



République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar – El-OUED

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie

كلية علوم الطبيعة والحياة

Département de biologie

قسم البيولوجيا

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

THEME

**Effets antioxydants et antibactériens des feuilles
d'olivier (synthèse bibliographique)**

Présenté par :

- ATALLAH Khadidja
- BEN ATAALLAH Ghofran
- GHERISSI Ikram
- KEDDARI Rayan

Soutenue le :

21/06/2025

Devant le jury composé de :

Président : Meriem AOUIMEUR

MAA

Université d'El-Oued

Promoteur : Saïd TOUATI

MAB

Université d'El-Oued

Examineur : Asma YOUMBAI

MCB

Université d'El-Oued

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Allah le Tout-Puissant qui nous a donné la santé, la volonté et la force nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadrant Dr. Saïd TOUATI pour sa précieuse orientation, sa disponibilité, ses conseils avisés et son accompagnement tout au long de ce travail. Son soutien constant a grandement contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Nous tenons à adresser nos vifs et sincères remerciements à toutes les personnes qui nous ont apporté leur aide et leur soutien, de près ou de loin, directement ou indirectement, dans la réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous nos enseignants, depuis l'école primaire jusqu'à l'université, ainsi qu'à tous les étudiants de notre promotion *Master II Biochimie Appliquée – 2025*.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

À la mémoire de mon père Chouaïb bien-aimé (رحمه الله), source d'inspiration et modèle de persévérance, en priant Dieu Tout-Puissant de lui accorder Sa miséricorde infinie et de l'accueillir dans Son vaste paradis.

A la personne la plus chère à mon cœur, à ma seconde mère Nadjah, qui a le droit de recevoir mes chaleureux remerciements pour tous les sacrifices qu'elle a consentis pour me permettre de suivre mes études dans les meilleures conditions possibles et n'avoir jamais cessé de m'encourager tout au long de mes années d'études en lui souhaitant une longue vie pleine de joie et de santé ; je t'aime Mama.

À ma mère Fatiha qui m'a donné la vie, je dédie le fruit de mes efforts, en reconnaissance de ton grand mérite, comme un témoignage d'amour et de gratitude éternels

A mes chères sœurs, Wafa, Najah, Naïma, Samiha, Basma, Hakima

Merci d'être toujours là, de me comprendre et de m'avoir toujours soutenue quoi qu'il arrive. Vous avez toujours cru en moi bien plus que moi et je ne changerai de sœurs pour rien au monde.

A mes chers frères, Mohamed El-Saïd, El-Aïd, Abderrahmane

Merci de ta présence dans tous mes moments d'examens par ton soutien moral et tes belles surprises sucrées. Je te souhaite un avenir plein de succès et de bonheur.

À mes neveux et nièces chéris, lumière de notre famille, en espérant que cet humble effort leur serve de motivation et d'exemple sur le chemin du savoir.

A tous mes amis et proches.

A toutes les personnes que j'aime et qui m'aiment A moi-même.

Des fois, les mots ne suffisent pas pour exprimer tout le bien qu'on ressent !
Juste MERCI à vous

Ghoufrane



Dédicace

Louange à Dieu pour l'amour, la reconnaissance et la gratitude pour le début et la conclusion

Nous n'avons pas atteint les débuts sauf avec sa facilitation, et nous n'avons pas atteint les fins sauf avec sa grâce. Louange à Dieu qui m'a permis de compléter cette étape.

Je dédie ce succès à mon moi ambitieux, qui a été patient lorsque l'espoir s'est épuisé, a persévéré malgré la fatigue, et croyait que chaque personne travailleuse a sa part. Pour moi, celui avec la détermination.

Aux personnes de mon cœur...

À celui que Dieu a doté de prestige et de dignité. À celui qui m'a appris à donner sans attendre. À celui dont je porte fièrement le nom. À celui qui ne m'a pas lésiné sur tout. À l'homme le plus grand de l'univers. Mon cher père, puisses-tu m'accorder toute ma vie

Au cœur battant, mon ange pur, la rose et le sourire de ma vie et le mystère de l'existence. Au symbole de la tendresse et de l'amour, à qui ses prières sincères au milieu de la nuit étaient le secret de mon succès, à celui qui m'a enseigné le sens de l'honnêteté et de l'amour et m'a appris que l'intention sincère est une arme dans cette vie... Ma chère, bien-aimée mère, que Dieu te bénisse, mon amour

À ceux avec qui j'ai renforcé mon soutien, et ils étaient des sources d'où je pouvais boire jusqu'à mes meilleurs jours et leur pureté, à la prunelle de mes yeux, à mes frères et sœurs, ma famille bijou

Alors que ce travail se termine, je ne peux que dire merci... Merci à tous ceux qui m'ont donné du temps, noté, soutenu ou un mot gentil. Merci à tous ceux qui ont été témoins de mon labeur et de mon effort, et à tous ceux qui m'ont accompagné en silence ou en présence. Chaque succès ne se construit pas seul, mais plutôt est une extension de nombreuses mains tendues dans l'amour

Khadidja

Dédicace

Louange à Dieu, par amour, reconnaissance et gratitude pour le commencement et la fin Le chemin n'a pas été court, ni parsemé de facilités, mais je l'ai fait.

