prise sur le terrain).

➤ Feuilles

Les feuilles sont persistantes, simples (**Ghedira, 2008**), petites et ovales ou ovales lancéolées deux à cinq fois plus longues que larges (**Miara et al., 2013; Brun, 2021**). Elles sont blanc argenté à la face inférieure, vert grisâtre à la face supérieure (**Figure 32**)(**Ghedira, 2008**).



Figure 32:Feuille d'olivier sauvage (prise sur le terrain).

➤ **Fleurs**

Les fleurs sont blanc jaunâtre et petites (**Paquereau, 2013**), à quatre pétales, sont réunies en grappes denses axillaires dressées (**Figure 33**)(**Ghedira, 2008**).



Figure 33:Fleur d'olivier sauvage (prise sur le terrain).

➤ **Fruits**

Les fruits sont très petits (**Paquereau, 2013**), âpres, drupiforme de 5–10 mm à noyau épais, coriace et résistant (**Miara et al., 2013**), verts puis noirs à maturité (**Ghedira, 2008**) et renferment très peu d'huile (**Paquereau, 2013**) peu abondante mais délicate (**Figure 34**)(**Brum, 2021**).



Figure 34:Fruit d'olivier sauvage (**Usanmaz et al., 2019 ; Oussaid et al., 2017**).

II.4. Répartition géographique

II.4.1. L'olive dans le monde

Certains travaux de recherche ont indiqué que le patrimoine génétique oléicole mondial est constitué par plus de 2600 variétés différentes. L'olivier a développé une plate-forme variétale caractéristique pour chaque aire de culture, près de 1250 variétés cultivées dans 54 pays

sont conservées dans près de 100 collections qui ont été incluses dans la base de données du germoplasme de l'olivier de la FAO (**Abdessemed et al., 2018**).

L'olivier (*Olea europea* L.) est l'une des cultures les plus importantes à l'échelle globale. La culture de l'olivier occupe une place importante, avec une surface de 10.27 Million d'hectares et 15.40 Million tonnes de production (**Zaza et al., 2018**). L'oléiculture occupe la sixième place dans le monde production d'huiles végétales, et le bassin méditerranéen la région qui représente environ de 90% de la production mondiale des huiles d'olive (**Filoda et al., 2021**).

Les principaux pays oléicoles du monde vont de l'Espagne, premier producteur mondial (4,56 million tonnes), à travers l'Italie (1,96 million tonnes), la Grèce (1,78 million tonnes), la Turquie (1,5 million tonnes), la France, la Portugal la Tunisie et Maroc (**Abdessemed et al., 2018 ; Filoda et al., 2021 ; Güney et al., 2022**). Cependant, la culture de l'olivier s'est progressivement développée pays et régions hors bassin méditerranéen tels que l'Argentine, l'Australie, le Brésil, le Canada, le Chili, la Chine, Japon, Pérou, États-Unis, Uruguay et Afrique de l'Ouest (**Filoda et al., 2021**).

II.4.2. En Algérie

En Algérie, l'olivier est l'un des principales essences fruitières, en superficie il s'étend sur plus du 1/3 (près de 34,09%) de l'espace dévolu aux cultures fruitières arborescentes (**Abdessemed et al., 2018**). En Algérie l'oléiculture joue un rôle économique, social et environnemental important. Le verger oléicole national couvre une superficie de plus 450 mille hectares avec un nombre d'olivier atteignant les 6.200.000 arbres (**Amrouni Sais et al., 2021**), avec un rendement annuel moyen de 55 000 tonnes. L'intensification des vergers d'*Olea europaea* a entraîné une amélioration du rendement en olives et a permis l'expansion des plantations d'oliviers jusqu'à zones arides caractérisées par de faibles précipitations annuelles ($P < 250$ mm) (**Nedjimi, 2020**).

L'olivier est principalement cultivé dans les zones côtières du pays. Les principaux et les plus anciens vergers oléicoles se trouvent dans les régions montagnardes et les collines, ainsi que dans les plaines occidentales du pays et dans les vallées (**Abdessemed et al., 2018**). L'oléiculture est concentrée exclusivement au niveau de 6 principales wilayas, trois wilayas de la région du Centre, qui représente plus de 50% de la surface oléicole nationale (Bejaia, Tizi-ouzou, Bouira) et trois de la région Est (Bourdj Bourreridj, Sétif et Jijel). Quant au reste du verger oléicole, plutôt consacré à la production d'olives de table, il se trouve essentiellement dans trois autres wilayas (Tlemcen, Mascara et Relizane) (**Ater et al., 2016**).

II.5. Exigences d'olivier

La culture de l'olivier et ses exigences sont associées à la zone méditerranéenne qui se caractérise par un hiver doux et humide et un été sec et chaud. Le climat influence sur la maturité des olives et donc sur la composition chimique de l'huile d'olive extraite (**Jean-Michel, 2015**).

II.5.1. Exigences climatiques

La culture de l'olivier était associée à la zone du climat méditerranéen. Ce climat se caractérise par la douceur de l'hiver qui est la saison humide et un été chaud, pratiquement sans pluie, correspondant à une saison sèche. Les printemps et les automnes sont peut marquer. La culture de l'olivier s'est surtout développée dans l'hémisphère nord. La limite septentrionale nord de la culture de l'olivier se situe aux environs du 45° de latitude. C'est en général les basses températures hivernales et printanières qui fixent cette limite nord. La limite sud de la culture de l'olivier se situe aux environs de 30° de latitude nord, en zone de climat présaharienne. C'est la sécheresse de l'air ambiant et l'absence de pluie qui en fixent les limites géographiques. En zone tropicale ou subtropicale (pluies abondantes et températures élevées), mais il ne fructifie pas, faute de repos végétatif. Cette végétation permanente de l'arbre est cause de déséquilibres physiologiques graves (**Angles, 2014**).

➤ Température

L'exposition journalière de l'olivier à de différentes températures joue un rôle décisif dans son accroissement surtout dans sa phase de floraison où se forment ses bourgeons floraux en période de fin d'hiver (**Hannachi et al., 2007**).

L'olivier craint le froid, En période de repos végétatif. Il résiste jusqu'à -8 à -10°C, mais de 0 à 1°C, les dégâts peuvent être très importants sur la floraison. A 35 - 38°C, la croissance végétative s'arrête et à 40°C et plus, des brûlures endommagent l'appareil foliacé et peuvent faire chuter les fruits (**Hannachi et al., 2007**).

➤ Pluviométrie

Pour une fructification normale, propice et régulière l'olivier exige une alimentation en suffisante pour un bon accomplissement de son cycle. Ainsi la pluviométrie constitue l'une des facteurs permettant une production propice cependant on distingue :

- Avec 600 mm de pluie bien répartie, l'olivier végète et produit normalement.

- Entre 450 et 600 mm, la production est possible à condition que les capacités de rétention en eau du sol soient suffisantes (sol profond argilo limoneux) ; Avec une pluviométrie inférieure à 200 mm, l'oléiculture est économiquement non rentable (**Walali et al., 2003**).

➤ **Lumière**

L'olivier étant exigeant en lumière, l'insolation est à considérer dans le choix de l'orientation des arbres ; la densité de plantation et les tailles d'éclaircie. L'olivier exige une lumière abondante pour pousser et fructifier normalement, ce qui explique que seuls les rameaux externes de la frondaison fleurissent et fructifient (**Walali et al., 2003**).

Selon **Jean-Michel (2015)**, avec une bonne exposition au soleil, l'olivier donne de meilleurs rendements. Par ailleurs, les coteaux bien exposés au soleil (versant sud) présentent un meilleur développement. Par contre, un manque d'éclaircissement et d'ensoleillement affecte la formation des fruits et augmente la probabilité d'infection des oliviers par des parasites, tels que la fumagine et les cochenilles (**Walali et al., 2003**).

➤ **Vents**

La pollinisation chez l'olivier est essentiellement anémophile. De ce fait, le vent joue un rôle primordial dans la production. Malgré son importance, l'olivier craint les vents chauds qui peuvent causer des brûlures sur les arbres et le dessèchement des stigmates au moment de la floraison, ce qui engendrerait la destruction de la récolte (**Walali et al., 2003**).

➤ **Neige**

La neige peut causer de graves dégâts dans les plantations, surtout quand les arbres reçoivent des soins de taille insuffisants. En s'accumulant sur le feuillage, la neige provoque la rupture des charpentes (**Cherrat et Naïtchabane, 1999**).

II.5.2. Exigences pédologiques

L'olivier ne présente pas d'exigences particulière sur la qualité des sols, il a la réputation de se contenter de sols pauvres, qu'ils soient argileux ou au contraire légers ou pierreux, mais ils doivent être assez profonds pour permettre aux racines de nourrir l'arbre en explorant un volume suffisant de terre. L'olivier redoute les terrains trop humides. Le sol doit avoir une teneur en azote élevée (**Hannachi et al, 2007**).

II.6. Composition Chimiques des feuilles d'*Olea europaea*L.

II.6.1. Composition chimique globale

Les compositions chimiques des feuilles varient en fonction de nombreux facteurs (**Vogel et al., 2015**). Ces différences de composition sont dues principalement aux variations climatiques, pédologiques et agronomiques dont sont issus les oliviers. Les facteurs environnementaux tels que la géographie, la température, la longueur du jour, les éléments nutritifs devraient être examinés pour leur rôle clé dans la composition chimique des extraits obtenus à partir des feuilles d'oliviers (**Djenane et al., 2012**). Ces facteurs influent sur les voies de biosynthèse de la plante et par conséquent sur la proportion relative des composés principaux caractéristiques. Cela conduit à l'existence de chémotypes différents représentatifs des extraits de différentes origines (**Djenane et al., 2012**).

Les feuilles sont particulièrement riches en composés bioactifs (**Wainstein et al., 2012**), carbohydrates, protéines, lipides (**Boudhrioua et al., 2009**) et des polysaccharides (tel que cellulose, hémicelluloses) (**Aboamer et al., 2018**). Aussi L'extrait de feuilles d'olivier peut contenir des traces d'éléments vitaux tels que le sélénium, le fer, le zinc, la vitamine C, la β -carotène et une grande partie d'acides aminées (**Polzonetti et al., 2004**).

II.6.2. Composition en acides aminées et en minéraux

La teneur en protéines brutes varie entre 9,5 et 12,9 % ; ils sont riches en acides aminés tels que : arginine, leucine, proline, glycine, valine et alanine et pauvre en cystéine, méthionine et lysine. La plus grande proportion de fibres d'hémicellulose est de type arabionose, alors que les branches ont majoritairement mannose (**Vogel et al., 2015**). Le Tableau 3 présente sa composition en acides aminées, qui est particulièrement diversifié et la composition en minéraux des feuilles d'olivier est présentée dans le Tableau 4.

Tableau 3 :Composition en acides aminées des feuilles d'*Olea europaea L.* (exprimé en g par Kg d'azote total) (Aouidi, 2012).

Acides aminées	Concentration
Acide aspartique	27,5
Acide glutamique	35,1
Serine	44,5
Glycine	79,6
Histidine	25,4
Arginine	162,0
Thréonine	46,8
Alanine	73,8
Proline	84,2
Tyrosine	32,3
Valine	74,8
Méthionine	5,3
Cystéine	1,6
Isoleucine	58,8
Leucine	104
Phénylalanine	51,8
Lysine	19,1
Acides aminées essentiels	547
Acides aminées non essentiels	379
Acides aminées totaux (sans tryptophane)	926

Tableau 4 :Composition en minéraux des feuilles d'*Olea europaea L.* (exprimé en g par Kg de matière sèche) (Aouidi, 2012).

Minéraux	Concentration
Calcium (Ca)	12,7
Phosphore (P)	2,1
Manganèse (Mg)	1,9
Potassium (K)	6,3
Fer (Fe)	273,0
Cuivre (Cu)	10,7
Zinc (Zn)	21,3
Magnésium (Mn)	50

II.6.3. Composition des feuilles d'olivier en composés phénoliques

Certains auteurs ont recherché les teneurs en polyphénols totaux de l'olivier montrant que les feuilles d'olivier sont plus riches en composés phénoliques bioactifs en comparaison à l'huile d'olive et aux fruits (Himour *et al.*, 2016). La teneur en composés phénoliques dans les feuilles d'olivier varie entre 2,8 mg/g de matière sèche (Altiok *et al.*, 2008) et 44,3 mg/g de matière sèche (Boudhrioua *et al.*, 2009).

Les composés phénoliques dans les feuilles d'olivier sont très divers. Il est riche en triterpènes, flavonoïdes, sécoiridoïdes dont l'oleuropéoside et en acides phénols (**Ghedira, 2008**). Les polymères phénoliques sont représentés par les tannins hydrolysables et condensés (**Martin Garcia et al., 2006**) et principalement par la lignine (**Alkhtib et al., 2021**). Les monomères phénoliques sont représentés par des acides phénoliques (tel que : l'acide caféique, l'acide syringique, l'acide vanillique et l'acide p-coumarique), des alcools phénoliques (tel que : tyrosol et hydrotyrosol) (**Kocyigit et al., 2019; Ghanbari et al., 2012**). Des triterpènes (tel que l'acide oléanolique, acide maslinique, acide hydroxy- oléanolique) (**Ghedira, 2008**) et des flavonoïdes (tel que : lutéoline-7-glucoside, apigénine-7-glucoside, diosmétine-7-glucoside, lutéoline, diosmétine, verbascoside, rutine, catéchine (**Vogel et al., 2015; Altiok et al., 2008**), myricétine, quercétine et kaempférol (**Ghedira, 2008**). L'oleuropéine, unsécoiridoïdesest le composé phénolique majoritaire dans les feuilles d'olivier (**Figure 35**)(**Romero-Márquez et al., 2022**).

II.6.3.1. L'oleuropéine

L'Oleuropéine, un composé sécoiridoïdes (**Aouidi et al., 2012**), caractérisée comme un glycoside amer (**Otero et al., 2020**), est l'un des composés phénoliques les plus abondants dans les feuilles d'olivier (**Romero-Márquez et al., 2022**), et il est également présent dans le tronc et le fruit de l'olivier (**Otero et al., 2020**). La concentration en oleuropéine dans les feuilles d'olivier peut atteindre jusqu'à 60–90 mg/g de poids de feuilles sèches (**Ghanbari et al., 2012**).

Ce secoiridoïde est responsable du gout amère des feuilles d'olivier, de l'huile d'olive et des olives. Oleuropéine se transforme d'abord en sa forme aglycone, puis en hydroxytyrosol, avec du glucose et de l'acide élénolique (**Romero-Márquez et al., 2022**). Il possède de nombreux effets bénéfiques sur la santé humaine. Ainsi cette molécules est utilisée pour ces propriétés antioxydants, antimicrobien, antiviral, anti-inflammatoires, et hypolipidémiques. De plus, l'oleuropéine a montré des effets cardioprotecteurs et neuroprotecteurs. Des études in vitro ont démontré que l'oleuropein agit comme un composé antitumoral, inhibe l'activité de facteur d'activation plaquettaire et pourrait être un modulateur du métabolisme. Il améliore le métabolisme des lipides pour se protéger des problèmes d'obésité. De plus, l'oleuropéine intervient dans la défend également l'olivier contre les attaques d'agents pathogènes et d'insectes (**Aouidi et al., 2012**).

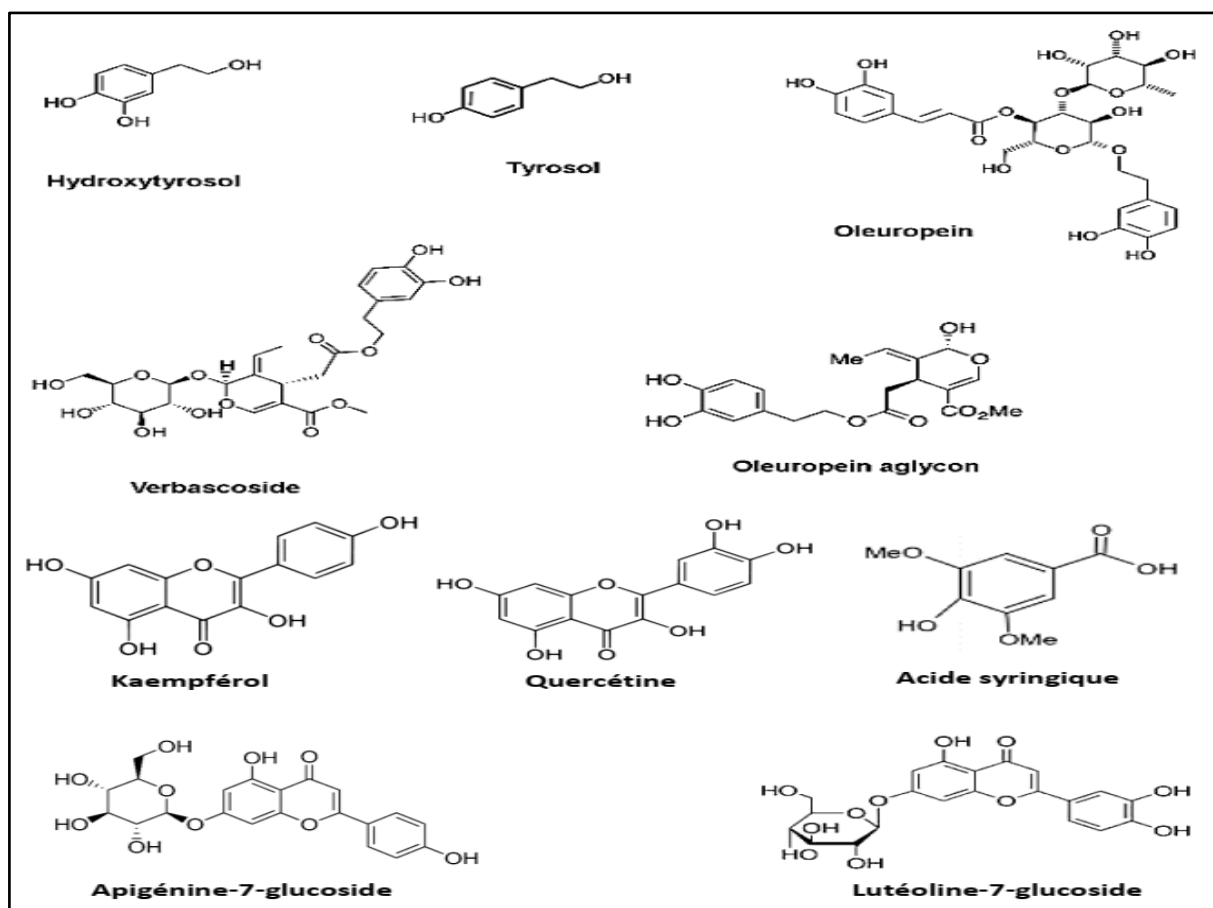


Figure 35: Structure chimique des quelques composés phénoliques identifiés dans les feuilles d'olivier (**Borjan et al., 2020 ; Chigurupati et al., 2021; Kasmi, 2014 ; Madureira, et al., 2021**).