Louange à Dieu qui a facilité les débuts et nous a permis d'atteindre la fin par Sa grâce et Sa générosité.

C'est avec tout mon amour que je dédie le fruit de ma réussite et de mon diplôme : À la lumière qui a éclairé mon chemin, à la lanterne dont la flamme ne s'éteint jamais, À celui qui a donné les efforts de toute une vie pour que je gravisse les marches du succès, À celui dont je porte le nom avec fierté... Je lui avais promis cette réussite, Et me voilà, j'ai tenu parole et je lui en fais offrande : "À l'amour de mon cœur... Papa, que Dieu le garde toujours pour moi." À celle qui m'a appris la morale avant les lettres, À ce pont qui me mène vers le Paradis, À la première source de soutien dans ma vie, À la main invisible qui a écarté les épines et les difficultés de mon chemin, À celle entre les mains de qui j'ai vu le jour : "À l'âme de mon âme... Maman chérie, que Dieu la protège."

À ceux qui m'ont soutenue avec amour dans mes moments de faiblesse, Avec qui les difficultés se sont dissipées, À ceux qui ont semé en moi la confiance et la détermination, À la quiétude de mes jours, à la paix de mon âme :

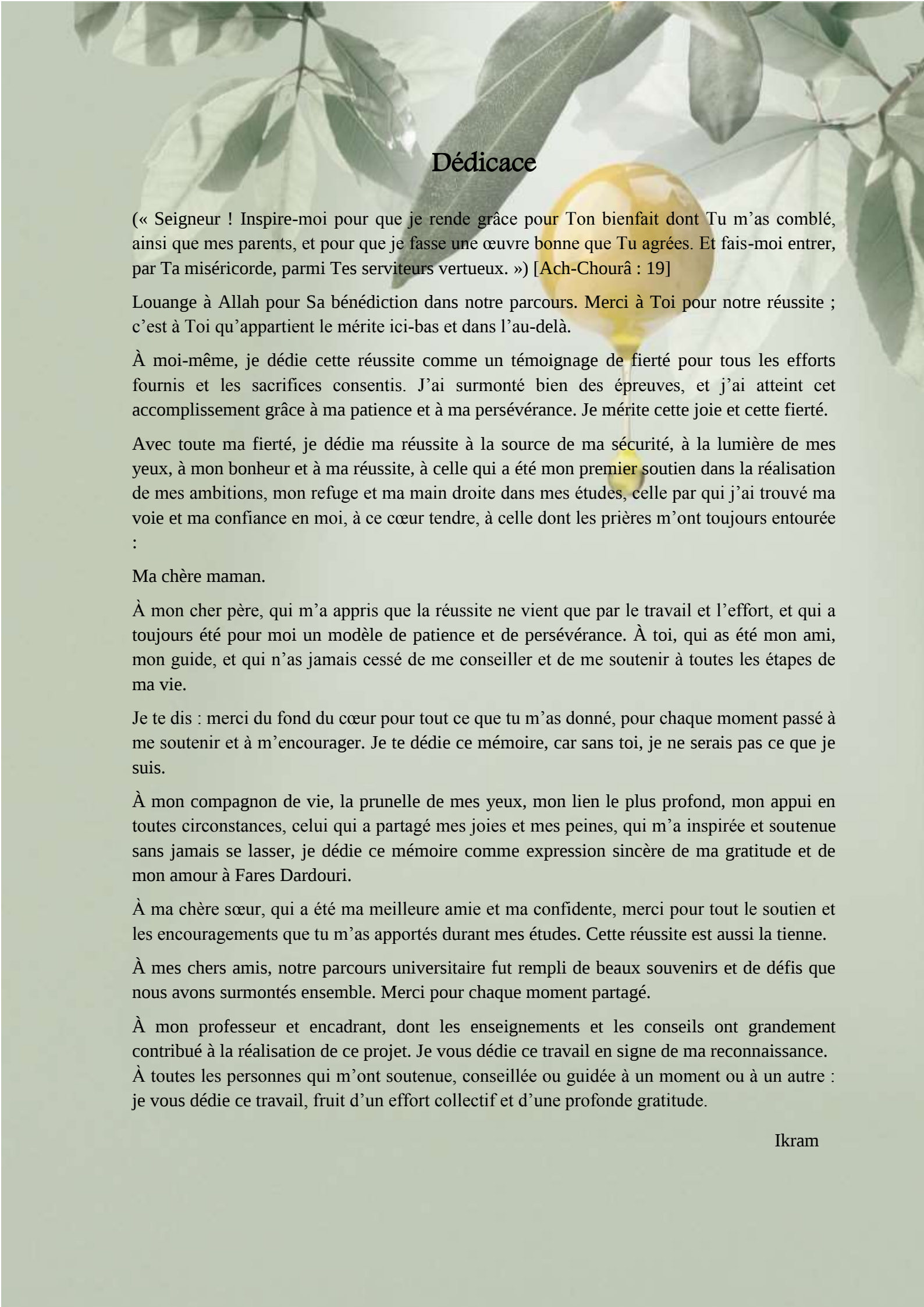
"Mes frères et sœurs, l'ombre de cette réussite et mon pilier inébranlable." À "ma chère nièce", À "ma précieuse grand-mère, que Dieu lui accorde longue vie", À tous les cœurs purs, à ces soldats invisibles, À ceux dont la présence embellit les jours : "Toute ma famille bien-aimée." À celles qui ont été le baume de mes moments de fatigue, Le sourire sincère dans le tumulte des jours, Celles qui ont partagé les rêves, les veilles, les prières : "Mes précieuses amies, compagnes de route."

Et enfin... Celui qui ne remercie pas les gens ne remercie pas Dieu. Je remercie toutes les personnes qui m'ont aidée durant mon parcours éducatif, Professeurs, enseignants, docteurs qui m'ont transmis leur savoir, Et j'adresse une mention spéciale au personnel de sécurité de la faculté, Ainsi qu'à tous ceux qui m'ont offert soutien et conseil à chaque étape. Et pour conclure...

"Celui qui dit : je suis à la hauteur... le deviendra. Et moi, je l'étais. Et même si elle refusait... je l'ai conquise malgré tout."

Louange à Dieu, en qui j'ai toujours cru, et qui m'a comblée de joie et de bonheur, Au point de me faire oublier mes peines.

Rayan keddari



Dédicace

(« Seigneur ! Inspire-moi pour que je rende grâce pour Ton bienfait dont Tu m'as comblé, ainsi que mes parents, et pour que je fasse une œuvre bonne que Tu agrées. Et fais-moi entrer, par Ta miséricorde, parmi Tes serviteurs vertueux. ») [Ach-Chourâ : 19]

Louange à Allah pour Sa bénédiction dans notre parcours. Merci à Toi pour notre réussite ; c'est à Toi qu'appartient le mérite ici-bas et dans l'au-delà.

À moi-même, je dédie cette réussite comme un témoignage de fierté pour tous les efforts fournis et les sacrifices consentis. J'ai surmonté bien des épreuves, et j'ai atteint cet accomplissement grâce à ma patience et à ma persévérance. Je mérite cette joie et cette fierté.

Avec toute ma fierté, je dédie ma réussite à la source de ma sécurité, à la lumière de mes yeux, à mon bonheur et à ma réussite, à celle qui a été mon premier soutien dans la réalisation de mes ambitions, mon refuge et ma main droite dans mes études, celle par qui j'ai trouvé ma voie et ma confiance en moi, à ce cœur tendre, à celle dont les prières m'ont toujours entourée :

Ma chère maman.

À mon cher père, qui m'a appris que la réussite ne vient que par le travail et l'effort, et qui a toujours été pour moi un modèle de patience et de persévérance. À toi, qui as été mon ami, mon guide, et qui n'as jamais cessé de me conseiller et de me soutenir à toutes les étapes de ma vie.

Je te dis : merci du fond du cœur pour tout ce que tu m'as donné, pour chaque moment passé à me soutenir et à m'encourager. Je te dédie ce mémoire, car sans toi, je ne serais pas ce que je suis.

À mon compagnon de vie, la prunelle de mes yeux, mon lien le plus profond, mon appui en toutes circonstances, celui qui a partagé mes joies et mes peines, qui m'a inspirée et soutenue sans jamais se lasser, je dédie ce mémoire comme expression sincère de ma gratitude et de mon amour à Fares Dardouri.

À ma chère sœur, qui a été ma meilleure amie et ma confidente, merci pour tout le soutien et les encouragements que tu m'as apportés durant mes études. Cette réussite est aussi la tienne.

À mes chers amis, notre parcours universitaire fut rempli de beaux souvenirs et de défis que nous avons surmontés ensemble. Merci pour chaque moment partagé.

À mon professeur et encadrant, dont les enseignements et les conseils ont grandement contribué à la réalisation de ce projet. Je vous dédie ce travail en signe de ma reconnaissance.

À toutes les personnes qui m'ont soutenue, conseillée ou guidée à un moment ou à un autre : je vous dédie ce travail, fruit d'un effort collectif et d'une profonde gratitude.

Ikram

Table de matières

Remerciements.....	2
Dédicace.....	3
Table de matières	7
<i>Liste des figures</i>	11
<i>Liste des tableaux</i>	12
<i>Liste des abréviations</i>	13
ملخص.....	15
Introduction.....	1
<i>Chapitre01 :</i>	2
<i>L'olivier</i>	2
1. L'origine de l'olivier	3
2. La description botanique de l'olivier	3
2.1. Les caractéristiques morphologiques de l'olivier.....	3
2.1.1. Les caractères généraux	3
2.1.2. Système racinaire	4
2.1.3. Les organes aériens	5
3. La situation de l'oléiculture dans le monde	9
3.1. La répartition géographique à le monde.....	9
3.2. Les principaux cultivars d'olivier au monde.....	9
4. La situation de l'oléiculture en Algérie.....	11
4.1. La répartition géographique de l'Algérie	11
• région nord	11
• Hauts Plateaux	11
• région sud (zones semi-arides à arides)	11
• Statistiques nationales	11
4.2. Les principaux cultivars d'olivier en Algérie.....	11
5. Les caractéristiques du cultivar Chemlal	12