II.7. Utilisation des feuilles d'olivier

L'utilisation la plus connue de l'olivier est sans nul doute la production de l'huile d'olive. Par ailleurs, les propriétés médicinales de l'olivier sont également attribuées à ses feuilles qui font aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches scientifiques (**Boudhioua et al., 2008**). En effet, l'utilisation des feuilles d'olivier en phytothérapie remonte très loin dans l'histoire (**Djenane et al., 2012**). Les feuilles d'olives ont toujours été utilisées uniquement comme aliments pour animaux mais ils peuvent être utilisés pour d'autres applications telles que les industries cosmétiques, thérapeutiques et alimentaires (**Tableau 05**)(**Boudhrioua et al., 2009**).

Les feuilles d'olivier étaient totalement orientées vers l'alimentation animale (**Martin Garcia et al., 2006**). Toutefois, ils sont aussi utilisés en phytothérapie traditionnelle pour le traitement de certaines maladies (**Afify et al., 2018**). L'utilisation de feuille en phytothérapie par la population locale se fait à l'état naturel (infusion ou décoction) (**Arab et al., 2012**), ont été largement utilisées dans les remèdes traditionnels dans les pays européens et méditerranéens

comme des extraits, des tisanes, et des poudres (**Waintein et al., 2012**). On met en évidence aujourd'hui que les feuilles de l'olivier révèlent un potentiel médical extrêmement intéressant : elles présentent actuellement le plus grand intérêt thérapeutique par rapport aux autres produits issus de l'olivier. La feuille contient des sécoiridoides et notamment un hétéroside, l'oleuropéoside. L'oleuropéoside a des effets hypotenseurs, hypoglycémiants et diurétiques ; cette molécule est vasodilatatrice des coronaires, régulatrice du rythme cardiaque et peut agir sur le diabète léger (au cours de la grossesse ou en cas d'obésité). De plus, les feuilles ont des vertus diurétiques et fébrifuges (**Breton et Bervillé, 2012 ; Ghedira, 2008**), anti-inflammatoires, et hypocholestérolémiantes (**Wainstein et al., 2012**). Des études expérimentales et théoriques récentes ont montré que l'extrait de feuille d'olivier a une activité anti-VIH en bloquant l'entrée du virus VIH dans les cellules hôtes (**Altiok et al., 2008**). Ils possèdent également des propriétés antimicrobiennes contre certains micro-organismes tels que des bactéries, des champignons et mycoplasmes (**Kocyigit et al., 2019**).

Dans l'industrie cosmétique, les feuilles d'olivier sont utilisées comme ingrédient dans la formulation d'énormément de produits cosmétiques et diététiques, tel que les savons, les crèmes (**Otero et al., 2020**). Les feuilles d'olivier ont aussi trouvées des applications dans l'industrie alimentaire. Elles sont principalement utilisées pour l'amélioration de la qualité et la conservation des aliments tels que les viandes (**Otero et al., 2020**).

En phytothérapie, on utilise la feuille d'olivier en infusion, mais surtout les extraits de sa feuille (extrait sec, extrait fluide, teinture mère) ainsi que le macérat glycériné de jeunes pousses (**Goetz et Wuyts, 2008**).

Tableau 5 : Quelques utilisations des feuilles d'*Olea europaea L.*

Domaine	Applications	Références
Alimentation Animal	-Utilisation dans l'alimentation des moutons et des chèvres. -Utilisation dans l'alimentation des brebis en lactation pour une améliorer la qualité de la matière grasse du lait par rapport aux fourrages traditionnels. -Utilisation dans l'alimentation des dindes pour améliorer la qualité de leurs viandes.	(Alkhtib <i>et al.</i>, 2021) (Consalvo et Pisanelli, 2018) (Djenane <i>et al.</i>, 2012)
Thérapeutique	-Consommation humaine d'infusion des feuilles d'olivier qui est bénéfique pour la santé. -Utilisation comme une teinture de feuilles.	(Giao <i>et al.</i>, 2007) (Lucienne, 2007)
Pharmaceutique	-Extraction des composés phénoliques. -Utilisation des Médicaments à base de feuille d'olivier.	(Arab <i>et al.</i>, 2013) (Ghedira, 2008)
Cosmétique	-Utilisation dans la formulation des produits cosmétiques. -Formulation photo protectrice. -Utilisation pour la protection contre les rayaux UV.	(Clodoveo <i>et al.</i>, 2022) (Pinnell et Omar, 2004) (Otero <i>et al.</i>, 2020)
Industrie Alimentaire	-La conservation des aliments. -Utilisation commerciale de l'oleuropéine comme agent naturel conservateur dans les aliments à base de viande. -Stabilisation de l'huile. -Stabilisation de l'huile d'olive, Soja, et de tournesol. -Ingrédient dans la formulation d'aliments pour les hyperglycémiques. -L'utilisation des extraits de feuilles d'olivier sous forme de feuilles séchées, de poudres, d'extraits ou de comprimés utilisés comme tisanes ou compléments alimentaires.	(Clodoveo <i>et al.</i>, 2022) (Otero <i>et al.</i>, 2020) (Jimenez <i>et al.</i>, 2011) (Clodoveo <i>et al.</i>, 2022 ; Farag <i>et al.</i>, 2007) (Wainstein <i>et al.</i>, 2012) (Clodoveo <i>et al.</i>, 2022)

II.8. Huile d'olive

II.8.1. Définition de l'huile d'olive

L'huile d'olive est le produit méditerranéen par excellence. Pendant toute l'antiquité, l'huile est un élément incontournable de la vie quotidienne, connu par son action bénéfique sur la santé. L'huile d'olive est obtenue à partir du fruit de l'olivier (*Olea europaea L.*), à l'exclusion

des huiles obtenues par extraction avec des solvants, par des procédures de réestérification, ou par n'importe quel mélange avec des huiles d'autres natures (**Mezghache et al., 2010**).

L'huile d'olive est l'huile obtenue 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 (**Breton et bervillé, 2012**).

II.8.2. Classification de l'huile d'olive

Les huiles d'olives vierges sont obtenues à partir du fruit de l'olivier, Ces huiles sont classées en diverses catégories qui correspondent à une certaine qualité, en fonction de l'acidité de l'huile, de son indice de peroxyde ainsi que d'autres critères chimique et qualités organoleptiques (**Pouyet et Ollivier, 2014**).

II.8.2.1. Huile d'olive vierge extra

L'acidité, exprimée en acide oléique doit être inférieure à 0,8 g/100g d'huile Au niveau des caractéristiques organoleptiques, cette huile a une présence de fruité et une absence de défaut (**Pouyet et Ollivier, 2014**).

II.8.2.2. Huile d'olive vierge

L'acidité, exprimée en acide oléique doit être inférieure à 2 g/100 g d'huile Au niveau des caractéristiques organoleptiques, cette huile a une présence de fruité et une présence possible de défauts légers (**Pouyet et Ollivier, 2014**).

II.8.2.3. Huile d'olive vierge lampante

Ce type d'huile a une acidité supérieure à 2 g/100 g d'huile. Cette huile est qualifiée d'impropre à la consommation et doit être destinée au raffinage (**Pouyet et Ollivier, 2014**).

II.8.2.4. 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 et dont les autres caractéristiques correspondent à celles fixées pour cette catégorie par la Norme (**Pouyet et Ollivier, 2014**).

II.8.3. Composition chimique de l'huile d'olive

L'huile d'olive présente une composition qui varie non seulement en fonction de la variété des olives, mais aussi, des conditions climatiques et de l'origine géographique. Les composés peuvent être classés en deux grands groupes : une fraction saponifiable constituée d'acides gras et leurs dérivés (de 96% à 98% de l'huile) et une fraction insaponifiable qui comprend les

composants mineurs (de 2 à 4% de l'huile) tels que les stérols, les alcools, les pigments, les hydrocarbures, les composés aromatiques, les tocophérols et les composés phénoliques (**Allalout et, Zarrouk, 2013**). Ils sont présentés dans le (**Tableau 06**).

Tableau 6 : Principaux constituants de l'huile d'olive (**Gigon et Le Jeune, 2010**).

Famille de constituants	Constituants
Acides gras (99 %)	Acide palmitique
AGS (14,8 %)	Acide palmitoléique
	Acide stéarique
Acide gras mono-insaturés (76,6 %)	Acide oléique
	Acide arachidique
	Acide gondoïque
	Acide lignocérique
Acides gras polyinsaturés (8,6 %)	Acide linoléique
	Acide linoléique
Autres substances : 1 %	Insaponifiable, squalènes
Phytostérols	Bêtasistostérol, campestérol, stigmastérol
Vitamines	Tocophérols (vitamine E), vitamine A, vitamine K
Polyphénols	Séco-iridoïdes : oleuropéine, déméthyleuropéine, ligstroside, hydroxytyrosol, tyrosol
Lignanes	Acétoxy-pinorésinol, pinorésinol
Triterpènes	Acide oléanolique, érythrodiol

II.8.3.1. Fraction saponifiable

Cette fraction représente 99% de l'huile d'olive. Elle est composée essentiellement de triglycérides et d'acides gras. La composition en acides gras et triglycérides de l'huile d'olive dépend du climat, de la variété, de la latitude et du degré de maturité des olives (**Allalout et, Zarrouk, 2013**).

II.8.3.1.1. Acides gras

Les acides gras sont les constituants de base de la grande majorité des lipides, ils se trouvent généralement liés au glycérol en formant les triacylglycérols ou à l'état libre suite à l'hydrolyse de ces derniers. La composition en acide gras de l'huile d'olive joue un rôle important pour sa qualité nutritionnelle et organoleptique. Divers facteurs, tels que le degré de maturité des olives, le climat, la variété ont une incidence sur le profil de composition en acides gras de l'huile d'olive (**Faghim et al., 2017**).

Les acides gras (AG) sont des acides monocarboxyliques à chaîne linéaire ou ramifiée comportant un nombre pair (ultra-majoritaire) ou impair (minoritaire) d'atomes de carbone. Ils peuvent être saturés, mono-insaturés, di- ou tri-insaturés (**Breton et Bervillé, 2012**).

Les acides gras présents dans l'huile d'olive sont principalement les mono insaturés (72%) et, en moindre proportion, saturés (14%) et polyinsaturés (14%), L'acide gras majoritaire

est l'acide oléique (C18 :1), acide gras mono insaturé qui distingue l'huile d'olive des autres huiles alimentaires. Les acides gras polyinsaturés représentent une fraction non négligeable de l'huile et sont majoritairement composés d'acide linoléique. La première caractéristique d'une huile de qualité supérieure est une huile d'olive riche en acide oléique et à une faible teneur en acide palmitique (C16 :0) (**Tableaux 07**)(**Grati-kammoun et Laroussi, 2013**).

Tableau 7 :Composition en acides gras d'une huile d'olive (**Fagim et al., 2017**).

Acide gras	Formule brute	Teneur (%)
Acide myristique	C14 :0	≤ 0,03
Acide palmitique	C16 :0	7,5 - 20,00
Acide palmitoléique	C16 :1n	7 0,30 - 3,50
Acide heptadécanoïque	C17 :0	≤ 0,30
Acide héptadécénoïque	C17 :1n-8	≤ 0,30
Acide stéarique	C18 :0	0,50 - 5,00
Acide oléique	C18 :1n-9	55,00 - 83,00
Acide linoléique	C18 :2n-6	2,50 -21,00
Acide linolénique	C18 :3n-3	≤ 1,00
Acide arachidique	C20 :1n-9	≤ 0,60
Acide gadoléique	C20	≤ 0,40
Acide béhénique	C22 :0	≤ 0,20
Acide lignocérique	C24 :0	≤ 0,20

II.8.3.1.2. Triglycérides

Les triglycérides sont les majoritaire de l'huile d'olive et constituée de (98 % à 99%) (**Abdul Hamid et al., 2022**). les diglycérides ne représentent qu'environ 1-2,8 % (**Boskou et al., 2006**).

Les triglycérides sont des triesters d'acides gras et d'un trialcool, le glycérol. Les acides gras estérifient le glycérol de telle sorte que plus de vingt triglycérides sont présents dans les huiles d'olive, Ils sont des molécules très hydrophobes, constituant une forme de réserve de l'énergie (**Ollivier et al., 2003**).

Les huiles possèdent quatre triglycérides principaux : la trioléine (OOO) (40-59%) qui est majoritaire dans toutes les huiles, la dioléylpalmitine (POO) (12-20%), la dioléyllinoléine (OLO) (12,5-20%) et la linoléyloléylpalmitine (PLO) (5,5-7%). Les autres espèces moléculaires (POLn,

PLL, OLL, PPO, SOO) sont mineures et présentent un faible pourcentage (**Breton et Bervillé, 2012**). Aucune norme ne fixe de limite quant aux proportions de triglycérides présents dans les huiles d'olive vierge (**Ollivier et al., 2003**).

II.8.3.2. Fractions insaponifiables

Dénommés constituants mineurs de l'huile d'olive, ils représentent environ 2% de l'huile d'olive où ils sont introduits plus de 230 composés différents (**Ramírez-Tortosa et al., 2006**).

L'insaponifiable correspond à l'ensemble des constituants d'un corps gras qui, après Saponification, sont peu solubles dans l'eau et solubles dans les solvants des graisses. Si l'huile d'olive possède des propriétés médicales, c'est en partie dû à sa teneur en acide Oléique, mais c'est aussi grâce à sa fraction insaponifiable : cette fraction contient des Constituants dits « mineurs » par leur faible proportion dans la composition chimique de l'huile d'olive (**Breton et Bervillé, 2012**).

Les composés mineurs appartiennent à un ensemble de familles chimiques parmi lesquelles on trouve (**Breton et Bervillé, 2012**).

- Les hydrocarbures.
- Les tocophérols (vitamine E).
- Les alcools triterpéniques et aliphatiques.
- Les stérols.
- Les composés phénoliques (antioxydants).
- Les chlorophylles et carotène

II.8.3.2.1. Stérols

Les stérols font partie des constituants caractéristiques des huiles et des graisses, ils représentent une proportion substantielle de la fraction insaponifiable dont ils constituent environ 30 à 60 %. Les stérols végétaux appelés phytostérols occupent la plus grande partie de la matière insaponifiable des huiles constituantes non glycéridique. En effet, c'est la seule huile qui contient un taux particulièrement élevé de β -sitostérol, substance qui s'oppose à l'absorption intestinale du cholestérol (**Allalout et Zarrouk, 2013**).

La composition stérolique est spécifique pour chaque espèce végétale. Plusieurs études ont identifiés trois principaux stérols dans les huiles d'olive : le β -sitostérol (70 à 90%), le campestérol (1 à 5%) et le stigmastérol (**Figure 36**) (0,5 à 2 %) (**Bentemime et al., 2008**).

Sous l'angle thérapeutique, les phytostérols possèdent certaines propriétés qui les rendent très intéressants pour la santé humaine. Ainsi, une quantité élevée en β -sitostérols, ce qui est le cas de huiles d'olive qui peut avoir une action hypocholestérolémiante (Demonty *et al.*, 2009).

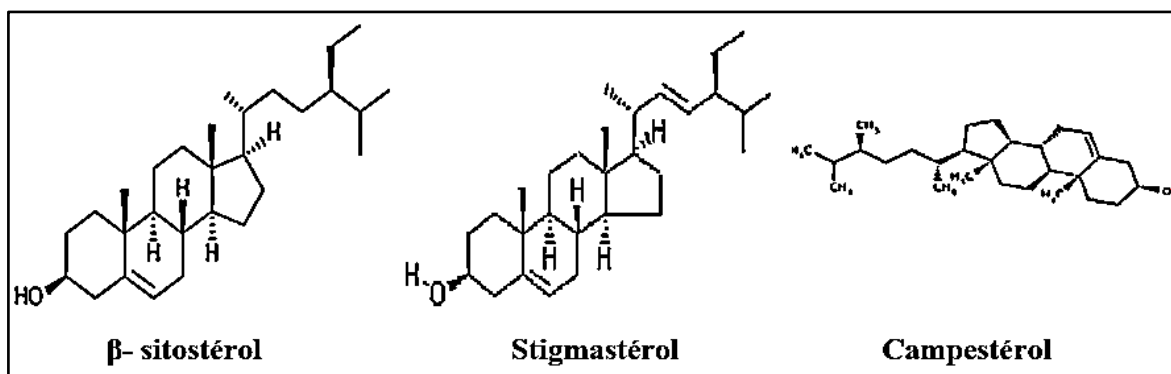


Figure 36: Principaux stérols de l'huile d'olive (Demonty *et al.*, 2009).

II.8.3.2.2. Alcools

➤ Alcools aliphatiques

Les alcools aliphatiques les plus rencontrés dans l'huile d'olive sont : le docosanol C22, le tetracosanol C24 et l'hexacosanol C26. L'identification des alcools aliphatiques est un paramètre très utile pour l'authentification des huiles (Rivera *et al.*, 2004).

➤ Alcools triterpéniques

L'huile d'olive renferme une quantité non négligeable d'alcools triterpéniques dont la teneur varie entre 100 et 150 mg dans 100 g. Les alcools triterpéniques ont en commun une fonction alcool au niveau du carbone 3. Les terpènes sont des composés très proches des stéroïdes puisqu'ils dérivent d'un précurseur commun : l'isoprène. On distingue deux composés alcooliques triterpéniques pentacycliques : l'erythrodiol et l'uvaol et les alcools triterpéniques tétracycliques. La détermination de ces deux composés peut être utile pour la détection de l'huile de grignon dans l'huile d'olive vierge. Ces deux composés sont utilisés comme indicateur de pureté de (contrôle de fraude) (Allalout et Zarrouk, 2013).

➤ Alcools terpéniques

Ils sont présents dans l'huile d'olive à l'état libre ou bien estérifiés avec les acides gras. Parmi eux, le cycloarténol revêt un intérêt particulier, il augmente l'excrétion des acides biliaires, favorisant ainsi l'élimination fécale du cholestérol. On trouve aussi de l'erythrodiol et de l'uvaol, rencontrés exceptionnellement ailleurs (Allalout et Zarrouk, 2013).

II.8.3.2.3. Pigments

Les chlorophylles et les caroténoïdes sont deux pigments qui donnent aux végétaux et plusieurs fruits leurs couleurs spécifiques. Dans l'huile d'olive les chlorophylles contribuent à la couleur verte tandis que caroténoïdes à la couleur jaune-orange (**Filoda et al., 2021**). Ils ont un rôle crucial dans le phénomène de photosynthèse. Mais récemment, plusieurs études ont démontré que ces pigments ont un effet sur la santé. En effet, les effets bénéfiques d'une nutrition riche en caroténoïdes sont reliés au fait qu'ils sont des antioxydants et ils assurent une prévention contre les maladies cardiovasculaires, et contre le cancer (**Faghim et al., 2017**).

La teneur totale en pigment dans l'huile d'olive est un paramètre important de qualité car il est corrélé avec la couleur. C'est un paramètre de base pour l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive. Par ailleurs, les pigments sont impliqués dans les mécanismes d'auto oxydation et photo-oxydation (**Faghim et al., 2017**).

II.8.3.2.4. Composés hydrocarbures et aromatique

L'huile d'olive contient deux hydrocarbures sont présents en quantités importantes dans l'huile d'olive, le squalène et le β -carotène. Le squalène est le métabolite précédant la formation du noyau des stérols. Sa présence est considérée comme partiellement responsable des effets bénéfiques de l'huile d'olive sur la santé et de son action chimio-préventive contre certains cancers. Il est le constituant majeur de la fraction insaponifiable de l'huile d'olive et représente plus de 90% des hydrocarbures (**Benlemlih et Chanam, 2016**).

Quant aux constituants aromatiques présents, ils confèrent à l'huile d'olive toutes ses qualités organoleptiques, en termes d'arôme et de saveur et ont une influence positive sur la digestion et la santé. Plus d'une centaine de substances aromatiques sont présentes. Le type de cultivar, l'état de maturité du fruit, ses conditions de stockage et le procédé d'extraction influent considérablement sur la qualité des arômes (**Hadj Sadok et al., 2018**).

II.8.3.2.5. Tocophérols

Sont des composés hétéro-acides qui existent essentiellement dans l'huile d'olive sous forme α et leur distribution dans les huiles d'olive est variable, La teneur totale en tocophérols dans les huiles d'olive est très variable (**Boskou et al., 2006**).

Les tocophérols sont des composés phénoliques apolaires. Ils représentent une famille très homogène de composés, constitués d'un reste hydroquinone substitué par un ou plusieurs groupes méthyles, et d'une chaîne poly-isoprénique plus ou moins saturée. Ils présentent

plusieurs sous-familles : l' α -tocophérol (c'est la vitamine E proprement dite), le β -tocophérol, les γ -tocophérols et les δ -tocophérol (**Mäkinen, 2002**).

L' α -tocophérols ou vitamine E qui représente 90 % des formes de tocophérols. Cette forme possède la plus forte activité vitaminique et est la plus active. Elle s'oppose au noircissement et à la polymérisation de l'huile, et protège contre les mécanismes athérogènes. La teneur moyenne en α -tocophérol de l'huile d'olive est de 18 mg pour 100 g (**Simopoulos et Visiolif, 2000**). Mais on trouve également un peu de β et γ tocophérols, alors que le δ tocophérol n'est présent qu'à l'état de traces (**Heidi Schwartz et al., 2008**).

II.8.3.2.6. Composés phénoliques

Sont des composés qui constituent l'une des caractéristiques de l'huile d'olive. Ils contribuent à son goût et à son arôme particulier. Ces composés phénoliques font partie des antioxydants naturels les plus importants de l'huile d'olive et contribuent pour une grande partie à la stabilité de l'huile en augmentant sa résistance à l'auto-oxydation (**Faghim et al., 2017**). L'huile d'olive contient des composés phénoliques simples et complexes qui augmentent sa stabilité et lui confèrent des propriétés antioxydantes et modulent sa saveur). Les composés phénoliques contribuent fortement au goût piquant, à l'astringence et à l'amertume des huiles (**Haddam, 2014**).

Les composés phénoliques contribuent à la bonne stabilité d'une huile de deux manières : d'une part ces composés, antioxydants naturels, vont s'oxyder préférentiellement aux acides gras insaturés ; d'autre part, on attribue aux phénols la capacité de piéger les radicaux OH. La quantité de composés phénoliques dans l'huile d'olive dépend de plusieurs facteurs, y compris le cultivar, le degré de maturation, possibilité d'infestation par la mouche de l'olive, le système d'extraction, ainsi que les conditions climatiques qui prédominent dans la zone de culture de l'arbre (**Faghim et al., 2017**).

La fraction phénolique de l'huile d'olive est constituée d'un mélange hétérogène de composés appartenant à plusieurs familles avec des structures chimiques différentes. Celles-ci les composés appartiennent à cinq classes principales : les acides phénoliques (par exemple, les acides caféique et syringique), les alcools phénoliques (par exemple, hydroxytyrosol et tyrosol), des flavonoïdes (par exemple, lutéoline et apigénine), sécoiridoïdes (par exemple, oleuropéine et ligstroside) et les lignanes (par exemple, le pinorésinol et 1-acétoxypinorésinol) (**Filoda et al., 2021**).

II.8.3.2.7. Composés volatils

Les composés volatils contribuent à la qualité d'une huile d'olive vierge extra et la création de la saveur où leur production se fait par la voie de la lipoxygénase lors des premières étapes de l'extraction de l'huile d'olive (**Veneziani et al., 2018**). Lors de la rupture de structure cellulaire, au début du malaxage, les composés organiques volatils sont produits grâce aux réactions enzymatiques (**Fратиanni et al., 2019**).

Les composés volatils contribuant à l'expression d'une note sensorielle positive de l'huile d'olive vierge extra et qui sont générés par voie de lipoxygénase après le broyage sont : aldéhydes ((E)-2-penténal, hexanal, (E)-2-hexénal, (E,E)-2,4-hexadiénal et 2,4-hexadiénal (i)), alcools (1-pentène-3-ol, (E)-2-pentène-1-ol, 1-hexanol, (Z)-3-hexène-1-ol et (E)-2-hexène-1-ol) et esters (acétate d'hexyle et acétate de (Z)-3-hexényle) (**Veneziani et al., 2018**).

II.9. Utilisations des huiles d'olives

Les huiles végétales représentent un produit très varié de corps gras, qui se caractérisent par leur intérêt nutritionnel, leurs usages et leurs critères biologiques tels que la composition en acides gras et en antioxydants, particulièrement en composés phénoliques qui présentent une source d'antioxydants puissants, en plus participation dans la détermination des caractéristiques organoleptiques (**Merouane et al., 2014**).

L'huile d'olive occupe une position unique parmi les huiles alimentaires, en raison de son arôme délicat, de sa stabilité et de ses bienfaits sur la santé (**Faghim et al., 2017**). Les méditerranéens considéraient l'huile d'olive non seulement un excellent aliment mais aussi un agent de guérison (**Idoui, 2013**), à sa teneur en composés phénoliques. Ces derniers ne cessent de prendre une importance croissante à cause de leurs vertus sur la santé. Leur pouvoir antioxydant naturel suscite de plus en plus d'intérêt pour la prévention et le traitement du cancer, des maladies inflammatoires et cardiovasculaires. Ils sont également utilisés comme additifs pour l'industrie agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétique (**Aouidi et al., 2009**).

II.9.1. Domaine Alimentaire

L'huile d'olive est un produit qui bénéficie d'une image positive associée à ses bienfaits sur le plan de la nutrition et de la santé (**Lamani et Ilbert, 2016**). Il est nécessaire en cuisine et un produit indispensable à la vie de tous les jours (**Breton et Bervillé, 2012**). Ils sont très utilisés en alimentation humaine (**Rzoui, 2015**), utiliser pour assaisonner les légumes crus et cuits, et pour mariner des viandes et des poissons ou les cuire (**Cahuzac-Picaud, 2010**). C'est une excellente substance conservatrice, qui garde le poisson, le fromage (**Rzoui, 2015**).

II.9.2. Domaine Thérapeutique

- L'utilisation de l'huile d'olive comme outil stratégique de prévention des pathologies ostéoarticulaires **(Coxam et al., 2014)**.
- L'huile est reconnue comme cholagogue et laxative, elle favorise les sécrétions de la bile. Elle équilibrerait les graisses dans le sang et aurait une action protectrice sur l'appareil digestif. Grace à sa richesse en acides gras mono-insaturés (acide oléique, acide hydroxy-palmitique), elle diminuerait les risques de thrombose en assurant une fluidité plus grande du sang par diminution de l'agrégation des plaquettes. Elle aurait un effet hypoglycémiant par ralentissement de la vidange gastrique et favoriserait la digestion **(Breton et Bervillé, 2012)**.
- L'huile d'olive est riche en vitamine E et en polyphénols, ce qui empêche l'oxydation des acides gras, et réduit les risques d'artérioscléroses et certaines formes de cancer. L'huile d'olive stimule le fonctionnement du foie et la vésicule biliaire, réduit l'acidité au niveau de l'estomac et la protège contre l'ulcère **(Rzoz, 2015)**.
- Elle réduit les risques des crises cardiaques et d'autres maladies cardio-vasculaires. C'est une huile riche en acides gras mono-insaturés (80%) et en antioxydants, ce qui maintient un bon taux de cholestérol dans le sang et réduit la tension artérielle **(Rzoz, 2015)**.
- Les personnes qui consomment régulièrement l'huile d'olive présentent un faible risque d'atteinte par le cancer, ce qui est spécialement vrai pour le cancer des seins **(Rzoz, 2015)**.
- L'huile d'olive joue un rôle dans la prévention des ulcères du tube digestif et des calculs des reins **(Rzoz, 2015)**.

II.9.3. Domaine Cosmétique

- L'industrie cosmétique emploie aujourd'hui l'huile d'olive comme base de nombreux produits de beauté **(Breton et Brevillé, 2012)**, On retrouve dans de nombreuses formulations de savons, crèmes, pommades, laits ou huiles où elle joue un rôle d'inducteur de pénétration **(Rzoz, 2015)**.
- Aide dans la guérison des gencives et maintient la blancheur des dents **(Rzoz, 2015)**.
- Permet un traitement efficace et sans effets secondaires sur la peau **(Rzoz, 2015)**.
- Utilisée comme un tonifiant des cheveux **(Rzoz, 2015)**.

- Maintien la souplesse de la peau et des muscles **(Rzoz, 2015)**.
- Utilisée comme remède idéal des brûlures lorsqu'elle est mélangée avec l'eau et le citron **(Rzoz, 2015)**.
- L'huile d'olive en pharmacopée l'huile d'olive sert aussi d'excipient pour préparer les formes galéniques suivantes : huiles officinales, baumes, onguent puis pommade, cérat, emplâtre et liniment **(Breton et Brevillé, 2012)**.

II.9.4. Autre Utilisation d'huile d'olive

- Elle a été utilisée tout d'abord comme combustible pour l'éclairage car elle a la propriété de ne pas fumer. Elle servait également à la conservation des bois, du cuir, à la préparation des tissus et au graissage des fils **(Breton et Brevillé, 2012)**.
- Utilisée autrefois, et peut être encore actuellement comme source d'énergie dans les lampes à pétrole **(Rzoz, 2015)**.
- Utilisée pour polir les diamants **(Rzoz, 2015)**.

Chapitre III

Les activités biologiques de

Olea europaea L.

L'olivier (*Olea europaea* L.) est une espèce largement cultivée dans le bassin méditerranéen depuis la plus haute antiquité. L'utilisation la plus connue de l'olivier est sans nul doute la production de l'huile d'olive utilisée à des fins alimentaires, cosmétiques et thérapeutiques. Par ailleurs, les propriétés médicinales de l'olivier sont également attribuées à ses feuilles qui font aujourd'hui l'objet de nombreuses recherches scientifiques. En effet, l'utilisation des feuilles d'olivier et de l'huile d'olive en phytothérapie remonte à très loin dans l'histoire. L'olivier est considéré donc comme étant une plante aromatique et médicinale douée d'activités biologiques extrêmement importantes tel que : Activités anti-oxydantes, Activité anti-inflammatoire, Activité hypotensives, Activité hypoglycémiantes et Activités hypocholestérolémiantes... (Djenane *et al.*, 2012).

III.1. Activités anti-oxydantes

A l'origine, le terme antioxydant était utilisé pour désigner spécifiquement un produit chimique qui empêche la consommation d'oxygène, et ralentit le phénomène d'oxydation qui est l'un des plus importants processus de production de radicaux libres dans les aliments et les systèmes vivants, ces radicaux libres sont responsables des dommages cellulaires, notamment sur l'ADN, et peuvent favoriser des maladies (Bubonja- Sonje *et al.*, 2011).

L'activité antioxydante de l'huile d'olive est due à sa richesse en antioxydants, notamment en composés phénoliques. La part de la fraction phénolique dans la stabilité oxydative de l'huile d'olive est de 30%. Cette contribution est la plus importante comparativement aux autres fractions, notamment la composition en acide gras et en caroténoïdes qui participent à environ 27% et 6% respectivement (Bouchenak *et al.*, 2018) dont l'activité antioxydante a été vérifiée *in vitro* et *in vivo* (Nithya *et al.*, 2017). Malgré son pouvoir antioxydant inférieur à celui des antioxydants synthétiques, l'huile d'olive reste très avantageuse par sa capacité de continuer à piéger les radicaux libres (Bouchenak *et al.*, 2018).

Les phénols ont de nombreuses fonctions biologiques : l'hydroxytyrosol inhibe l'agrégation plaquettaire et à une action anti-inflammatoire, et l'oleuropéoside favorise la formation d'oxyde nitrique, puissant agent vasodilatateur, protecteur des vaisseaux sanguins et antibactérien (Ghedira, 2008). Visioli et ses collaborateurs ont démontré que Hydroxytyrosol pur (HT) et oleuropéine tous deux inhibent puissamment et de manière dose-dépendante l'oxydation des LDL. Les activités de piégeage des radicaux libres de l'hydroxytyrosol et l'oleuropéine ont été davantage confirmé par l'utilisation de métal-indépendant les systèmes oxydants et les radicaux libres stables, tels que DPPH (Visioli *et al.*, 2008).

L'huile d'olive exerce un effet protecteur face à l'oxydation des lipoprotéines de faible densité (LDL) qui, lorsqu'elles sont oxydées, sont athérogènes. Sa teneur élevée en antioxydants semble contribuer de manière importante à l'effet que le régime alimentaire méditerranéen exerce sur l'espérance de vie. Ces agents antioxydants sont présents dans les légumes verts et dans les fruits. L'huile d'olive étant la seule huile produite directement à partir d'un fruit, elle conserve un grand nombre de ces substances, antioxydants et vitamines, qui lui confèrent une valeur nutritionnelle ajoutée. Cette richesse en antioxydants est due probablement au fait que l'olive, qui est un fruit exposé à l'air, est obligée de se défendre vis à vis de l'oxygène et doit par conséquent synthétiser une plus grande quantité de substances antioxydantes, que l'on retrouve par la suite dans l'huile dont elle est extraite. L'huile d'olive vierge, qui n'a subi ni raffinage ni traitement industriel, est particulièrement riche en ces substances. Elle présente une forte action antioxydante et un effet protecteur contre les altérations cellulaires induites par les radicaux libres (activité « scavenger ») et pourrait diminuer le risque de survenue de certains cancers (**Ghedira, 2008**). La fraction phénolique de l'huile d'olive extra vierge se concentre avant l'absorption dans la lumière intestinale, où elle peut contribuer à la modulation de la réponse des entérocytes aux stimuli oxydatifs et inflammatoires (**Romani et al., 2019**).

La feuille d'olivier a des propriétés antioxydantes associées à l'oleuropéine. L'acide caféique aurait également une activité antioxydante grâce au piégeage de l'anion superoxyde. Il a été rapporté que la feuille d'olivier avait un anti-complément *in vitro* et est un mécanisme proposé pour ses effets anti-inflammatoires. Il a été rapporté que l'oleuropéine, un antioxydant (**Khan et al., 2007**), responsable de propriétés antioxydantes exercées notamment vis-à-vis de l'oxydation des LDL cholestérols qui sont à l'origine de l'altération des tissus vasculaires au niveau des artères et, de ce fait, de l'athérosclérose (**Ghedira, 2008**). Le LDL oxydé est la forme de cholestérol la plus nocive et peut endommager les tissus artériels, favorisant ainsi l'athérosclérose. Il a été rapporté que la feuille d'olivier inhibe l'agrégation plaquettaire et la production de thromboxane A₂ (un stimulateur de l'agrégation plaquettaire avec des effets vasodilatateurs). Machado *et al.* Étudié l'effet des feuilles d'olivier alimentaires sur les lipides et les protéines oxydation de viande. Il a été observé que la supplémentation en viande avec les feuilles d'olivier ont diminué l'oxydation des lipides mais n'ont exercé aucun effet sur l'oxydation des protéines dans la viande crue et cuite, et les hydroxyles ont été étudiés pour leur pouvoir antioxydant et leur activité antiplaquettaire. Les résultats les ont suggérés comme de très bons antioxydants et inhibiteurs de l'agrégation plaquettaire et la libération de thromboxane, de sorte que l'utilisation de l'huile d'olive peut réduire le risque de maladies vasculaires (**Machado et al., 2013**).

Une étude récente rapportant que l'extrait de feuille d'olivier a inhibé les enzymes de conversion de l'angiotensine est également intéressante. Des expériences *in vitro* et animales ont été menées pour démontrer l'activité antioxydante des extraits de feuilles d'olivier. Dans les cellules épithéliales de rat stimulées par des cytokines, un extrait concentré de polyphénols a réduit la concentration de nitrite et la production de radicaux libres. Les lapins atteints de diabète induit ont montré une diminution des marqueurs de stress oxydatif lorsqu'ils étaient traités avec de l'oleuropéine. D'autres expériences soutiennent l'activité antioxydante des phénols oleuropéine et hydroxytyrosol (**Khan et al., 2007**). Benavente-Garcia et ses collaborateurs montre que les composés phénoliques de feuilles d'olivier (tel que La rutine flavonol rhamnoglucoside, flavone luteoline, catéchine flavan-3-ol, flavone luteoline) ont les composés avec la plus grande capacité de balayage de l'ABTS • + radical cation. L'oleuropéine a également un grand pouvoir antioxydant et diminue l'oxydation des lipides, en particulier les LDL, aussi bien *in vitro* qu'*in vivo*, chez le lapin. L'étude d'extrait de feuilles d'Olivier sur les érythrocytes montre que lors d'exposition à un stress oxydatif, les érythrocytes prétraités résistent à l'oxydation des lipides et à l'hémolyse (**Benavente-Garcia et al., 2000**).

III.1.1 Mode d'évaluation de l'activité antioxydants

L'activité antioxydante *in vitro* peut être estimée par différentes méthodes on distingue : la méthode de piégeage du radical libre DPPH, la méthode de la réduction du fer FRAP, et celle de la décoloration de β carotène, réduction du radical-cation ABTS•+ et la méthode de capture des radicaux peroxy (ORAC) (**Bourkhiss et al., 2010 ; Ouibrahim et al., 2015 ; Himed et al., 2016 ; Sarr et al., 2015 et Techer, 2013**).