Chapitre 02 :	14
<i>Feuilles d'olivier</i>	14
.1 La composition chimique des feuilles d'olivier	15
1.1. Composition chimique globale	15
1.2. Composition en acides aminés	16
.3.1 Composition en minéraux	17
1.4. Composés phénoliques des feuilles d'olivier	18
.1.4.1 Définition et localisation des composés phénoliques	18
.1.4.2 Composés phénoliques des feuilles d'olivier	19
2. Vertus thérapeutiques des feuilles d'olivier (<i>Olea europaea</i> L.)	19
2.1. Propriétés pharmacologiques et thérapeutiques	20
2.1.1. Activité antioxydante	20
2.1.2. Les Activités antibactériennes	21
2.1.3. Activités hypoglycémiantes	21
2.1.5. Activité antifongique et antiparasitaire	24
2.1.6. Activités antivirale	24
2.1.7. Activités hypotensive	26
2.1.8. Activités hypocholestérolémiantes	27
2.1.9. Activités analgésiques	28
2.1.10. Activités cardioprotectrices	29
1. L'activité antioxydante	32
1.1. Définition des radicaux libres	32
1.2. Production endogène et l'origine des radicaux libres	32
1.3. Réaction de l'organisme vis-à-vis des radicaux libres	33
1.3.1. Antioxydants enzymatiques	33
1.3.2. Antioxydants non enzymatiques	34
1.4. Les antioxydants	35
1.5. Le mécanisme d'action d'un antioxydant	36
1.6. Les sources d'antioxydant	37
1.6.1. Les médicaments	37

1.6.2. L'alimentation	37
2. L'activité antibactérienne	38
2.1. Principales substances antimicrobiennes	38
2.1.1. Antibiotiques	38
2.1.2. Composés phénoliques	38
2.2. Détermination de l'activité antibactérienne	39
2.2.1. Méthode de contact direct	39
2.2.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)	40
2.2.3. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB)	40
2.3. Mécanisme d'action antimicrobien	40
2.4. L'étude de l'activité antibactérienne des extraits des feuilles d'olivier	41
2.5. L'effet antibactérien des extraits aqueux des feuilles d'olivier	42
2.6. Le spectre et l'intensité de l'activité antibactérienne des extraits phénoliques	43
2.7. Efficacité antimicrobienne des extraits phénoliques	44
2.8. Effets synergiques des composés phénoliques individuels et combinés de l'extrait des feuilles d'olivier	45
2.9. Effet de la méthode d'extraction sur l'activité antibactérienne des extraits phénoliques	46
2.10. Activité antimicrobienne de l'extrait commercial des feuilles d'olivier	48
Chapitre04 :	50
Analyse des études	50
.1 Étude (Al-Dabbas <i>et al</i>, 2025)	51
a) Pourcentages d'extraction (rendement %)	51
b) Teneur en composés phénoliques et flavonoïdes	51
1.1. Activité antioxydante	52
1.1.1. Test DPPH	52
1.1.2. Dans le test de réduction de puissance	52
1.2. Activité antibactérienne	52
2. Une étude de Lahcene <i>et al</i> , (2025)	53
2.1. Composition chimique	53
2.3. Activité antibactérienne	54
3. Une étude d'Alzaroug Alsulaymani <i>et al</i>, (2021)	55
3.1. Activité antioxydante	56

3.1.1. Test de réduction du fer (FRAP)	56
3.2. Activité antibactérienne.....	56
4. Étude de Rocha-Pimienta <i>et al</i> , (2020)	56
Discussion	62
Conclusion	65
Références bibliographiques	67

Liste des figures

Figure 1 : L'olivier (<i>Olea europea</i> L).....	3
Figure 2 : Système racinaire de l'olivier.....	4
Figure 3 : Arbre d'olivier.	5
Figure 4 : Tronc d'olivier.	6
Figure 5 : Feuilles d'olivier.	6
Figure 6: Fleurs d'olivier.	7
Figure 7 : Fruits d'olivier.	8
Figure 8 : Coupe transversale et longitudinale d'olives.	8
Figure 9 : Ecorce de l'olivier.....	9
Figure 10 : Les caractères morphologiques des variétés Chemlal	13
Figure 11 : Formule chimique d'une fonction phénol.....	18
Figure 12 : Principaux composés phénoliques des feuilles d'olivier.....	19
Figure 13 : Les propriétés anti-inflammatoires des polyphénols de feuilles d'olivier.....	23
Figure 14 : Réaction des radicaux libres avec les atomes stables : perte d'électron et déstabilisation cellulaire	32
Figure 15 : Les sources des radicaux libres.....	33
Figure 16 : Interaction des antioxydants avec les radicaux libres.....	36
Figure 17 : Détermination de l'activité antibactérienne par méthode de contact direct.....	39
Figure 18 : Sites et mécanismes dans la cellule bactérienne considérés comme sites d'action pour les composés naturels.....	41
Figure 19 : Effet inhibiteur des extraits d'olivier vis-à-vis de <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. Enteritidis</i> et <i>S.aureus</i>	44
Figure 20 : Activité antibactérienne du meilleur extrait obtenu par macération en deux étapes avec de l'éthanol suivie de l'eau des feuilles séchées contre la bactérie <i>Escherichia coli</i>	47