III.1.1.1. Test de réduction du radical stable DPPH• : (Test DPPH)

La technique au DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est largement employée pour évaluer l'activité anti-oxydante (**Addab et al., 2020**). Le DPPH est un radical à base d'azote stable (**Bakchiche et al., 2018**), libre et caractérisé par une couleur violette dont l'intensité est mesurée à 515 nm (**Addab et al., 2020**). Le radical DPPH est l'un des substrats les plus généralement utilisés pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse (**Bakchiche et al., 2018**). La substance anti-oxydante agit en transférant un électron ou un atome d'hydrogène ce qui conduit à la réduction du DPPH au cours de la réaction et à un changement de coloration jaune pâle. Ce passage, de la première forme à la deuxième, est accompagné d'une diminution de l'absorbance qui peut exprimer le pourcentage de réduction de DPPH (**Addab et al., 2020**).

III.1.1.2. Test de réduction d'un complexe ferrique : (Test FRAP)

Le test FRAP (Ferric ion Reducing Antioxidant Power) évalue directement la présence des antioxydants dans différents échantillons (**Doukani et al., 2014**). Cette test est développée pour mesurer la capacité des extraits testés à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) présent dans le complexe $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ en fer ferreux (Fe^{2+}) (**Kholkhal et al., 2013**). Cette méthode évalue le pouvoir réducteur des composés à un faible pH (**Soltani et al., 2017**). En effet, le Fe^{3+} participe à la formation du radical hydroxyle par la réaction de Fenton. L'absorbance du milieu réactionnel est déterminée à 700 nm. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (**Doukani et al., 2014**).

III.1.1.3. Test du blanchissement du β -carotène

Dans ce test, la capacité antioxydante est déterminée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydative du β -carotène (décoloration) (**Djemoui et al., 2012**) due à sa réaction aux radicaux qui sont constitués par oxydation d'acide linoléique dans une émulsion (**Ghedadba et al., 2014**). La cinétique de décoloration de l'émulsion en présence et en l'absence d'antioxydant est suivie à 490 nm à des intervalles de temps réguliers pendant 48 heures (**Djemoui et al., 2012**). Cette méthode est employée couramment parce que le β -carotène montre une activité biologique forte et est un composé physiologique important. En outre, le β -carotène est employé comme agent de coloration en boissons, et sa décoloration réduirait nettement la qualité de ces produits. De ce fait, il est employé dans l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits des plantes (**Ghedadba et al., 2014**).

III.1.1.4. Test de réduction du radical-cation ABTS $\bullet$ (Test TEAC)

Dans la méthode TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity), l'activité antioxydante d'un extrait est déduite de sa capacité à inhiber un radical précis : le radical ABTS $\bullet$ (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique). Cette capacité est comparée au Trolox (acide 6-hydroxy-2, 5, 7, 8-tétraméthylchroman-2-carboxylique, analogue structural hydrosoluble de la vitamine E). Initialement, la formation du radical cation ABTS $\bullet$ résulte d'un arrachement d'un électron de l'un des atomes d'azote de la molécule ABTS par un oxydant (persulfate de potassium). En présence de Trolox ou d'antioxydants donneurs de $\text{H}\bullet$, ce radical ABTS $\bullet$ de coloration bleu-vert est réduit en ion ABTSH $^+$ incolore. Le suivi de cette décoloration à 734 nm permet d'évaluer le potentiel anti-radicalaire de l'extrait (**Sarr et al., 2015**).

III.1.1.5. Test de capture des radicaux peroxydes : (Test ORAC)

Le test ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) évalue la capacité d'un antioxydant à réduire la vitesse d'oxydation de la fluorescéine par des radicaux peroxydes ROO• générés par l'AAPH. La mesure de la fluorescence a été réalisée à la longueur d'onde d'excitation de 485 nm et à la longueur d'onde d'émission de 530 nm (Techer, 2013).

III.2. Activité anti-inflammatoire

Les utilités thérapeutiques d'*Olea europaea* L. ont été indiquées en médecine traditionnelle. Il a été utilisé pour traiter plusieurs maladies comme les inflammations (Bouallagui *et al.*, 2011). Ainsi, les effets anti-inflammatoires de l'huile d'olive extra vierge ont attiré l'attention et ont donc été largement évalués (Santangelo *et al.*, 2018 ; Fernandes *et al.*, 2020).

Dans ce contexte, Muto *et al.*, (2015) ont élucidé que les cellules épithéliales intestinales représentent une cible directe de l'action des phénols de l'huile d'olive où ils régulent l'expression de l'IL-8 par des mécanismes transcriptionnels et post-transcriptionnels et diminuent les taux d'IL-6, du facteur de nécrose tumorale (TNFα) et du CRP, ces effets bénéfiques ont été montrés après une consommation régulière de plus de 3 mois de l'huile d'olive par des groupes de patients atteints du diabète sucré de type 2.

De même, Rosignoli *et al.*, (2013), Camargo *et al.*, (2014) ont mis l'accent sur l'activité modulatrice de la réponse inflammatoire post prandiale de l'huile d'olive enrichi en composés phénoliques chez les patients atteints du syndrome métabolique.

L'huile d'olive extra vierge réduit également l'inflammation dans les maladies inflammatoires de l'intestin, y compris la colite ulcéreuse et la maladie de Crohn, étant toutes deux liées à une inflammation chronique de la muqueuse intestinale (Limketkai *et al.*, 2018). Les effets bénéfiques de la consommation de l'huile d'olive extra vierge ont été évalués dans d'autres maladies inflammatoires auto-immunes et chroniques comme la polyarthrite rhumatoïde (Rosillo, 2016), le lupus érythémateux disséminé (Apariciosoto *et al.*, 2017) ou la sclérose en plaques (Anggraini *et al.*, 2018) avec des résultats prometteurs dans les modèles animaux (Roman *et al.*, 2019).

Concernant les feuilles et les fruits de l'olivier, elles font actuellement l'objet de recherches dans les vastes domaines de la médecine et la pharmacologie. L'utilisation des feuilles et fruits de l'olivier en phytothérapie par la population locale se fait à l'état naturel (infusion ou décoction). Les feuilles ont été utilisées pour désinfecter les blessures cutanées, les

anciens leur attribuaient des vertus antiseptiques et aussi la propriété de lutter contre toutes sortes d'inflammation (**Arab et al., 2013**).

III.3. Activité hypotensives

L'activité hypotensives seraient dues en grande partie à l'oleuropéine, Cette action est également due à l'oléacine et l'acide oléanolique (**Rodriguez-Rodriguez et al., 2007**).

D'après les travaux de **Somova et al., (2002)**, la pression artérielle baisse d'une manière statistiquement significative après trois mois de traitement. Cette évaluation chimique a été réalisée à l'aide d'un extrait aqueux de feuilles d'olivier, elle a été menée dans le service de cardiologie de l'Hôpital Militaire de Tunis en 1996.

Les études cliniques récentes de **Ghedira et al., (2008)** ont montrées qu'une dose de 500 mg de l'extrait de feuilles d'olivier, deux fois par jour, peut remplacer une dose de 12.5-25 mg en CAPTOPRIL, dans l'abaissement des tensions artérielles systoliques et diastoliques chez les patients hypertendus.

III.4. Activité hypoglycémiant

Les propriétés hypoglycémiantes de l'extrait des feuilles d'olivier peut être expliqué par deux mécanismes de l'oleuropéoside, il augmenterait l'utilisation périphérique du glucose et favorise la libération d'insuline induite par le glucose (**Al-Azzawie et al., 2006**).

- Augmentation de la libération d'insuline induite par un pic de glucose sanguin lors des repas ainsi permettre une meilleure absorption cellulaire du glucose.
- Provocation de l'augmentation de l'utilisation périphérique du glucose, ce qui va entraîner une seconde diminution de la glycémie (**Al-Azzawie et al., 2006**).

L'acide oléanolique aurait aussi des propriétés hypoglycémiantes, cette molécule ralentit la prise du poids induit par une forte consommation de graisse et dispose d'un puissant potentiel contre l'hyperglycémie, et donc une forte action contre le DNID (diabète non insulino-dépendant) (**Sato et al., 2007**).

III.5. Activité anti-cancéreuse

Des études épidémiologiques ont montré que la consommation d'huile d'olive est associée à une diminution du risque de survenue de certaines tumeurs malignes et de certains types de cancer (côlon, rectum, sein, prostate, pancréas, endomètre) d'environ 10 % (**Ghedira, 2008**).

L'huile d'olive pourrait diminuer le risque de cancer du sein. Cet effet a été évalué dans le cadre de différentes études. L'adoption d'une alimentation saine, dont la source principale de matière grasse est l'huile d'olive, permettrait de réduire considérablement l'incidence de ce cancer, la mutation cellulaire impliquée dans la cancérogenèse étant due en partie à des substances mutagènes (radicaux libres) qui altèrent l'ADN. Pour neutraliser les espèces réactives de l'oxygène, l'organisme a besoin d'antioxydants tels les composés phénoliques contenus dans l'huile d'olive (**Hamdi et Castellon, 2005**).

De même, la relation entre l'adhésion à un régime alimentaire riche en huile d'olive et la diminution des risques de cancer du côlon a pu être établie. L'effet protecteur de l'huile d'olive demeure, indépendamment de la quantité de fruits et de légumes présents dans le régime alimentaire. Des recherches ont permis de mettre en évidence les effets positifs de l'huile d'olive sur les lésions pré-cancéreuses. Un régime riche en huile d'olive permet de réduire de manière significative le nombre de lésions initiales de la carcinogenèse (**Ghedira, 2008**).

Cet effet bénéfique pourrait être lié à l'action de l'acide oléique, acide gras mono insaturé majoritaire dans l'huile d'olive. L'acide oléique entraîne une réduction de la production des prostaglandines dérivées de l'acide arachidonique, qui jouerait un rôle dans la promotion cellulaire, seconde étape de la cancérogenèse (**Hamdi et Castellon, 2005**).

Toutefois, il n'est pas exclu que d'autres composés de l'huile d'olive, comme les antioxydants, les flavonoïdes, les polyphénols et le squalène, exercent également un effet positif. Il a été établi que le squalène présente une action favorable sur la peau et qu'il diminuerait l'incidence des mélanomes (**Ghedira, 2008**).

En outre, l'huile d'olive, grâce à sa palatabilité, facilite la consommation des légumes verts et des légumes secs dont les effets positifs dans la prévention des cancers ont été amplement démontrés. L'impact métabolique des lipides a fait l'objet de nombreux travaux au cours des dernières années, en particulier le rôle de l'huile d'olive dans les maladies hépatiques chroniques et dans la maladie intestinale de Cohn (**Ghedira, 2008**).

III.6. Activités hypocholestérolémiantes

L'hypercholestérolémie est l'une des principales causes de décès par maladie cardiovasculaire. Toutes les études pharmacologiques concernant l'Olivier, que ce soit la feuille, le fruit ou l'huile, décrivent un impact notable sur le profil lipidique et combattait les dommages induits par l'excès de cholestérol (**Alesci et al., 2021**).

Le composé phénolique de feuilles d'*Olea europaea* L est associé à une réduction de l'incidence des maladies cardiovasculaires, en tant qu'antioxydant il minimise les effets délétères des radicaux libres dans le corps. On croit que le processus peut impliquer l'activation de la phospholipase C et le métabolisme de l'acide arachidonique, et on pense qu'il réduit le peroxyde d'hydrogène (Vogel *et al.*, 2015).

Wani *et al.*, ont montré que l'huile d'olive peut réduire les triglycérides dans le sang, en réduisant l'accumulation de graisse dans le foie, en bloquant les processus inflammatoires. Ils ont également montré comment la consommation d'huile d'olive réduit le poids corporel, qui est la principale méthode de surveillance de la NAFLD (Wani *et al.*, 2015). L'hydroxytyrosol et l'oleuropéine peuvent inhiber l'oxydation des LDL et HDL. L'EVOO augmente la concentration sérique de HDL en affectant le rapport LDL/HDL (Covas *et al.*, 2006). En outre, il améliore le transport inverse du cholestérol (RCT), ce qui rend le HDL plus efficace dans la médiation de la sortie du cholestérol (Helal *et al.*, 2013). Les polyphénols contenus dans l'huile d'olive améliorent également la stabilité des HDL (Hernaiz *et al.*, 2014). Coni *et al.*, Ont également montré que l'ajout de 10 % d'huile d'olive au régime alimentaire standard peut réduire le cholestérol sanguin total et aider les LDL à lutter contre l'oxydation des lipides (Coni *et al.*, 2000), ainsi qu'à améliorer l'activité des enzymes antioxydantes. une étude a évalué l'effet biologique de l'oleuropéine sur les dommages oxydatifs, ischémiques et hypercholestérolémiques a montré que l'oleuropéine réduit le cholestérol total et des triglycérides circulants, assurant également une protection cardiovasculaire, neutralisant les dommages ischémiques (Alesci *et al.*, 2021). Il a également été montré que le tyrosol et l'hydroxytyrosol améliorent la résistance des LDL et HDL à la peroxydation lipidique, en éliminant les radicaux oxygénés, espèces réactives et nocives pour les cellules. L'EVOO peut donc améliorer les propriétés anti-athérogéniques des HDL (Berrougui *et al.*, 2015).

Une étude avec des souris nourries avec un régime riche en cholestérol a montré que l'administration orale d'extrait de feuille d'olivier, hydrolysate d'extrait acide et extrait d'hydrolysate enzymatique ont réduit les taux sanguins de TC (Cholestérol total), TG (Triglycérides), LDL-c. En outre, les souris qui ont reçu les extraits phénoliques ont retrouvé leurs niveaux de cholestérol à lipoprotéines de haute densité (HDL-c). ($p < 0,05$). L'étude suggère un effet hypocholestérolémiant des composés phénoliques dans les extraits de feuilles d'olivier. L'étude a également calculé l'indice d'athérosclérose (IA), défini comme le rapport LDL-c et HDL-c, qui était significativement plus faible dans les groupes qui ont été administrés des composés phénoliques présents dans des extraits de feuilles d'olivier ($p < 0,05$) et ont montré qu'il y avait une réduction significative de l'activité hépatique de la CAT (catalase) et de la SOD

(superoxyde dismutase) chez des souris nourries avec un produit riche en cholestérol par rapport au groupe témoin. Cependant les niveaux ont été rétablis en présence de composés phénoliques présents dans les extraits de feuilles d'olivier ($p < 0,05$) (Jemai *et al*, 2008).

Une étude similaire chez des lapins hypercholestérolémiques montrée que l'administration de 10 ou 20 mg / kg de l'oleuropéine pendant 6 semaines a diminué le CT (Cholestérol total) et le TG (Triglycérides) ($p < 0,05$) (Vogel *et al*, 2015).

III.7. Activité anti-thrombotique, anti-ischémique et vasculotrope

Une huile d'olive vierge riche en composés phénoliques permet de changer le profil d'hémostase en période postprandiale de patients hypercholestérolémiques, en permettant l'acquisition d'un statut moins thrombogène. L'huile d'olive diminue la sensibilité des plaquettes à l'agrégation et les niveaux plasmatiques de thromboxane A2 et de facteur Willebrand. De plus, la consommation chronique d'huile d'olive s'accompagne d'une baisse plasmatique du PAI-1, augmentant ainsi l'activité fibrinolytique du plasma. Les MUFA ont été identifiés chez des sujets jeunes et sains, commémorateurs de l'agrégation plaquettaire et du facteur VII (Gigon et Le Jeune, 2010). Nasrallah *et al* ont démontré que l'oleuropéine (OL) a une fonction thérapeutique potentielle dans différents modèles d'ischémie. Ont montré qu'il pourrait protéger l'intestin de l'ischémie en activant les voies de signalisation cellulaire anti-inflammatoires et anti-apoptotique. De plus, il a été démontré que l'OL pouvait réduire les lésions myocardiques en réduisant les ROS et en inhibant l'apoptose. De plus, l'OL s'est révélée efficace pour réduire la toxicité rénale induite par l'indométhacine, un anti-inflammatoire non stéroïdien, et le cisplatine, un médicament chimiothérapeutique (Nasrallah *et al.*, 2020).

Dans une autre étude espagnole, on a montré qu'une alimentation contenant une haute teneur en composés phénoliques d'huile d'olive améliorait l'ischémie réactionnelle postprandiale. Ce phénomène pourrait être expliqué par la réduction du stress oxydant et nitrosant par l'huile d'olive. Sur des modèles cérébraux animaux (rats), l'administration d'hydroxytyrosol et de son dérivé, l'hydroxytyrosol acétate, ont révélé leur potentiel de protection neuronale vis-à-vis de phénomènes induits d'ischémie-reperfusion (Gigon et Le Jeune, 2010).

Bulotta *et al* ; Manneet ses collaborateurs, ont analysé les effets de l'oleuropéine dans les lésions myocardiques induites par l'ischémie ; dans le cœur de rat isolé perfusé avec oleuropéine avant l'induction de l'ischémie, ont été mesurés les niveaux de créatine kinase, un marqueur biochimique des dommages cellulaires, et ceux de glutathion oxydé, un marqueur de l'exposition

du cœur au stress oxydatif et un facteur clé dans la pathogenèse de l'athérosclérose. OL a significativement diminué les niveaux des deux marqueurs suggérant un effet cardioprotecteur dans les événements aigus qui suivent l'occlusion coronarienne. Récemment, il a été observé que l'OL est capable de prévenir la cardiomyopathie chez les rats traités à la doxorubicine (DXR) (Manne *et al.*, 2004 ; Bulotta *et al.*, 2014)

La doxorubicine, un antibiotique anthracycline connue cliniquement sous le nom d'Adriamycine, est un antinéoplasique efficace contre de nombreuses maladies malignes. Cependant, l'utilisation clinique du DXR est souvent limitée en raison de ses effets secondaires cardiotoxiques graves, effets secondaires probablement induits par le stress oxydatif. Vogel *et al* études *in vivo* ayant évalué l'effet de l'oleuropéine chez des souris traitées avec DXR a montré que le médicament augmente de manière significative la libération d'enzymes cardiaques dans la circulation systémique et que l'utilisation concomitante d'oleuropéine à des concentrations de 100 et 200 mg / kg du poids corporel avec DXR réduit les taux sériques de la créatine phosphokinase (CPK), créatine phosphokinase- MB (CK-MB), LDH, aspartate aminotransférase (ASAT) et alanine aminotransférase (ALAT). De plus, l'oleuropéine a réduit la peroxydation lipidique induite par le DXR, améliorant le résultat thérapeutique et prévenant ainsi de la cardiotoxicité et en préservant contractilité du ventricule gauche et en atténuant le développement de lésions inflammatoires et dégénératives dans le myocarde (Vogel *et al.*, 2015).