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales variétés d'olivier cultivées dans le monde.	10
Tableau 2 : Principales cultivars d'olivier cultivés en Algérie.	12
Tableau 3 : Composition chimique moyenne des feuilles d' <i>Olea europaea</i> L.....	15
Tableau 4 : Composition en acides aminées des feuilles d'olivier fraîche (exprimé en g par Kg d'azote total).	16
Tableau 5 : Composition en minéraux des feuilles d'olivier (exprimé en g par Kg de matière sèche).	17
Tableau 6 : Activité antibactérienne des extraits aqueux de feuilles d'olive à différentes concentrations	42
Tableau 7 : Taux de croissance microbienne en présence de différentes concentrations d'extraits de feuilles d'olivier et valeurs IC ₂₅	44
Tableau 8 : Les concentrations minimales inhibitrices exprimées en pourcentage (v/v).....	45
Tableau 9: Activités antimicrobiennes de l'oleuropéine, de rutine, de la vanilline, de l'acide caféique et de leur mélange en extrait de feuille d'olive	46
Tableau 10 : Données de susceptibilité pour les microorganismes (n = 122) testées sur l'extrait de feuille d'olive (% v/v)	48
Tableau 11: Taux d'extraction (%).....	51
Tableau 13 : Activité antioxydante.	52
Tableau 14 : des résultats de l'activité antioxydante	54
Tableau15 : des résultats de l'activité antibactérienne	55
Tableau 16 : Concentration des composés phénoliques (mg/kg) dans les différentes phases de digestion (Extrait frais, Phase buccale, Phase gastrique, Intestin grêle)	58

Liste des abréviations

ABTS : 2, 2'-azinobis 3ethylbenzothiazoline-6-sulfonic
ABTS:2, 2`-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique).
AIE: extrait aqueux conventionnel
BHA : Butylhydroxyanisole
BHT: Butylhydroxytoluène
CAT : Catalase
CMB : Concentration Minimale Bactéricide.
CMI : Concetration Minimale Inhibitrice.
COI :Conseil Oléicole International.
Cu :Cuivre
DPPH : 2,2 diphenyl-1 picryle hydrazyl
DRO : Dérivé réactif de l'oxygène
ERN : Espèces Réactives de Nitrogen
ERO : Espèces Réactives d'Oxygène
Ex : Extrait
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FRAP: (Ferric Reducing Ability of Plasma
G6PDH : Glucose-6-phosphate déshydrogénase
GPx : Glutathion peroxydase
GSH : Glutathion réduit
GSSG : Glutathion oxydé
Hg : Mercure
HNE : 4-hydroxynonénal
IC50 : Concentration inhibitrice de 50%
INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.
ITAFV : Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.
MADR(P) : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (et de la Pêche).
MDA : Malondialdéhyde
Mn : Manganèse
NADPH :Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate
NAPQI : N-acetyl-p-benzoquinone imine
NOS : Oxyde nitrique synthase
OLE : Extrait de Feuille d'Olive.
ONCV : Office National de Commercialisation des Vins.
ONFAA : Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires.
Pb : Plomb
Se: Sélénium
SOD : Superoxyde dismutase
TAC : total antioxidant capacity
TBHQ : Tert-butylhydroquinone
TFC: teneur totale en flavonoids
TPC: teneur totale en phénol
Zn : Zinc

Résumé

Le potentiel antioxydant et antibactérien des feuilles d'olivier, identifié comme étant en relation étroite avec leur teneur en composés bioactifs telles les composés phénoliques et flavonoïdes, est discuté dans ce travail. Ces composés naturels, qui s'intéressent un grand nombre d'études pour leurs multiples effets bénéfiques sur l'être humain, sont responsables de la plupart des propriétés biologiques des extraits des feuilles d'olivier utiles pour la prévention et le traitement de différentes pathologies. L'activité antioxydante a été déterminée en utilisant diverses méthodes *in vitro*, y compris les méthodes DPPH réalisant le piégeage des radicaux libres, FRAP le pouvoir de réduction du fer, TAC capacité antioxydante totale. Ces méthodes permettent d'évaluer divers aspects de la capacité antioxydante. De manière générale, les extraits obtenus avec des solvants organiques, tels que l'éthanol et le méthanol, ont présenté une activité antioxydante plus marquée, probablement en raison des meilleurs taux d'extraction phytochimiques. Cependant, l'efficacité thérapeutique de ces extraits fluctue selon plusieurs facteurs : le solvant retenu, l'état des feuilles (fraîches ou sèches), l'habitat géographique des arbres - donc le climat et le sol - et même le passage digestif, qui peut modifier la stabilité et l'absorption des molécules actives. En même temps, le travail documente une forte activité antibactérienne des infusions ou teintures de feuilles d'olivier, efficace sur les souches Gram positif comme Gram négatif. Cette vertu antimicrobienne, souvent accentuée dans les extraits à l'alcool, persiste partiellement après une digestion simulée, laissant penser que certains principes actifs survivent dans le tube digestif. Toutefois, l'intensité de l'autre dépend principalement de la concentration de l'extrait, de la souche bactérienne testée et de la technique utilisée, qu'il s'agisse de diffusion sur gélose, de dilution en milieu liquide ou d'autre méthode. De même, des facteurs tels que l'arbre, la date de cueillette, le stockage, ainsi que la procédure d'extraction-macération, ultrasons, Soxhlet ou autres - interviennent de façon décisive sur le rendement et la qualité des composés bioactifs récupérés. Face aux résultats très variés qu'on trouve dans la littérature, cette étude insiste sur l'urgence de mettre en place une méthodologie commune pour l'extraction, l'évaluation et la quantification des composés bioactifs. Une telle standardisation faciliterait la comparaison entre travaux, renforcerait la fiabilité des conclusions et permettrait de localiser avec précision les molécules réellement responsables des effets observés. Une approche intégrée réunissant analyses chimiques, essais biologiques et modélisations pharmacocinétiques pourrait dès lors positionner les feuilles d'olivier en source naturelle prometteuse de principes actifs, qu'ils soient destinés à lutter contre le stress oxydatif ou les infections microbiennes, voire à prévenir plus généralement les maladies chroniques liées au vieillissement cellulaire.