L'impact de trois diètes différentes pour leur composition en acides gras, sur la fonction endothéliale et des marqueurs de l'inflammation, a été analysé chez des volontaires sains. Ainsi, une diète méditerranéenne enrichie en huile d'olive, donc riche en MUFA, a été ainsi comparée à une diète occidentale riche en acides gras saturés (AGS) et à une diète méditerranéenne riche en acides gras polyinsaturés de la série oméga-3 (ALA). La diète méditerranéenne (MUFA) a enregistré la meilleure réponse postprandiale en termes de vasodilatation endothéliale et les niveaux les plus bas en ce qui concerne les marqueurs plasmatiques de l'inflammation (Gigon *et Le Jeune*, 2010).

III.8. Activités antimicrobiennes

Un agent antimicrobien est une substance qui tue ou inhibe la propagation des micro-organismes. Les polyphénols sont des molécules bioactives qui ont été bien documentés pour leurs propriétés antimicrobiennes et activités antioxydants. *In vitro* des études ont montré que l'huile d'olive contient des composés phénoliques contenus, avec de fortes activités antimicrobiennes et antioxydants capable de réduire la croissance et la propagation de plusieurs bactéries. La teneur en Hydroxytyrosol de l'huile d'olive a la capacité de réduire la croissance

d'une variété de micro-organismes nuisibles. Une réponse antimicrobienne remarquable avec la prise de l'extrait d'olive a été attribué à son contenu polyphénolique (**Bilal et al., 2021**).

Turkmen et al., (2007) ont démontré que l'hydroxytyrosol, le pinorésinol et l'oleuropéine de l'huile d'olive extra vierge possèdent une capacité antimicrobienne. Le pinorésinol a montré une activité antifongique contre plusieurs champignons pathogènes tels que *Fusarium verticillioides*, *Fusarium graminearum* et *Candida albicans* (**Lopez- Biedma et al., 2016**). Tandis que l'oleuropéine et l'hydroxytyrosol sont révélés efficaces contre les champignons, plusieurs souches de bactéries pathogènes pour l'homme et même les virus, y compris le virus de l'immunodéficience humaine (VIH) et les parasites (**Gorzynik-Debika et al., 2018 ; Bertelli et al., 2020**).

Des études *in vitro* ont été menées pour établir la gamme d'activité des extraits de feuilles d'olivier (**Khan et al., 2007**) doses orales de feuilles d'olivier pulvérisées ont été utilisé pour traiter les infections paludéennes. Il a été démontré que les polyphénols affectent négativement la croissance et multiplication de *Bacillus cereus* et *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi* et *Escherichia coli* (**Bilal et al., 2021**), *Vibriopara haemolyticus* et *Staphylococcus aureus* (y compris les souches résistantes à la pénicilline), agents responsables d'infections intestinales ou respiratoires chez l'homme. La feuille d'olivier pourrait être considérée comme un agent antimicrobien potentiellement efficace pour le traitement des infections intestinales ou des voies respiratoires. Le composant généralement associé aux propriétés antimicrobiennes de la feuille d'olivier est l'oleuropéine. Il a également été rapporté que l'oleuropéine stimule directement l'activation des macrophages dans des études en laboratoire (**Khan et al., 2007**).

L'extrait de feuille d'olivier renforcerait le système immunitaire et permettrait de lutter contre de nombreux agents infectieux ; bactéries, parasites, virus et certains champignons (**Sudjana et al., 2009**).

L'extrait de feuilles d'olivier interfère avec les infections virales et leur diffusion en désactivant les cellules virales spécifiques, ou en inhibant leur prolifération et leur croissance à la membrane cellulaire.

- L'extrait de feuilles d'olivier interfère avec la production d'acides aminés, essentiels à la survie des microbes spécifiques, qu'ils soient virus, bactéries, parasites ou champignons.
- Il neutralise également la protéase nécessaire au rétrovirus pour modifier l'ARN d'une cellule saine.

- L'extrait de feuilles d'olivier peut entrer dans les cellules humaines altérées, et inhiber la reproduction microbienne.
- L'extrait de feuilles d'olivier peut directement stimuler la formation de cellules immunitaires pour combattre de nombreux types de microbes (**Sudjana et al., 2009**).

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales ont été utilisées depuis des milliers d'années à des fins thérapeutiques pour traiter naturellement toute une variété de maladies. Cette propriété a été confirmée par des recherches scientifiques modernes qui ont assuré l'efficacité de ces plantes grâce à leur richesse en métabolites secondaires qui leur confèrent des propriétés biologiques diverses.

L'espèce *Olea europaea* appartenant à la famille des *Oleaceae*, possède de nombreuses activités biologiques : antioxydante, antimicrobienne, anti-inflammatoire et bien d'autres, et l'influence des feuilles et fruits, huile de l'olivier sauvage et cultivé sur les inflammations, hypoglycémies, les coagulations, l'hémolyse de sang...

Il a été prouvé par une étude que la meilleure huile végétale de tous les temps est l'huile d'olive, en raison des grands bienfaits que Dieu Tout-Puissant lui a donnés de grands avantages dans des nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacologie, cosmétologie et l'agriculture, on cette raison, l'olivier est considéré comme l'un des arbres et des fruits bénis.

L'olivier est l'une des espèces qui ajoute un élément de beauté à l'environnement naturel des jardins, et est également important pour fournir de l'ombre, en raison de ses feuilles persistantes tout au long de l'année et de sa longue durée de vie, Parmi ses avantages environnementaux les plus importants on cite l'amélioration des sols agricoles, il combat la désertification, l'atténuation du changement climatique et la réduction des émissions conduisant au réchauffement climatique, les experts en nutrition du monde entier recommandent toujours qu'un individu mange une quantité d'olives, équivalente à sept grains par jour, en raison de leur valeur nutritionnelle élevée, pour maintenir l'alimentation d'une personne saine et équilibrée, et les olives de toutes sortes contiennent les mêmes avantages, et le fruit des olives est disponible partout dans le monde, Mais nous devons le préserver et l'irriguer, et essayer de le multiplier à chaque occasion, et c'est une grande bénédiction dont tout le monde ne se rend pas compte.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Abdessemed, S., Abdessemed, A., Boudchicha, R.H. et Benbouza, H. (2018). Caractérisation et identification de quelques écotypes d'olivier *Olea europaea* L en Algérie. *Agriculture Journal*, 8(2) : 26-43.

Abdul Hamid, R., Hag Husein, H. et Bäumlér, R. (2022). Characteristics of Some Wild Olive Phenotypes (Oleaster) Selected from the Western Mountains of Syria. *Sustainability*, 14, 5151: 2-14.

Aboamer, A.A., Aziz, H.A., Azzaz, H.H., Alzahar, H. et Murad, H.A. (2018). Impact of urea-treated olive trees by-products on barki ewe's nutrients digestibility and milk productivity. *Egyptian J. Nutrition and Feeds*, 21 (3) : 613-623.

Addab, N., Fetni, S., Hamlaoui, F., Zerguine, A. et Mahloul, K. (2020). Evaluation comparative de l'activité anti-oxydante des extraits éthanoliques des feuilles d'*Olea europaea* L. de l'Est Algérien. *Journal de la Faculté de Médecine d'Oran*, 2 (4) : 579- 586.

Adou, A.D., Mida kabran, G.R., Olivier N'guessan, A.H., Claude Kablan, A.L, Mamyrbekova-Békro, J.A. et Békro, Y.A. (2019). Analyse phytochimique d'un extrait coumarinique de feuilles de *Zanthoxylum gillettii* de Côte d'Ivoire. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 047 : 26-31.

Afify, A.M.R., El-Beltagi, H.S., Fayed, S.A. et El-Ansary, A.E. (2018). Beneficial and potent effect of olive leaves extract on hyperglycemic state, kidney and liver function in stz-induced type 2 diabetes mellitus. *Fresenius Environmental Bulletin*, 5A (27): 3733-3739.

AL-azzawie, H. F. et Alhamdani, M.S. (2006). Antihypertensive and antyoxoydant activity for triterpenoids isolated from *Olea europaea* L. leaves. *Biological and pharmaceutical bulletin*, 23 (11): 1307-1313.

Alesci, A., Miller, A., Tardugno, R. et Pergolizzi, S. (2021). Chemical analysis, biological and therapeutic activities of *Olea europaea* L. extracts. *Natural Product Research*, 1-14.

- Alkhtib, A., Muna, M., Burton, E., Wamatu, J., Darag, M., Alkhaled, E., Al-asa'ad, Z., Almoufachi, H. et Zaeowd, R. (2021).** Effect of olive tree leaves and twigs on intake, digestibility, growth performance and blood variables of Shami goats. *Vet Med Sci*, 1-7.
- Allalout, A. et Zarrouk, M. (2013).** Culture hyperintensive de l'olivier dans la le monde et applications tunisie. *THE*, 157-158: 66-97.
- Altioik, E., Baycin, D., Bayraktar, O. et Ulku, S. (2008).** Isolation of polyphenols from the extracts of olive leaves (*Olea europaea* L.) by adsorption on silk fibroin. *Separation and Purification Technology*, 62 (2) : 342-348.
- Amouretti, M. et Comet, G. (1985).** Le livre de l'olivier. *Edisud, Aix-en-Provence*, pp : 173.
- Amrouni Sais, H., Fethallah, R. et Fahas, M. (2021).** Les exploitations oléicoles en Algérie ; quelle performance économique ?. *Recherche Agronomique*, 1 (19) : 65-76.
- Angerosa, F., Servili, M., Selvaggini R., Taticchi, A., Esposto, S. et Montedoro, G. (2004).** Volatile compounds in virgin olive oil: Occurrence and their relationship with the quality. *J. Chromatogram.A*, 1054: 17-31.
- Anggraini, D.R., Widyawati, T., Sari, M.I., Wahyuni, H.S., Syarifah, S., Fratamasinaga, A.P. (2018).** Antioxidant assay of Phaseolus vulgaris beans ethanolic extract *in vitro* and *in vivo*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11 (1) :122-125.
- Angles, S. (2014).** Atlas des paysages de la vigne et de l'olivier en Frances méditerranéenne. *Éditions cirad, Ifremer, Inra, Irstea*, pp: 32.
- Aniszewski, T. (2007).** Alkaloids – Secrets of Life, Alkaloid Chemistry, Biological significance, Applications and Ecological Role. *1ère Edition, Elsevier*, pp: 66-67.
- Antoniou, C. et Hull, J. (2021).** The Anti-cancer Effect of *Olea europaea* L. Products: a Review. *Current Nutrition Reports*, 10 : 99-124.
- Aouidi, F. (2012).** Etude et valorisation des feuilles d'olivier *Olea europaea* dans l'industrie Agro-alimentaire. Thèse de doctorat : Génie Biologique. Université du Carthage, pp : 10-11.
- Aouidi, F., Dupuy, N., Artuad, J., Roussos, S., Msallem, M., graime, I.P. et Hamdi M. (2012).** Rapid quantitative determination of oleuropein in olive leaves (*olea europaea*) using mid-infrared spectroscopy combined with chemometric analyses. *Industrial crops and products* 37 : 292-297.

Aouidi, F., Perraud-Gaime, I., Roussos, S. et Hamdi, M. (2009). Etude de la répartition quantitative des phénols totaux dans l'olivier en fonction des organes et leur degré de maturité. *Olivebioteq*, 376-379.

Aparicio-Soto, M., Sánchez-Hidalgo, M., Cárdeno, A., Lucena, J.M., González- Escribano, F., Castillo, M.J. et Alarcón-de-la-Lastra, C. (2017). The phenolic fraction of extra virgin olive oil modulates the activation and the inflammatory response of T cells From patients with systemic lupus erythematosus and healthy donors. *Mol Nutr Food Res*, 61(8): 14-85.

Arab, K., Bennouari, A., Nirak, Z., Bouchenak, O. et Yhiaoui, K. (2012). Evaluation de l'activité biologique des feuilles de l'olivier sauvage et cultivé. *Biological and Pharmacological activities of Natural Substances*, 13-17.

Arab, K., Bouchenak, O. et Yahiaoui, K. (2013). Évaluation de l'activité biologique des feuilles de l'olivier sauvage et cultivé. *Afrique Science*, 09 (3) : 159-166.

Argenson, C., Regis, S., Jourdain, J.M. et Vaysse, P. (1999). Oléagineux Corps gras Lipids. *Edition Luis Gérard*, 6 : 80-83.

Ater, M., Essalouh, L., Ilbert, H., Moukhli, A. et Khadari, B. (2016). L'Oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques. Montpellier : *CIHEAM. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens)* 118 : 31-32 ; 125-141.

B

Baba Moussa, A.L., Sanni, A.Y., Dagnra, S., Anagonou, M., Prince-David, V., Edoh , J.J., Befort , G., precost, I. et Monteil, H. (1999). Approche épidémiologique de l'antibiobioactivité et de la production de leucotoxines par les souches de *Staphylococcus aureus* isolées en Afrique de Ouest. *Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS*, 29 : 689-96.

Bagora, B., Imaël, H.B., Riccardo, S., Charlemagne, G., Laurent, M., Jean-Marc, A. et Jacques, S. (2014). Anticancer activity of essential oils and their chemical components, a review, 4(6): 591-607.

Bakchiche, B., Habati, M., Benmebarek, A. et Gherib, A. (2018). Caractéristiques physico-chimiques, concentrations en composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie). *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét*, 6 (1) :118-123.

- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. et Idaomar, M. (2008).** Food and Chemical Toxicology. *Biological effects of essential oils*. 46: 446-475.
- Bakouan, Y., Bintou, S., Tarpaga, L., Yoda, J., Djandé, A. et Bayo, K. (2021).** 3-benzoyl-4-hydroxy-coumarine : Synthèses et caractérisation d'une série de nouveaux composés. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*. 050 : 23-29.
- Baldoni, L. et Fontanazza, G. (1989).** Preliminary results on olive clonal rootstocks behaviour in the field. *International Symposium on Olive Growing* 286: 37-40.
- Barranco, D., Cimato, A., Fiorino, P., Rallo, L., Touzani, A., Castañeda, C., Serafín, F. et Trujillo, I. (2000).** World catalogue of olive varieties. *International Olive Oil Council, Madrid*, pp: 480.
- Barton, G.M. (2008).** A calculated response: control of inflammation by the innate immune system. *The Journal of clinical investigation*, 118 (2): 413-420.
- Bayraktara, M., Hayta-Smedley, S., Unala, S., Varold, N. et Gurel, A. (2020).** Micropropagation and prevention of hyperhydricity in olive (*Olea europaea* L.) cultivar 'Gemlik'. *South African Journal of Botany*, 128: 264-273.
- Beatrice, M., Josiane, P. et Michel, P. (2009).** Huile Essentielle De Terpenthrine et sa partie la plus volatile (α - ET β -PINENES) : Une revue bibliographique. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 22(4): 331-342.
- Bekhechi, C. et Abdelouahid, D. (2010).** Les Huiles Essentielles. *Edition Office des Publications Universitaires*, pp : 12-13.
- Ben Rouina, B., Trigui, A. et Boukhris, M. (2001).** Effet du climat et des conditions du sol sur les performances des chemlali de Sfax « oliviers ». *Acta Horticulturae*, (1) 586: 285-289.
- Benavente-Garcia, O., Castillo, J., Lorente, J., Ortuno, A. et Del Rio, J.A. (2000).** Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. *Food Chemistry*, 68: 457-462.
- Benlemlih, M. et Ghanam, J. (2016).** Polyphénols d'huile d'olive, trésors santé!. *Edition medicatrix*, pp: 51-52.
- Bennaghmouch, L., Hajjaji, N. et Gmira, N. (2002).** Flavonoïdes d'*Ajuga iva* (L.) Schreb (Labiée). *Actes inst.agron.vet. (Maroc)*, 22(1):25-30.

- Bennett, R.N. et Wallsgrove, R.M. (1994).**Secondary metabolites in plant defense mechanisms. *New Phytol Tansley Review*, 72 (127): 617-633.
- Bentellis, A., Djelali, N.E. et Sahir-Halouane, F. (2017).** Proceeding. *The 1st International Congress on Biotechnologies for Sustainable Development- CIBSDD, Boumerdes- Algeria*, (1-4).
- Bentemim, S., Manai, H. et Methnni, K. (2008).**Sterolic composition of Chetoui virgin Olive oil: Influence of geographical origin. *Food Chemistry*, (10) : 366-374.
- Bernie, G., Forrester, S. et Grey, D. (2006).** Botanica. Encyclopedie de botanique et d'horticulture plus de 1000 plants de monde entière. *Edition place victores*, pp : 1020.
- Berra, B. (1998).**Les composants mineurs de l'huile d'olive : aspects biochimiques et Nutritionnels.*Olivae*, 73: 29-30.
- Berrougui, H., Ikhlef, S. et Khalil, A. (2015).** Extra Virgin Olive Oil Polyphenols Promote Cholesterol Efflux and Improve HDL Functionality. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, (2015), Article ID 208062: 1-9.
- Bertelli, M., Kiani, A.K., Paolacci, S., Manara, E., Kurti, D., Dhuli, K., Bushati, V., Miertus, J., Pangallo, D. et Baglivo, M. (2020).** Hydroxytyrosol: A natural compound with promising pharmacological activities. *J. Biotechnol*, 309: 29-33.
- Berthet, J., Hopkins, W.G., Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogge, E.A., Stevens, P., Lepoivre, P., Nutsch, W., Raven, P.H., Johnson, G.B., Losos, J.B., Singer, S.S., Ricklefs, R.E. et Miller, G.L. (2007).**Biologie végétale. 2^{ème} Edition, de boeck, pp : 27-32.
- Besnard, G., Breton, C., Baradat, P., Khadari, B. et Bervillé, A. (2001).**Cultivar Identification in olive based on RAPD markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126: 668-675.
- Bilal, R.M., Liu, C., Zhao, H., Wang, Y., Farag, M.R., Alagawany, M., Hassan, F., Elnesr, S.S., Elwan, H.A.M., Qiu, H. et Lin, Q. (2021).** Olive oil: Nutritional Applications, Beneficial Health Aspects and its Prospective Application in Poultry Production. *Frontiers in pharmacology*, (12) : 1-12.
- Blaquez Jose, M. (1997).** Origine et diffusion de la culture de l'olivier. Encyclopédie de l'olivier. *Madrid*,pp : 19-20.