Mots clés : Feuilles d'olivier, antioxydant, antibactérien, composés phénoliques.

ملخص

في هذا العمل تمت مناقشة الإمكانيات المضادة للأكسدة والبكتيريا لأوراق الزيتون، والتي تم تحديدها على أنها مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بمحتواها من المركبات النشطة بيولوجياً مثل المركبات الفينولية والفلافونويد. هذه المركبات الطبيعية، والتي هي موضوع عدد كبير من الدراسات لتأثيراتها المفيدة المتعددة على البشر، هي المسؤولة عن معظم الخصائص البيولوجية لمستخلصات أوراق الزيتون المفيدة للوقاية وعلاج مختلف الأمراض. تم تحديد نشاط مضادات الأكسدة باستخدام طرق مختلفة في المختبر، بما في ذلك إزالة الجذور الحرة، وقوة اختزال الحديد، والقدرة المضادة للأكسدة الكلية. (وتسمح هذه الطرق بتقييم جوانب مختلفة من قدرة مضادات الأكسدة وبشكل عام، أظهرت المستخلصات التي تم الحصول عليها باستخدام المذيبات العضوية، مثل الإيثانول والميثانول، نشاطاً مضاداً للأكسدة أكثر وضوحاً، وربما يرجع ذلك إلى معدلات الاستخلاص الكيميائي النباتي الأفضل. ومع ذلك، فإن الفعالية العلاجية لهذه المستخلصات تتقلب اعتماداً على عدة عوامل: المذيب المستخدم، وحالة الأوراق (طازجة أو جافة)، والموقع الجغرافي للأشجار -وبالتالي المناخ والتربة -وحتى الممر الهضمي، الذي يمكن أن يعدل استقرار وامتصاص الجزيئات النشطة. وفي الوقت نفسه، وثقت الدراسة نشاطاً قوياً مضاداً للبكتيريا من مستخلصات أو صبغات أوراق الزيتون، وهو فعال على كل من السلالات إيجابية الجرام وسلبية الجرام. تستمر هذه الفضيحة المضادة للميكروبات، والتي غالباً ما يتم التأكيد عليها في المستخلصات الكحولية، جزئياً بعد الهضم، مما يشير إلى أن بعض المكونات النشطة تبقى على قيد الحياة في الجهاز الهضمي. ومع ذلك، فإن شدة الأخرى تعتمد بشكل أساسي على تركيز المستخلص، والسلالة البكتيرية المختبرة، والتقنية المستخدمة، سواء كانت الانتشار على الأجار، أو التخفيف في وسط سائل أو طريقة أخرى. وبالمثل، فإن عوامل مثل الشجرة وتاريخ الحصاد والتخزين، فضلاً عن إجراء الاستخراج -النقع، أو الموجات فوق الصوتية، أو سوكسليت أو غيرها -لها تأثير حاسم على العائد ونوعية المركبات النشطة بيولوجياً المستردة. ونظراً للنتائج المتنوعة للغاية التي توصلت إليها الدراسات، تسلط هذه الدراسة الضوء على مدى الحاجة الملحة إلى إنشاء منهجية مشتركة لاستخراج وتقييم وتحديد كميات المركبات النشطة بيولوجياً. ومن شأن هذا التوحيد أن يسهل المقارنة بين الدراسات، ويعزز موثوقية الاستنتاجات، ويجعل من الممكن تحديد الجزيئات المسؤولة فعلياً عن التأثيرات الملحوظة بدقة. ومن ثم فإن النهج المتكامل الذي يجمع بين التحليلات الكيميائية والاختبارات البيولوجية والنمذجة الدوائية قد يضع أوراق الزيتون كمصدر طبيعي واعد للمكونات النشطة، سواء كان المقصود منها مكافحة الإجهاد التأكسدي أو العدوى الميكروبية، أو حتى بشكل عام لمنع الأمراض المزمنة المرتبطة بالشيخوخة الخلوية.

الكلمات المفتاحية : أوراق الزيتون، المضادة للأكسدة، المضادة للبكتيريا، المركبات الفينولية.

Abstract

The antioxidant and antibacterial potential of olive leaves, identified as being related to their content of bioactive compounds such as phenolic and flavonoids, is discussed in this work. These natural compounds, widely studied for their multiple beneficial effects on human beings, are responsible for most of the biological properties of olive leaf extracts useful for the prevention and treatment of various pathologies. Antioxidant activity has been determined using a variety of in vitro methods, including DPPH free radical scavenging, FRAP iron reducing capacity and TAC total antioxidant capacity. These methods can be used to assess various aspects of antioxidant capacity. In general, extracts obtained with organic solvents, such as ethanol and methanol, showed more marked antioxidant activity, probably due to better extraction phytochemical rates. However, the therapeutic efficacy of these extracts fluctuates according to several factors: the solvent chosen, the condition of the leaves (fresh or dry), and the geographical habitat of the trees - hence the climate and soil - and even the digestive passage, which can modify the stability and absorption of the active molecules. At the same time, the work documents a strong antibacterial activity of olive leaf infusions or tinctures, effective on both Gram-positive and Gram-negative strains. This antimicrobial virtue, often accentuated in alcohol extracts, partially persists after simulated digestion, suggesting that certain active principles survive in the digestive tract. However, the intensity of the other depends mainly on the concentration of the extract, the bacterial strain tested and the technique used, whether agar diffusion, liquid dilution or other. Similarly, factors such as the tree, harvest date and storage, as well as the extraction procedure - maceration, ultrasound, Soxhlet or other - have a decisive influence on the yield and quality of the bioactive compounds recovered. In view of the wide variety of results found in the literature, this study highlights the urgent need to establish a common methodology for the extraction, evaluation and quantification of bioactive compounds. Such standardization would facilitate comparisons between studies, enhance the reliability of conclusions and make it possible to pinpoint the molecules actually responsible for the effects observed. An integrated approach combining chemical analysis, biological testing and pharmacokinetic modelling could thus position olive leaves as a promising natural source of active ingredients, whether intended to combat oxidative stress or microbial infections, or even to prevent chronic diseases linked to cellular activity.

Keywords: Olive leaves, antioxidant, antibacterial, phenolic compounds.

Introduction

Introduction

Depuis la nuit des temps, l'homme a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement pour ses besoins alimentaires et médicaux afin de traiter et soigner les différentes sortes des maladies **(Boumediou et Addoun., 2017)**. Les plantes jouent un rôle important dans l'art de guérison à travers le monde grâce à leurs propriétés thérapeutiques qui sont dus à la présence de milliers de composés bioactifs, ceux-ci s'accumulent dans différents organes et aussi dans des cellules spécifiques de la plante **(Boudjouref, 2011)**.

Selon **Quyau (2003)**, plus de 80 000 espèces de plantes médicinales dans le monde sont utilisées en médecine traditionnelle. Parmi les plantes les plus bénéfiques pour l'humanité, on distingue l'olivier (*Olea europaea* L.) **(Chiappetta et Muzzalupo 2012)**, L'olivier ou *Olea europaea* L. constitue une entité indissociable des peuples méditerranéens. Cet arbre appartient à la grande famille des *oleaceae*. L'olivier résiste bien aux conditions climatiques dures 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)**.

Les feuilles de l'olivier, biomasse produite en grande quantité dans les pays méditerranéens en particulier en Algérie, ne doivent pas être considérées comme un déchet encombrant, mais comme une richesse qu'on doit utiliser. Elles sont connues par leurs vertus bénéfiques pour la santé humaine, due à leurs richesses en composés phénoliques, notamment l'oleuropéine. Ces composés possèdent, entre autres, des pouvoirs antioxydants, anti cancéreux, antimicrobiens qui les rendent très importants pour les domaines de la santé et l'industrie agroalimentaire **(Addab et al,2020)**.

L'utilisation la plus connue de l'olivier est la production de l'huile d'olive qui est 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 **(Djenane et al. 2012)**.

Dans ce contexte général, notre étude bibliographique a pour objectif de démontrer l'effet antioxydants et antibactériennes des feuilles d'olivier en vue de valoriser ces feuilles à l'échelle nutritionnelle et industrielle.

Pour ce faire, notre thème est divisée en quatre chapitres. Les premier et deuxième chapitres présentent l'olivier et les feuilles d'olivier, la troisième traite des propriétés antioxydantes et antibactériennes de l'extrait de feuilles d'olivier, et le dernier chapitre porte principalement sur la comparaison des résultats des études.