- Bochar, D. A., Friesen, J. A., Stauffacher, C.V. et Rodwell, V.W. (1999).** Biosynthesis of mevalonic acid from acetyl-CoA. In Cane, D. (eds.), *Isoprenoids Including Carotenoids and Steroids*. NewYork: Pergamon Press, 2: 15-44.
- Borjan, D., Leitgeb, M., Knez, Z. et Hrcic, M.K. (2020).** Microbiological and Antioxidant Activity of Phenolic Compounds in Olive Leaf Extract. *Molecules*, 25, 5946: 2-27.
- Borrel, M. (2017).** Le Grande livre des plantes médicinales à cultiver Soi-même. *1^{ère} Edition Leduc.s*, pp: 17.
- Boskou, D. (2006).** Characteristics of the olive tree and olive fruit. In: *Olive oil: chemistry and technology. Second edition*. AOCS Press, pp: 13-19.
- Boskou, D., Blekas, G. et Tsimidou, M. (2006).** Olive oil composition. Edition, Olive oil, chemistry and technology (2nd edition). Champaign Illinois: *American oil Chemists society. USA*, pp: 41-72.
- Boskou, D., Tsimidou, M. et Blekas, G. (2006).** Polar Phenolic Compounds: in Olive Oil, Chemistry and Technology, *2nd Edition. The American Oil Chemists Society*, pp: 13-55.
- Bouallagui, Z., Han, J., Isoda, H. et Sayadi, S. (2011).** Hydroxytyrosol rich extract from olive leaves modulates cell cycle progression in MCF-7 Human breast cancer cells. *Food and Chemical Toxicology*, 49: 197-184.
- Bouchenak, O., Yahiaoui, K., Toubal, S., Benhabyles, N., Laoufi, R. et Arab, K. (2018).** Etude comparative des huiles d'olives de cinq régions d'Algérie (Bouira, Bejaia, Biskra, Dellys et Jijel). *Revue Agrobiologia*, 8 (2) : 1038-1046.
- Boudhioua, N., Ben Slimen, I., Bahloul, N. et Kechaou, N. (2008).** Etude du séchage par infrarouge de feuilles d'olivier d'origine tunisienne. *Revue des Energies Renouvelables SMSTS'08 Alger*, 111-116.
- Boudhrioua, N., Bahloul, N., Ben Slimen, I. et Kechaou, N. (2009).** Comparison on the total phenol contents and the color of fresh and infrared dried olive leaves. *Industrial crops and products*, 29: 412-419.
- Bourkhiss, M., Hnach, M., Paolini, J., Costa, J., Farh, A. et Satrani, B. (2010).** Propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des huiles essentielles des différentes parties de *tetraclinis articulata* (vahl) masters du maroc. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, (79) : 141-154.

Boutefnouchet, S., Girard, C., Hennebelle, T., Poupon, M. et Seguin, E. (2020). Pharmacognosie : Obtention et propriétés des substances actives médicamenteuses d'origine naturelle. *Elsevier-masson*, pp : 32-36.

Bremness, L. (2005). Plantes aromatiques et Médicinales. *1^{ère} Edition, Larousse*, pp : 25-27.

Breton, C. et Bervillé, A. (2012). Histoire de l'olivier. *Editions Quae*, pp : 18-35 ; 2-215.

Breton, C., Médail, F., Pinatel, C. et Bervillé, A. (2001). De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de *Olea europaea* L. dans le Bassin méditerranéen. *Cahiers Agricultures*, 15 (4), 329-331.

Breton, C., Médail, F., Pinatel, C. et Bervillé, A. (2006). De l'olivier à l'oléastre : origine et domestication de *Olea europaea* L. dans le Bassin méditerranéen. *Cahiers Agricultures*, 4 (15) : 329-336.

Brun, J.P. (2021). Techniques et économies de la Méditerranée antique. *L'annuaire du Collège de France*, 118 : 242-268.

Bruneton, J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. *4^{ème} édition, Technique et Documentation*, pp : 5-484 ; 938.

Bruno, E. (2013). La phytothérapie, de l'utilisation traditionnelle au dosage moderne des phytomédicaments : l'approche fonctionnelle Phytothérapie Européenne. *Université paris7* : 19-23.

Bubonja-Sonje, M., Giacometti, J. et Abram, M. (2011). Antioxidant and antilisterial activity of olive oil, cocoa and rosemary extract polyphenols. *Food chemistry*, 127: 1821-1827.

Bulotta, S., Celano, M., Massimo Lepore, S., montalcini, T., Puja, A. et Russo, d. (2014). Beneficial effects of the olive oil phenolic components oleuropein and hydroxytyrosol: focus on protection against cardiovascular and metabolic diseases. *Journal of translational medicine*, 12, 219: 1-9.

C

Cahuzac-Picaud, M. (2010). Les huiles végétales, intérêt diététique et gastronomique. *Phytothérapie*, 8: 113-117.

Camargo, A., Rangel-Zuñiga, O.A., Haro, C., Meza-Miranda, E.R., Peña-Orihuela, P., Meneses, M.E., Marin, C., Yubero-Serrano, E.M., Perez-Martinez, P. et Delgado-Lista, J.

(2014). Live oil phenolic compounds decrease the postprandial inflammatory response by reducing postprandial plasma lipopolysaccharide levels. *Food Chem*, 162: 161-171.

Camiade, M. (2006). L'Albera, terre de passage, de mémoires et d'identités-terra de pas, de mémoires i d'identitats. *Edition books, presses universitaires de perpignan*, pages 319.

Cane, D.E. (1999). Comprehensive Natural Products Chemistry: Isoprenoids Including Carotenoids and Steroids. Elsevier, *Amsterdam, Netherland*, pp : 155-200.

Castagna, J., Kurihara, F., Amsler, E., Soria, A. et Barbaud, A. (2022). Quelques déboires avec la phytothérapie Disappointment with herbal medicines. *Revue française d'allergologie*, 3181: 3.

Chatterjee, A. (2004). Inhibition of *Helicobacter pylori*: *in-vitro* by various berry extracts with enhanced susceptibility of clarithromycin. *Mol. Cell. Biochem*, 265(1-2) : 19-26.

Chaumeton, H. (2007). La culture des oliviers. *Edition APTÉMIS*, pp : 19.

Cherrat, W. et Naitchabane, S. (1999). Etude de l'entomofaune et estimation des dégâts dûs à *Euphyllura olivina* Costa, (Homoptère, Psyllidae) et *Bactrocera oleae* Gmel, dans une oliveraie de Sidi Ayad. *Ecologie et environnement*, 3-15.

Chevallier, A. (2001). Encyclopédie des plants médicinales. 2^{ème} Edition Larousse, pp : 291-297.

Chigurupati, S., Alharbi, F.S., Almahmoud, S., Aldubayan, M., Almoshari, Y., Vijayabalan, Sh., Bhatia, S., Chinnam, S. et Venugopal, V. (2021). Molecular docking of phenolic compounds and screening of antioxidant and antidiabetic potential of *olea europaea* L. Ethanolic leaves extract. *Arabian journal of chemistry*, 14, 103422: 2-9.

Chira, K., Suh, J.H, Saucier, C. et Teissèdre, P.L. (2008). Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 2(6) : 75-82.

Chol, P., Lauri, P.E. et Moutier, N. (2005). L'olivier. In : De la taille à la conduite des arbres fruitiers. *Editions du Rouergue, Parc Saint-Joseph*, pp : 193-208.

Christianson, D.W. (2006). Structural biology and chemistry of the terpenoid cyclases. *Chemical Reviews* 106: 3412-3442.

Clodoveo, M.L., Crupi, P., Annunziato, A., Corbo, F. (2022). Innovative Extraction Technologies for Development of Functional Ingredients Based on Polyphenols from Olive Leaves. *Foods*, 11, 103: 1-26.

Collin, S. et Crouzet, J. (2011). Polyphénols et Procédés. *Edition Technique et Documentation, Lavoisier*, pp : 5-13 ; 336.

Coni, E., Di Benedetto, R., Di Pasquale, M., Masella, R., Modesti, D., Mattei, R. et Carlini, E.A. (2000). Protective effect of oleuropein, an olive oil biophenol, on low density lipoprotein oxidizability in rabbits. *Lipids*, 1 (35) :45-54.

Consalvo, C. et Pisanelli, A. (2018). Utiliser les résidus de feuilles d'oliviers dans des pre-vergers. *Agroforestry innovation networks*, 08.

Covas, M.I., de la Torre, K., Farre-Albaladejo, M., Kaikkonen, J., Fito, M., Lopez-Sabater, C., Pujadas-Bastardes, M.A, Joglar, J., Weinbrenner, T., Lamuela-Raventos, R.M. et de la Torre, R. (2006). Postprandial LDLphenolic content and LDL oxidation are modulated by olive oil phenolic compounds in humans. *Free Radical Biology and Medicine*, 40 (4): 608-616.

Coxam, V., Wauquier, F., Darie, C., Spilmont, M., Davicco, M.J. et Wittrant, Y. (2014). Huile d'olive et santé osseuse. *OCL*, 21 (5) D511 : 2-7.

Cushnie, T.P.T., Cushnie, B. et Lamb A.J. (2014). Alkaloids: An overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activites. *International journal of antimicrobial Agents*, 44: 377-386.

D

D'Archivio, M., Filesi, C., Di Benedetto, R., Gorgiulo, R., Giovannini, C. et Masella, R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Ann Ist Super Sanità*, 4(43): 348-361.

Dai, J. et Mumper, R.J. (2010). Plant phenolics: Extraction, Analysis and Their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15:7313-7352.

Daira,N., Maazi, M. et Chefrou, A. (2016). Contribution à l'étude phytochimique d'une plante médicinale (Ammoides verticillata Desf. Briq.) de l'Est Algérien. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*,85 : 276-6290.

Dangles, O. (1994). Flavonoïdes et anthocyanes. *Bulletin de l'union des physiciens*, 768 (88) :1609-1617.

Daniel, A., Bochar, A.D., Stauffacher, V.C., Victor, W. et Rodwell, W.V. (1999). Sequence Comparisons Reveal Two Classes of 3-Hydroxy-3-methylglutaryl Coenzyme A Reductase,*Plant Biology*, 26: 122-127.

De Ollas, C., Morillón, R., Fotopoulos, V., Puértolas, J., Ollitrault, P., Gómez-Cadenas, A. et Arbona, A. (2019). Facing Climate Changer: Biotechnology of Lconic Mediterranean Woody Crops. *Frontiers in plant science*, (10): 1-23.

Degenhardt, T. et Köllner, J.G. (2009).Examen Monoterpène et sesquiterpène synthèses et l'origine de la diversité du squelette terpène dans les plantes. *Phytochimie*, (90) :15-16, 1621-1637.

Demonty, I., Ras, R.T., van der Knaap, H.C., Duchateau, G.S., Meijer, L., Zock P.L., Geleijnse, J.M. et Trautwein., E.A. (2009).Continuous dose response relationship of the LDL-cholesterol-lowering effect of phytosterol intake. *J Nutr*, 139: 271 284.

Ding, H.Y., Wu, Y.C. et Hang, H.C. (2000). Journal of the Chinese. *Chemical Society*, 47: 561-566.

Djemoui, S.S., Derafa, I., Amira, S., Djidel, S. et Khennouf, S. (2012). Phenolic content and antioxidant activity of *ziziphus jujuba* leave extracts. *Biological and Pharmacological activities of Natural Substances*, 119-122.

Djenane, D., Yanguela, J., Derriche, F., Bouarab, L. et Roncales, P. (2012). Utilisation des composés de feuilles d'olivier comme agents antimicrobiens ; application pour la conservation de la viande fraîche de dinde. *Nature et Technologie*, 07: 53- 61.

Djenane, D., Yangüela, J., Derriche, F., Bouarab, L. et Roncales, P. (2012). Extrait de feuilles d'olivier ; tests *in vitro* vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* Enteritidis et *Pseudomonas aeruginosa* ; application sur la viande de dinde. *Phytothérapie* : 10-18.

Doukani, K., Tabak, S., Derriche, A. et Hacini, Z. (2014). Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. *Revue Ecologie-Environnement*, (10) : 37-49.

Dudareva, N., Negre, F., Nagegowda, D.A. et Orlova, I. (2006).Plant Volatiles: Recent Advances and Future Perspectives. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 25: 417-440.

Durrafourd, C. et Lapraz, J.C. (2002). Traité de phytothérapie clinique. Paris : *Edition Masson*, pp :884.

E

El Hilah, F., Ben Akka, F., Dahmani, J., Belahbib, N. et Zidane, L. (2015). Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des infections du système respiratoire dans le plateau central marocain. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25 (2): 3886-3897.

El Khasmi, M. et Farh, M. (2022). Impact des plantes médicinales sur le rein/ Impact of medicinal plants on the kidney. *Biologie médicale*, 5 (2) : 32-40.

F

Fabbri, A., Lambardi, M. et Ozden-Tokatli, Y. (2009). Olive breeding. In Breeding Plantation Tree. Crops: Tropical Species chap 12, S.M.Jain. *Editions Priyadarshan*, pp: 423-465.

Facchini, P.J. et Pierre, S.T.B. (2005). Synthesis and trafficking of alkaloid biosynthetic enzymes. *Current opinion in plant biology*, 8: 657-666.

Faghim, J., Guasmi, F., Ben Mohamed, M., Ben Ali, S., Triki, T., Guesmi, A., Zammouri, T., Mostfa, L. et Nagaz, K. (2017). Comparaison de la composition physicochimique d'huile d'olive chez la variété Chemlai sous l'effet d'irrigation. *Revue des Régions Arides*, 43 : 513-521.

Fanelli, V., Mascio, I., Falek, W., Miazzi, M.M. et Montemurro, C. (2022). Current Status of Biodiversity Assessment and Conservation of Wild Olive (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sylvestris*). *Plants*, 11(480): (2-15).

Farag, R.S., Mahmoud, E.A. et Basuny, A.M. (2007). Use crude olive leaf juice as a natural antioxidant for the stability of sunflower oil during heating. *International Journal of Food Science and Technology*, 1(42): 107-115.

Fernandes, J., Fialho, M., Santos, R., Peixoto-Plácido, C., Madeira, T., Sousa-Santos, N., Virgolino, A., Santos, O., Vaz Carneiro, A. (2020). Is olive oil good for you? A systematic review and meta-analysis on anti-inflammatory benefits from regular dietary intake. *Nutrition*, 69: 110-559.

Filoda, F.P., Chaves, F.C., Hoffmann, J.F. et Rombaldi, C.V. (2021). Olive oil: a review on the identity and quality of olive oils produced in Brazil. *Revista brasileira de fruticultura Jaboticabal*, 3(43) : 1-22.

Fleuriet, A., Uhel, C. et Dédaldéchamp, F. (1996). Les composés phénoliques et la qualité des produits d'origine végétale consommés par l'homme. *Acta Botanica Gallica*, 143(6): 493-500.

Fратиanni, F., Cozzolino, R., Martignetti, A., Malorni, L., d'Acierno, A., De Feo, V., da Cruz, A.G. et Nazzaro, F. (2019). Biochemical composition and antioxidant activity of three extra virgin olive oils from the Irpinia Province, Southern Italy. *Food Science and Nutrition*, 7, 3233-3243.

Freman, W.H. (2014). Biologie végétale. 3^{ème} Edition, de Boeck supérieur s.a, pp : 30-31.

Frutos, P., Hervas, G., Ramos, G., Giraldez, F.J. et Mantecon, A.R. (2002). Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. *Animal Feed Science and Technology*, 95: 215-226.

G

Gaussorgues, R. (2009). L'olivier et son pollen dans le bassin méditerranéen. Un risque allergique?. *Revue française d'allergologie*, 49, S2-S6.

Gazengel, J.M. et Orecchioni, A.M. (2013). Le préparateur en pharmacie. 2^{ème} Edition *Technique et Documentation*, Lavoisier, pp : 1171-1173.

Gershenzon, J. et Croteau R. (1990). Regulation of monoterpene biosynthesis in higher plants. *American Society of Plant Physiologist*, 24: 99-160.

Ghanbari, R., Anwar, F., Alkharfy, K.M., Gilani, A.H. et Saari, N. (2012). Valuable Nutrients and Functional Bioactives in Different Parts of Olive (*Olea europaea* L.)—A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 3291-3340.

Ghedadba, N., Bousselsela, H., Hambaba, L., Benbia, S. et Mouloud, Y. (2014). Évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des feuilles et des sommités fleuries de *Marrubium vulgare* L. *Phytothérapie*, 1-10.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 4:162-169.

Ghedira, K. (2008). L'olivier. *Phytothérapie*, 6 (2) : 83-89.

Ghestem, A., Segun, E., Paris M. et Orecchioni A.M. (2001).Le préparateur en pharmacie : Botanique-Pharmacognosie Phytothérapie-Homéopathie. *Lavoisier Technique et Documentation*, Paris, pp :273.

Ghulam, H., Azhar, R., Haseeb, A., Nimra, A., Aroona, R., Wei, W., Muhammad, A., Jiang, L. et Xiaomeng, L. (2018).Role of Plant Derived Alkaloids and Their Mechanism in Neurodegenerative Disorders. *International Journal of Biological Sciences*, 14(3): 341-357.

Giao, M.S., Gonzalez-Sanjose, M.L., Rivero-Perez, M.D., Pereira, C.I., Pintado, M.E. et Malcata, F.X., (2007). Infusions of Portuguese medicinal plants: Dependence of final antioxidant capacity and phenol content on extraction features. *Journal of Science Food and Agriculture*, 87, 2638-2647.

Gigon, F. et Le Jeune, R. (2010). Huile d'olive, *Olea europaea* L. *Phytothérapie*, 8 : 129-135.

Goetz, P. et Wuyts, D. (2008). Phytothérapie et nutrithérapie de l'hypertension artérielle. *Phytothérapie clinique*, 6: 247-252.

Gorzynik-Debicka, M., Przychodzen, P., Cappello, F., Kuban-Jankowska, A., Marino Gammazza, A., Knap, N., Wozniak, M., Gorska-Ponikowska, M. (2018).Potential health benefits of olive oil and plant polyphenols. *Int. J. Mol. Sci*, 19: 686.

Goto, K., Miagi, K., kawamata, H. et Fimihikol, M. (2010).Discrimination of boulders deposited by tsunamis and storm waves at Ishigaki Island. *Japan*, 269 : 1-88.

Grati Kammoun, N. et Laroussi, S. (2013). L'expérience tunisienne dans l'élaboration des signes de qualité dans l'huile d'olive. En : Indications Géographiques, dynamiques socio-économiques et patrimoine bio-culturel en Turquie et dans les pays méditerranéens. *Options Méditerranéennes. Série A : Séminaires Méditerranéens*, 104: 95-120.

Güney, I.G., Ozer, G., Türkolmez, S.A. et Dervis, S. (2022). Canker and leaf scorch on olive (*Olea europaea* L.) caused by *Neoscytalidium dimidiatum* in Turkey. *Crop Protection* 157, 105985, 2-11.

H

Hadj sadok, T., Rebiha, k. et Terki, D. (2018).Caractérisation physico-chimique et organoleptique des huiles d'olive vierges de quelques variétés algériennes.*Revue agrobiologia*,8(1) : 706-718.

- Hamdi, K. et Castellon, R. (2005).** Oleuropein, a non-toxic olive iridoid, is an anti-tumor agent and cytoskeleton disruptor. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 334: 769-778.
- Hamel, T., Sadou, S., Seridi, R., Boukhdir, S. et Boulemtafes, A. (2018).** Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'Edough(nord-est algérien). *Ethnopharmacologia*, 59 :75-82.
- Hamlaoui, F., Fetni, S. et Mechri, K. (2021).** Enquête ethnobotanique et effet anti-nociceptif des feuilles d'*Olea europaea* L. *International Journal of Human Settlements*, 2 (5) : 307-324.
- Hannachi, H., M'sallem, M., Benalhadj, S., et El-Gazzah, M. (2007).** Influence du site Géographique sur les potentialités agronomiques et technologiques de l'olivier (*Olea europaea*) en Tunisie .*C. R. Biologies*, 330 : 135-142.
- Heidi Schwartz, A., Velimatti Ollilainen, B., Vieno Piironen, B. et Anna-Maija Lamp, I. (2008).** Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and Industrial fats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 152-161.
- Helal, O., Berrougui, H., Loued, S. et Khalil, A. (2013).** Extra-virgin olive oil consumption improves the capacity of HDL to mediate cholesterol efflux and increases ABCA1 and ABCG1 expression in human macrophages. *British Journal of Nutrition*, 109 (10) : 1844-1855.
- Hennebelle, T., Sahpaz, S. et Bailleul, F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1: 3-6.
- Hernáez, A., Fernández-Castillejo, S., Farràs, M., Catalán, U., Subirana, I., Montes, R., Solà, R., Muñoz-Aguayo, D., Gelabert-Gorgues, A., Díaz-Gil, O., Nyssönen, K., F. Zunft, H.J., de la Torre, R., Martín-Peláez, S., Pedret, A., T. Remaley, A., Covas, M.I. et Fitó, M. (2014).** Olive Oil Polyphenols Enhance High-Density Lipoprotein Function in Humans A Randomized Controlled Trial. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 34 (9): 2115-2119.
- Himed, L., Merniz, S. et Barkat, M. (2016).** Evaluation des activités antioxydante et antibactérienne de l'huile essentielle de *Citrus limon* (variété Lisbon) extraite par hydrodistillation. *Algerian Journal of Natural Products*, 4(1) : 252-260.
- Himour, S., Yahia, A., Belattar, H. et Bellebcir, L. (2016).** Etude phytochimique de feuilles d'*Olea europaea* L. var Chemlel d'Algérie. *Journal of Bioresources Valorization*, 1 (1) : (34-38).

Hopkins, W.G. (2003). Physiologies végétales. 2^{ème} Edition, de boeck, pp : 268-283.

Hsiou, Y.D., Yang, C.W, et Hang, C.L. (2000). Phytochemical and Pharmacological Studies on Chinese Paeonia Species. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 47(2): 381-388.

Hyun, J.K., Hyang, S.C. (2007). Quantitative structure-activity relationship (QSAR) for neuroprotective activity of terpenoids. *Life sciences*, 80: 835-841.

I

Ibrahim, M., Kainulainen, P. et Aflatuni, A. (2001). Insecticidal, repellent, antimicrobial activity, and phytotoxicity of essential oils; with special reference to limonene and its suitability for control insect pest. *Agricultural and food science in Finland*, 10: 243-259.

Idoui, T. (2013). Physical and chemical characteristics of a local Jijel's olive oils. «*Nature and Technology* » *Journal. B- Agronomic and Biological Sciences*, 08: 13-16.

Iwu, M.M. (2002). Therapeutic agents from ethnomedicine. In: *Ethnomedicine and Drug Discovery*, Wootton J. Elsevier, New York, USA, pp: 1-22.

J

Jain, P. (2015). Secondary metabolites for antiulcer activity. *Natural Product Research*, 1-17.

Jarrige, R. et Ruckebusch, Y. (1995). Nutrition des ruminants domestiques : Ingestion et digestion. *Quae Gie*, pp : 921.

Jean-Michel, D. (2015). Guide du planteur d'oliviers. En Languedoc-Roussillon. *Association Française Interprofessionnelle De L'Olive - AFIDOL*, pp : 6-8.

Jebir, R.M. et Mustafa, Y.F. (2021). Natural Coumarin-Lead Compounds: A Review of Their Medicinal Potentials. *Iraq J Pharm*, 2 (18) : 139-161.

Jeffrey, D., Newman, H.J. et Chappell. J (1999). Isoprenoid Biosynthesis in Plants: Carbon Partitioning Within the Cytoplasmic Pathway. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology* 34 (2): 95-106.

Jemai, H., Bouaziz, M., Fki, I., El Feki, A. et Sayadi, S. (2008). Hypolipidimic and antioxidant activities of oleuropein and its hydrolysis derivative-rich extracts from Chemlali olive leaves. *Chemico-biological interactions*, 176: 88-98.

Jimenez, P., Masson, L., Barriga, A., Chávez, J. et Robert, P. (2011). Oxidative stability of oils containing olive leaf extracts obtained by pressure, supercritical and solvent-extraction. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113 (4): 497-505.

Jorg, D., Tobias, G. K. et Jonathan, G. (2009). Monoterpene and sesquiterpene synthases and the origin of terpene skeletal diversity in plants. *Phytochemistry*, 70:1621-1637.

K

Kasmi, Y. (2014). Étude in silico des effets inhibitrices des Oleuropein, Kaempferol, et Quercetin sur le Protéine VP30 de Ebola Virus [In silico study of the inhibitory effects of Oleuropein, Kaempferol, and Quercetin on the VP30 protein from Ebola Virus]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 4(8): 1566-1573.

Kataja-Tuomola, M. et Sundell, J.R. (2008). Effect of alpha-Tocopherol and beta-carotene supplementation on the incidence of type 2 diabetes. *Diabetologia. Jan*, 51(1):47-53.

Khababae, K. et Van Ree, T. (2001). Tannins: Classification and Definition. *Nationnal. Production. Republique*, 18: 641-649.

Khan, Y., Panchal, S., Vyas, N., Butani, A. et Kumar, V. (2007). *Olea europaea* : A Phyto-Pharmacological Review. *Pharmacognosy Reviews*, 1(1) :114-118.

Kholkhal, F., Lazouni, H.A., Bendahou, M., Boublenza, I., Chabane, S.D. et Chaouch, T. (2013). Étude phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante de *Thymus Ciliatus ssp. Coloratus*. *Afrique SCIENCE*, 09 (1) : 151-158.

Kocyigit, A., Kasap, B., Metin Guler, E., Nur Kaleli, H., Kesmen, M., Dikilitas, M. et Karatas, E. (2019). An Optimum Dose of Olive Leaf Extract Improves Insulin Receptor Substrate-1, Tyrosine Kinase, and Glucose Transporters, While High Doses Have Genotoxic and Apoptotic Effects. *American Journal of Plant Sciences*, 10: 1933-1948.

Kol, C., Rugini, E., Baldoni, L., Muleo, R. et Sebastiani, L. (2016). The olive Tree Genome. *Edition Springer International AG*, pp: 44-47.

Kujawska, M. et Schmeda-Hirschmann, G. (2022). The use of medicinal plants by Paraguayan migrants in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina, is based on Guaraní tradition, colonial and current plant knowledge. *Journal of Ethnopharmacology*, 283, 114702: 1-26.

Kupcinskiene, E., Stikliene, A. et Judzentiene, A. (2008). The essential oil qualitative and quantitative composition in the needles of *Pinus sylvestris* L growing along industrial transects. *Environmental pollution*, 155: 481-491.

L

Lamani, O. et Ilbert, H. (2016). La segmentation du marché oléicole. Quelles politiques de régulation du marché d'huile d'olive en Algérie ?. *New Medit, CIHEAM-IAMB*, 15 (3) : 19-28.

Lamarti, A., Badoc, G. et Deffieux, J.P. (1994). CARDE, biogenèse des monoterpènes II- La chaîne isoprénique, *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 133 : 79- 99.

Langer, P. (2008). L'olivier. *Edisud compagnie des éditions de la lesse, Aix-en-provence*, pp : 105.

Lavee, S. (1997). Biology and physiology of the olive. *Olive Encyclopaedia. International Olive Oil Council, Principe de Vergara, 28002 Madrid, Spain*, pp: 154.

Lazli, A., Beldi, M., Ghouri, L. et Nouri, N. (2019). Étude ethnobotanique et inventaire des plantes médicinales dans la région de Bougous (Parc National d'El Kala,- Nord-est algérien). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, (88) : 22- 43.

Lee-Huang, S., Zhang, L., Huang, P, et Changy, T. (2003). Anti-HIV activity of olive leaf extract (OLE) and modulation of host cell gene expression by HIV-1 infection and OLE treatment. *Biochem. Biophys. Res. Commun*, 307 (4): 1029-1037.

Leland, J.C., Ara, K., Peter, B.K., Sara, L.W., James, A.D. et Harry, L.B. (2006). Natural Products from Plants Second Edition. *Taylor et Francis Group is the Academic Division of Informa*. pp: 11-15.

Leva, A., Petruccelli, R., Montagni, G. et Muleo, R. (2002). Field performance of micropropagated olive plants (cv. Maurino): morphological and molecular features. *Acta. Hort*, 586: 891-893.

Limketkai, B., Wolf, A. et Parian, A. (2018). Nutritional Interventions in the patient with inflammatory bowel disease. *Gastroenterol. Clin. North Am*, 47: 155-177.

López-Biedma, A., Sánchez-Quesada, C., Delgado-Rodríguez, M., Gaforio, J.J. (2016). The biological activities of natural lignans from olives and virgin olive oils: A review. *J.Funct. Foods*, 26: 36-47.

Lucienne, D. (2007). Plantes médicinales d'Algérie. *Editions BERTI*, pp : (10-14 ;173-174).

Ludwiczuk, A., Skalicka-Woźniak, K., Georgiev, M.I., Badal, S. et Delgoda, R. (2017). Terpenoids. In *Pharmacognosy. Editions, Academic Press: Boston, MA, USA*, pp: 233-266.

M

Machado, M., Felizardo, C., Fernandes-Silva, A.A., Nunes, F.M. et Barros, A. (2013). Polyphenolic compounds, antioxidant activity and l-phenylalanine ammonia-lyase activity during ripening of olive cv. Cobrançosa under different irrigation regimes, *Food Research International*, 1 (51): 412- 421.

Macheix, J.J., Fleuriet, A. et Jay-Allemand, C. (2005). Les composés phénoliques des végétaux un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. *Lausanne, Presses polytechniques et universitaires romandes*, pp : 1-45.

Madureira, O., Margaça, F.M.A., Santos-Buelga, C., Ferreira, I.C.F.R., Cabo Verde, S. et Barros L. (2021). Applications of bioactive compounds extracted from olive industry wastes: A review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 1-24.

Mäkinen, M. (2002). Lipid hydroperoxides. Effects of tocopherols and ascorbic acid on their formation and decomposition. (Dissertation). University of Helsinki. *Department of Applied Chemistry and Microbiology*, 44-90.

Makkar, H.P.S. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49: 241-256.

Mander, L. et Liu, H.W. (2010). Comprehensive natural products II. In *Chemistry and Biology, 1st editions; Elsevier: Amsterdam, the Netherlands*, 131-135.

Manna, C., Migliardi, V., Golino, P., Scognamiglio, A., Galletti, P., Chiariello, M. et Zappia, V. (2004). Oleuropein prevents oxidative myocardial injury induced by ischemia and reperfusion. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 15: 461-466.

Martin Garcia, I., Yanez Ruiz, D., Moumen, A. et Molina Alcaide, E. (2006). Effect of polyethylene glycol, urea and sunflower meal on olive (*olea europaea* var. *europaea*) leaf fermentation in continuous fermentors. *Small ruminant research*, 61: 53-61.

- Martin, D.M., Faladt, J., et Bohlmann, J. (2004).** Functional characterization of nine Norway spruce TPS genes and evolution of gymnosperm terpene synthases of the TPS-d sub family. *Plant Physiology*, 135(4) :1908-1927.
- Masmoudi-Charfi, C., Msallem, M., Ajmi, L., Sai, B., Siala, S. et Kchaou, M. (2016).** Mise en place et Conduite d'une plantation intensive d'Oliviers. Document Electronique (DVD) élaboré dans le cadre des activités de la « Commission Nord pour la Promotion du Secteur Oléicole ». *Edité par l'Institut de l'Olivier*, pp : 115.
- Maurice, S. (2012).** Médecine sciences publications, *Lavoisier SAS Parice*, pp : 300-310.
- McGarvey, D.J. et Croteau, R. (1995).** Terpenoid metabolism. *Plant Cell*, 7, 1015-1026.
- McMahon, L.R., McAllister, T.A., Berg, B.P., Majak, W., Acharya, S.N., Popp, J.D., Coulman, B.E., Wang, Y. et Cheng, K.J. (2000).** A review of the effects of forage condensed tannins on ruminal fermentation and bloat in grazing cattle. *Canadian journal of plant. Sci*, 80: 469-485.
- Merouane, A., Noui, A., Medjahed, H., Nedjari Benhadj Ali, K. et Saadi, A. (2014).** Activité antioxydante des composés phénoliques d'huile d'olive extraite par méthode traditionnelle. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 8(4) : 1865-1870.
- Mezghache, M., Henchiri, C., Martine, L., Berdeaux, O., Aouf, N. et Juaneda, P. (2010).** Contribution à l'étude de la fraction insaponifiable de trois huiles d'olive issues des variétés Guasto. *Rougette et Blanquette plantés dans l'est algérien*, 5 (17) : 337-344.
- Miara, M.D., Ait Hammou, M. et Hadjadj Aoul, S. (2013).** Phytothérapie et taxonomie des plantes médicinales spontanées dans la région de Tiaret (Algérie). *Ethnopharmacologie*, 2-13.
- Morand, C. (2014).** Intérêt des aliments riches en flavonoïdes pour le maintien de la santé cardio-métabolique. *Médecine des maladies Métaboliques*, 5(8) :477-482.
- Moreno-Alias, I. et Rapoport, H.F. (2012).** Morphological Limitation in floral development among olive tree cultivars. *Plant physiology. From cell to fruit. Prod. Sys. acta hort*, 932: 23-28.
- Mouzaoui, K., Yazzag, L. et Moulti-Mati, F. (2014).** Composés phénoliques des grignons d'olive provenant d'huileries traditionnelle et moderne : Essai de purification de l'oleuropeine et de l'hydroxytyrosol. *Sciences et Technologie*, 40 : 9-15.
- Muto, E., Dell'Agli, M., Sangiovanni, E., Mitro, N., Fumagalli, M., Crestani, De Fabiani, E. et Caruso, D. (2015).** Olive oil phenolic extract regulates interleukin-8 expression by

transcriptional and posttranscriptional mechanisms in Caco-2 cells. *Mol. Nutr. Food Res*,59: 1217-1221.

Muzzalupo, I. et Micali, S. (2015).Agricultural and Food Biotechnology of *Olea europaea* and Stone Fruits. *Bentham Science Publishers*, pp: 485.

N

Nabede, K.J.P., Judith, P., Atakpama,W., Pereki, H., Patawila, K. et Akpagana,K. (2018).Plantes à usage dermato-cosmétique de la région de la kara au TOGO. *Revue agrobiologia*, 8(2) :1009-1020.

Nasrallah, H., Aissa, I., Slim, C., Boujbiha, M.A, Zaouali, M.A, Bejaoui, M., Wilke, V., Ben Jannet, H., Mosbah, H. et Ben Abdennebi, H. (2020).Effect of oleuropein on oxidative stress, inflammation and apoptosis induced by ischemia-reperfusion injury in rat kidney. *Life Sciences*, 255, 117833:1-8.

Nedjimi, B. (2020). Measurement of selected trace elements in *Olea europaea* L. cv. ‘Sigoise’. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, (62) 126595: 1-8.

Newman, N. et Chappell, C. (1999).Isoprenoid Biosynthesis in Plants: Carbon Partitioning Within the Cytoplasmic Pathway. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology* 34(2): 95-106.

Ngene, J.P., Ngoule, C.C., Pouka Kidik, C.M., Mvogo Ottou, P.B., Ndjib, R.C., Dibong, S.D. et Mpondo Mpondo, E. (2015). Importance dans la pharmacopée traditionnelle des plantes à flavonoïdes vendues dans les marchés de Douala est (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 88: 8194-8210.

Nieves Criado, M., Paz Romero, M., 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.

Ninkuu, V., Zhang, L., Yan, J., Fu, Z., Yang, T. et Zeng, H. (2021). Biochemistry of Terpenes and Recent Advances in Plant Protection. *Int. J.Mol. Sci*, 22 (11):5710- 5735.

Nithya, R. et Subramanian, S. (2017).Antioxidant properties of sinapic acid: *in vitro* and *in vivo* approach. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10 (6) : 255-262.

O

Okafor, J. et Han, R.(1999).Identification, utilisation et conservation des plantes médicinales dans le sud-est du nigeria. *La biodiversité africaines*, 3: 2-8.

Okamura, H., Mimura, A., Yakou, Y., Niwano, M.et Takahara, Y. (1993).Antioxidant activity of tannins and flavonoids in Eucalyptus rostrata. *Phytochemistry*, 3(33): 557-561.

Ollivier, D., Artaud, J., Pinatel, C., Durbec, J.P. et Guerere, M. (2003).Triacylglycerol and Fatty Acid Compositions of French Virgin Olive Oils. Characterization by Chemometrics. *J. Agric. Food Chem*, 51 (19): 5723-5731.

Osland, R.E. (2002). Phytosterols in human nutrition. *Annual Review of Nutrition*, 22: 533-549.

Otero, D.M., Oliveira, F.M., Lorini, A., Antunes, B.D.F., Oliveira, R.M. et Zambiasi, R.C. (2020). Oleuropein: Methods for extraction, purifying and applying. *Rev.Ceres, Viçosa*, 4 (67): 315-329.

Ouedraogo, S., Yoda, J., Traore, T.K., Nitiema, M., Sombie, B.C., Diawara, H.Z., Yameogo, J.B.G., Djande, A., Belemnaba, L., Kini, F.B., Ouedraogo, S. et Semde, R. (2021).Production de matières premières et fabrication des médicaments à base de plantes médicinales. International. *Journal Biological Chemical Sciences*, 15 (2) : 750-772.

Ouibrahim, A., Tlili-Ait Kaki, Y., Bennadja, S., Mansouri, R., Ait Kaki, S., Khbizi, S. et Djebbar, M.R. (2015). Activité antioxydante et anti-candidosique de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* L. provenant de la région d'El Kala (Nord-Est Algérien). *Algerian Journal of Natural Products*, 3(3) : 209-216.

Oulebsir-Mohandkaci, H., Selami, S. et Benzina, F. (2017). Détection de *Pseudomonas savastanoi*. pv agent causal de la tuberculose de l'olivier. Evaluation du pouvoir antagoniste de quelques substances végétales bioactives. *The 1st International Congress On Biotechnologies for Sustainable Development- CIBSDD, Boumerdes- Algeria*, (15-19).

Oussaid, S., Madani, K. et Houali, K. (2017). Valorisation des feuilles d'olivier sauvage. *Editions universitaires européennes*, pp: 68.

P

Padua, L.S. (1999). Bunyapraphatsara, R.H.M.J. Lemmens, *Plant Resources of South East Asia no 12 (2) Medicinal and Poisonous Plants 2*, 57(2): 458.

Paquereau, J. (2013). Au jardin des plantes de la bible botanique, symboles et usages. *Edition IDFPNC foret privée français*, pp : 124-125.

Pereira, D.M., Valentao, P., Pereira, J.A. et Andrade, P.B. (2009). Phenolics: from chemistry to biology. *Molecules*, 14: 2202-2211.

Pinnell, S.R. et Omar, M.M. (2004). Topical composition comprising olive leaf extract. *United States Patent*, 6, 743,449B2 : 1-7.

Polzonetti, N., Egidì, D., Avita, A., Vincenzetti, S. et Natalini, P. (2004). Involvement of oleuropein in (some) digestive metabolic pathways. *Food Chemistry*, 88: 11-15.

Pouyet, B. et Ollivier, V. (2014). Réglementations sur l'étiquetage et la présentation des huiles d'olive. *OCL*, 21(5) D508 :1-7.

R

Rahal, S. (2004). Chimie des produits naturels et des êtres vivants. *Edition O.P.U.*, pp: 15-162.

Ramírez-Tortosa, M.C., Granados, S. et Quiles, J.L. (2006). Chemical Composition, Types and Characteristics of Olive Oil in Olive Oil and Health. *CABI Publishing*, 45-62.

Richter, G. (1993). Métabolisme des végétaux. 1^{ère} Editions Technique et Documentation, pp : 439.

Rivera del Álamo, R.M., Fregapane, G., Aranda, F., Gómez-Alonso, S. et Salvador, M.D. (2004). Sterol and alcohol composition of Cornicabra virgin olive oil: the campesterol content exceeds the upper limit of 4% established by EU regulations. *Food Chemistry*, 84: 533-537.

Rodríguez-Rodríguez, R., Herrera, M.D., De Sotomayor, M.A. et Ruiz-Gutiérrez, V. (2007). Pomace olive oil improves endothelial function in spontaneously hypertensive rats by increasing endothelial nitric oxide synthase expression. *Am. J. Hypertens.*, (7) : 728-734.

Roland, B., Lucien, B., Jean Pierre, J. et Chantier, B.T. (2015). L'olivier. *Fidelis legi semper Oliva*, BT 1095, 15:1-19.

Romani, A., Ieri, F., Urciuoli, S., Noce, A., Marrone, G., Nediani, C., Bernini, R. (2019). Health Effects of Phenolic Compounds Found in Extra-Virgin Olive Oil, By-Products, and Leaf of *Olea europaea* L. *Nutrients* 1, 11(8): 1776.

Romero-Márquez, J.M., Navarro-Hortal, M.D., Jiménez-Trigo, V., Vera-Ramírez, L., Forbes-Hernández, T., Esteban-Muñoz, A., Giampieri, F., Bullón, P., Battino, M., Sánchez-

González, C. et Quiles, J.L. (2022). An oleuropein rich-olive (*Olea europaea* L.) leaf extract reduces β -amyloid and tau proteotoxicity through regulation of oxidative- and heat shock-stress responses in *Caenorhabditis elegans*. *Food and Chemical Toxicology*, 162, 112914.

Rosignoli, P., Fuccelli, R., Fabiani, R., Servili, M. et Morozzi, G.E. (2013). Effect of olive oil phenols on the production of inflammatory mediators in freshly isolated human monocytes. *J. Nutr. Biochem*, 24: 1513-1519.

Rosillo, M., Sánchez-Hidalg, M., Sánchez-Fidalgo, S., Aparicio Soto, M. et Villegas, I. et Alarcón-de-la-Lastra, C. (2016). Dietary extra-virgin olive oil prevents inflammatory response and cartilage matrix degradation in murine collagen-induced arthritis. *Eur.J. Nutr*, 55: 315-325.

Roux, D. et Catier, O. (2007). Botanique, Pharmacognosie, Phytothérapie, Wolters Kluwer. 3^{ème} Editions, Rueil-Malmaison, pp : 141.

Rugini, E., Cristofori, V. et Silvestri, C. (2016). Genetic improvement of olive (*Olea europaea* L.) by conventional and in vitro biotechnology methods *Biotechnol. Adv.* doi : 10.1016/j.biotechad, 03: 04:27.

Rzoz, S.B. (2015). Les utilisations alternatives des huiles végétales. *Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II*. 237-245.

S

Sabra, A., Netticadan, T. et Wijekoon C. (2021). Grape bioactive molecules, and the potential health benefits in reducing the risk of heart diseases. *Food Chemistry: X*, 12, 100149: 1-13.

Samaniego-Sanchez, C., Quesada-Granados, J.J., Lopez-Garcia, H., De La Serrana M.C. et Lopez-Martinez, J. (2010). Beta-Carotene, squalène 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: 671-676.

Santangelo, C., Vari, R., Scazzocchio, B., De Sanctis, P., Giovannini, C., D'Archivio, M. et Masella, R. (2018). Anti-inflammatory Activity of Extra Virgin Olive Oil Polyphenols: Which Role in the Prevention and Treatment of Immune-Mediated Inflammatory Diseases? *Endocrine, Metabolic et Immune Disorders-Drug Targets*, 18 (1): 36-50.

Sapir-Mir, M., Mett, A., Eduard, B., Shira T-M., Ahuva, F., David, G. et Yoram, E. (2008). Peroxisomal localization of Arabidopsis isopentenyl diphosphate isomerases suggests that part of

the plant isoprenoid mevalonic acid pathway is compartmentalized to peroxisomes. *Plant Physiology*. 148, 1219-1228.

Sarr, S.O., Fall, A.D., Gueye, R., Diop, A., Diatta, K., Diop, N., Ndiaye, B. et Diop, Y.M. (2015). Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Vitex doniana* (Verbenaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(3): 1263-1269.

Sato, H., Genet, C. et Strehle, A. (2007). Antihyperglycemic activity of TGR5 agonist isolated from *Olea europaea*. *Biochem ; biophys. Res. Commun*, 362: 793-798.

Sauvion, N., Calatayud, P.A., Thiéry, D. et Marion-Poll, F. (2013). Interactions insectes-plantes. 1^{ère} Éditions Quae, pp : 217-225.

Sereme, A., Millogo-Rasolodimby, j., Guinko, S. et Nacro, M. (2008). Pharmacopée et Médecine traditionnelle Africaines. *Phytochimie*, 15: 41-49.

Simopoulos, A.P. et Visioli, F. (2000). Mediterranean diets World. *Rev. Nutr. Diet*, 87, 56-77.

Sivakumaran, S., Molan, A.L., Meagher, L.P. et Kolb, B. (2004). Variation in antimicrobial action of pranthocyanidins from *Dorycrium rectum* against rumen bacteria. *Phys Chem*, 5(3):106-111.

Slahi, K., Achour, N., Kara, M.I. et Djazouli, Z.E. (2021). Influence de la nutrition organique sur l'expression végétative et l'activité phytochimique de l'olivier (*Olea europaea* L.). *Revue Agrobiologia*, 11(1) : 2413-2422.

Soltani, Y., Ali-Bouzidi, M., Toumi, F. et Benyamina, A. (2017). Activités antioxydantes des extraits de trois organes de *Juniperus phoenicea* L. de l'Ouest algérien. *Phytothérapie*, 1-6.

Somova, L.I., Shode, F.O., Ramnanan, P. et Ndar, A. (2002). Antihypertensive antiaterosclerotic and antioxidant activity of triterpenoids isolated from *Olea europaea*, subspecies Africana leaves. *Journal of Ethnopharmacol*, 1-7.

Song, B.H., Clauss, M.J, Pepper, A. et Mitchell-Olds, T. (2006). Geographic patterns of microsatellite variation in *Boechera stricta*, a close relative of *Arabidopsis*. *Molecular ecology*, 15: 357-369.

Stoclet, J.C. et Schini-Kerth, V. (2011). Flavonoïdes alimentaires et santé humaine. *Annales Pharmaceutique Français*, 69 :78-90.

Sudjana, A., D'orazio, C., Ryan, V., Rasool, N., Nj, J., Islam, N., Rilley, T et Hammer, K. (2009).Antimicrobial activity of commercial *Olea europaea* leaf extract. *Int.J. Antimicrobien, Agents*, 33 (5): 461-463.

T

Takaichi, S. (2013). Tetraterpenes: Carotenoids. In *Natural Products: Phytochemistry, Botany and Metabolism of Alkaloids, Phenolics and Terpenes*; Ramawat, K.G., Mérillon, J. *Editions, Springer: Berlin/Heidelberg, Germany*, pp: 3251-3283.

Techer, S. (2013). Criblage d'activités biologiques de plantes endémiques ou indigènes de La Réunion - Recherche de molécules antivirales ciblant le virus du chikungunya. Thèse de doctorat : chimie. Université de la Réunion-France, pp : 64-66.

Thawabteh, A., Juma, S., Bader, M., Karaman, D., Scrano, L., Bufo, A.S. et Karaman, R. (2019). The Biological Activity of Natural Alkaloids against Herbivores, Cancerous Cells and Pathogens. *Toxins*, 11(656) : 1-28.

Thimmappa, R., Geisler, K., Louveau, T., O'Maille, P. et Osbourn, A. (2014). Triterpene Biosynthesis in Plants. *Annu. Rev. Plant Biology*, 65: 225-257.

Turkmen, N., Velioglu, Y.S., Sari, F. et Polatc, G. (2007).Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea molecules, 12: 484-496.

U

Usanmaz, S., Kahramanoglu, I., Alas, T. et Okatan, V. (2019).Performance and oil quality of seven olive cultivars under high density planting system in northern cyprus. *Pak. J. Bot*, 51(5) : 1775-1781.

V

Van der Vossen, H.A.M. et Mkamilo G.S. (2007). Ressources Végétales de l'Afrique Tropicale 14. Oléagineux. Fondation PROTA/ Backhuys Publishers/ CTA, Wageningen, Pays-Bos, pp : 137-141.

Veneziani, G., Esposto, S., Taticchi, A., Urbani, S., Selvaggini, R., Sordini, B. et Servili, M. (2018). Characterization of phenolic and volatile composition of extra virgin olive oil extracted

from six Italian cultivars using a cooling treatment of olive paste. *LWT - Food Science and Technology*, 87, 523-528.

Venugopala, K.N., Rashmi, V. et Odhav, B. (2013).Review on Natural Coumarin Lead Compounds for Their Pharmacological Activity. *Hindawi Publishing CorporationBioMed Research International*, (2013): 1-14.

Villa, P. (2003). La culture de l'olivier. *Editions De Vecchi S.A. Paris*, pp : 143.

Visioli, F., Ieri, F., Nadia Mulinacci, N., Franco, F.,Vincieri, F.F., Romani Hashmi, M.A., Khan, A., Hanif, M., Farooq, U. et Perveen, S. (2015).Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology of *Olea europaea* (Olive). *Hindawi Publishing Corporation*, Article ID 541591: 1-29.

Visioli, F., Ieri, F., Mulinacci, N., Franco, F. Vincieri, F.F. et Romani, A. (2008).Olive-oil Phenolics and Health: Potential Biological Properties. *Natural Product Communications*, 12 (3): 2085-2088.

Vogel, P., Machado, I.K., Garavaglia, J., Zani, V.T., De Souza, D. et Dal Bosco, S.M. (2015). Polyphenols benefits of olive leaf (*Olea europaea* L) to human health. *Nutricion Hospitalaria*, 31(3): 1427-1433.

W

Wainstein, J., Ganz, T., Boaz, M., Bar Dayan, Y., Dolev, E., Kerem, Z. et Madar, Z. (2012). Olive Leaf Extract as a Hypoglycemic Agent in Both Human Diabetic Subjects and in Rats. *Journal of medicinal Food*, 15 (7): 605-610.

Wallali, L.D., Skiredja, A. et Elalir, H. (2003).Fiches techniques : L'amandier, l'olivier, le figuier et le grenadier, 105 : 2-3.

Wani, F.A., Albahrawy, A.Z. et Rahiman, S. (2015). Hypolipidemic activity of olive oil (*Olea europaea*) against high fat diet-induced nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) in mice. *Open Journal Pathology*, 05 (03) : 73-83.

Wichtl, M. et Anton, R. (1999). Plantes thérapeutiques. 3^{ème} Edition Technique et DocumentationLavoisier.

Wollgast, J. et Anklam, E. (2000). Review on polyphenols in Theobroma cacao: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, 6 (33): 423-447.

γ

Yinyang, J., Mpondo Mpondo, E., Tchatat, M., Ndjib, R.C., Mvogo Ottou, P.B. et Dibong, S.D. (2014). Les plantes à alcaloïdes utilisées par les populations de la ville Douala (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, 78: 6600-6619.

Younessi-Hamzekhanlu, M., Ozturk, M., Jafarpour, P. et Mahna, N. (2022). Exploitation of next generation sequencing technologies for unraveling metabolic pathways in medicinal plants: A concise review. *Industrial Crops and Products*, 178 (114669): 1-16.

Z

Zaza, C., Bimonte, S., Faccilongo, N., La Sala, P., Contò, F. et Gallo C. (2018). A new decision-support system for the historical analysis of integrated pest management activities on olive crops based on climatic data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 148: 237-249.

Zeriouh, W., Nani, A., Belarbi, M., Dumont, A., de Rosny, C., Aboura, I., Ghanemi, Z.G., Murtaza, B., Patoli, D., Thomas, C., Apetoh, L., Rébé, C., Delmas, D., Khan, N.A., Ghiringhelli, F., Rialland, M., Hichami, A. (2017). Phenolic extract from oleaster (*Olea europaea* var. *Sylvestris*) leaves reduces colon cancer growth and induces caspase-dependent apoptosis in colon cancer cells via the mitochondrial apoptotic pathway. *PLOS ONE*, 12(2), e0170823. doi:10.1371/journal.pone.0170823.

Résumé

De nos jours, malgré le développement de la chimie de synthèse, l'utilisation des plantes médicinales a conservé une large place du fait de leur efficacité dans diverses procédures thérapeutiques. Actuellement, leur utilisation occupe une place primordiale dans la vie de l'homme. Les plantes médicinales constituent une source immense de molécules bioactives (composés phénoliques, terpénoïdes et alcaloïdes) dotées de nombreuses activités.

Notre travail est une contribution à une recherche bibliographique sur le genre *Olea*, qui appartenant à la famille des Oléaceas, est très répandue dans la région méditerranéenne utilisée en médecine pour ses divers effets thérapeutiques. D'après la littérature, ce genre est très étudié par les chercheurs et les scientifiques qui ont montré sa richesse en métabolites secondaires bioactifs. La grande diversité ainsi que le taux élevé des composés biologiquement actifs enregistré dans le genre *Olea* est à la base de la présence de plusieurs activités biologiques telles que l'activité antioxydants, anti-inflammatoire, antimicrobienne, hypoglycémiantes, antihypertensives...etc. Les résultats obtenus par de nombreuses études ont confirmé l'utilisation des plantes médicinales en médecine traditionnelle, et les rendent très importantes économiquement et largement utilisées en phytothérapie.

Mots clés : Plantes Médicinales, *Olea*, Oléaceas, Métabolites Secondaires, Activités Biologiques.

Abstract

Today, despite the development of synthetic chemistry, the use of medicinal plants has retained an important place because of their effectiveness in various therapeutic procedures. Currently, their use is a critical element in human life. Medicinal plants constitute an immense source of bioactive molecules (phenolic compounds, terpenoids and alkaloids) endowed with numerous activities.

Our work is a contribution to a bibliographic research on the genus *Olea*, which belongs to the family of Oleaceas, is widespread in the Mediterranean region used in medicine for its various therapeutic effects. According to the literature, this genus is much studied by researchers and scientists who have shown its richness in bioactive secondary metabolites. The great diversity as well as the high rate of biologically active compounds recorded in the genus *Olea* is the basis of the presence of several biological activities such as antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, hypoglycemic, antihypertensive...etc. The results obtained by numerous studies have confirmed the use of medicinal plants in traditional medicine, and make them very important economically and widely used in herbal medicine.

Keywords: Medicinal Plants, *Olea*, Oleaceas, Secondary Metabolites, Biological Activities.

المخلص

في الوقت الحاضر، على الرغم من تطور الكيمياء التركيبية، احتفظ استخدام النباتات الطبية بمكانة كبيرة بسبب فعاليتها في الإجراءات العلاجية المختلفة. حاليًا، يحتل استخدامها مكانًا أساسيًا في حياة الإنسان. تشكل النباتات الطبية مصدرًا هائلًا للجزيئات النشطة بيولوجيًا (المركبات الفينولية والتربينويدات والقلويدات) التي تتمتع بالعديد من الأنشطة.

عملنا هو مساهمة في البحث البليووغرافي حول جنس *Olea*، الذي ينتمي إلى عائلة *Oleaceas*، منتشر في منطقة البحر الأبيض المتوسط. يستخدم في الطب لأثاره العلاجية المختلفة. وفقًا للأدبيات، تمت دراسة هذا الجنس كثيرًا من قبل الباحثين والعلماء الذين أظهروا ثرائه في المستقبلات الثانوية النشطة بيولوجيًا. يعد التنوع الكبير وكذلك المعدل المرتفع للمركبات النشطة بيولوجيًا المسجلة في جنس *Olea* أساسًا لوجود العديد من الأنشطة البيولوجية مثل مضادات الأكسدة، مضادات الالتهابات، مضادات الميكروبات، نقص السكر في الدم وخافضة لضغط الدم ... إلخ. أكدت النتائج التي تم الحصول عليها من خلال العديد من الدراسات استخدام النباتات الطبية في الطب التقليدي، وجعلها مهمة للغاية اقتصاديًا وعلى نطاق واسع في طب الأعشاب.

الكلمات المفتاحية: النباتات الطبية، الزيتون، الفصيلة الزيتونية، المستقبلات الثانوية، النشاطات البيولوجية.