Chapitre01 :

L'olivier

1. L'origine de l'olivier

L'origine du terme olivier viendrait de « Elaiwon », devenu « Elaia » chez les Grecs antiques puis « *olea* » chez les Romains. Le premier mot pour *Olea* est apparu sur des tablettes d'argile trouvées en Grèce datées du XIII^{ème} siècle (**Rhizopoulou, 2007**). L'olivier (*Olea europaea* L) est la principale espèce cultivée appartenant à la famille monophylétique des Oleaceae (**Muzzalupo, 2012**). La culture de l'olivier est originaire d'Asie Mineure et s'étend de la Syrie à la Grèce (**Aouchiche et Boumghar, 2015**). Des ruines antiques ont également été découvertes en Asie Mineure en référence à cet arbre millénaire, datant d'au moins 6000 ans avant JC (**Ait Fodil et Ourahmoun, 2016**), et les fouilles syriennes dans l'ancien port d'Ougarit ont révélé de grandes quantités d'amphores d'huiles. Il était probablement dédié au commerce méditerranéen (**Lebdiri et Berkani, 2015**).

C'est particulièrement le cas dans la mythologie grecque après qu'Athéna a exposé un « olivier ». De plus, ils ont utilisé du bois d'olivier dans les sculptures des dieux grecs. De plus, des branches d'olivier et des bouteilles d'huile d'olive ont été attribuées aux premiers gagnants des Jeux Olympiques en récompense de leur performance (**Azzouni et Benariba, 2017**). Au cours des périodes récentes, l'olivier a continué à se développer en dehors des pays méditerranéens avec la découverte de l'Amérique en 1492 et en 1560, lorsque l'olivier a été trouvé au Mexique, puis au Pérou, en Californie, au Chili et enfin en Argentine. Puis il s'est installé en Afrique du Sud, en Australie, au Japon et en Chine. Malgré tout cela, l'olivier reste une culture méditerranéenne par excellence, et son « or liquide », quelle que soit l'époque ou le lieu, reste le symbole et la richesse du monde méditerranéen (**COI, 2006 ; Selmani, 2015**).



Figure 1 : L'olivier (*Olea europaea* L) (Belaj et al. 2016).

2. La description botanique de l'olivier

2.1. Les caractéristiques morphologiques de l'olivier

2.1.1. Les caractères généraux

L'olivier est une espèce à une croissance lente, tolérante au stress de la sécheresse et à une durée de vie extrêmement longue d'environ 500 ans, persistante dans la région

méditerranéenne, où sa croissance est rythmée dans les régions tempérées qui permettent le développement dans différentes conditions environnementales caractérisées par son tronc, par son pouvoir de développer la croissance latérale et par le fait que ses racines sont difficiles à détruire (**Benguendouz A., 2019**). C'est un arbre de taille moyenne, polymorphe avec une différence entre les feuilles du stade juvénile et celles du stade adulte. Au tronc noueux, très rameux, à l'écorce brune crevassée, au bois dur et dense, a une grandeur moyenne peut atteindre à une hauteur de 15 jusqu'à 20 mètres, et vivre très longtemps. Il s'adapte aux conditions parfaitement : d'un climat subtropical sec, hiver doux, automne au printemps pluvieux, été chaud et sec, une grande luminosité et la température comprise entre 13 et 22 °C (**Selaimia R., 2018**).

2.1.2. Système racinaire

L'olivier développe un système racinaire essentiellement peu profond 60 à 100 cm à développement latéral, dont les racines principales débordent peu l'aplomb du feuillage, alors que les racines secondaires et les radicelles peuvent exploiter une surface du sol considérable. Le chevelu racinaire se limite en général au premier mètre où poussent des racines qui permettent l'alimentation hydrique de l'arbre en cas de sécheresse. Seules les radicelles émises au cours de l'année permettent l'absorption de l'eau. Parmi les principales fonctions des racines est le stockage de carbone et d'azote. Le carbone est stocké sous forme d'amidon et des sucres solubles (**Sibbett et Ferguson, 2005**).

Le système racinaire a les fonctions suivantes :

- Ancrage de l'arbre.
- Absorption de l'eau et des nutriments.
- Synthèse de diverses matières organiques.
- Stockage des nutriments. Les fonctions du système racinaire dépendent de la variété, des conditions du sol et des pratiques culturales (**Therios, 2009**).



Figure 2 : Système racinaire de l'olivier (Aubert, 2011).

2.1.3. Les organes aériens

2.1.3.1. L'arbre

C'est un arbre à croissance lente qui peut atteindre 15 à 20 m de hauteur, le tronc est le plus souvent élancé selon les sols et les climats et vivre très longtemps. Mais dans la plupart des modes de culture, les oliviers sont maintenus entre trois et sept mètres de hauteur afin de rendre possible l'entretien et la récolte (**Gharabi, 2019**). Il est toujours vert mais dont les dimensions et les formes peuvent être très variables (**Iserin, 2001 ; Ghedira, 2008 ; Doveri et Baldoni, 2007**).

Il présente une cime arrondie avec des rameaux étalés très nombreux, enchevêtrés les uns dans les autres. Les dimensions et la forme de l'olivier varient avec les conditions climatiques, l'exposition, la fertilité du sol et les variétés. L'olivier préfère les sols légèrement basiques (**Zamoum, 2016**).



Figure 3 : Arbre d'olivier (Hashmi *et al*, 2015).

2.1.3.2. Tronc

Le tronc est le principal support de l'arbre. Sur les jeunes arbres, le tronc est droit et circulaire puis il se déforme, au fur et à mesure de leur vieillissement, pour donner naissance à des « cordes » (zones successives de dépressions donnant au tronc un aspect, tourmenté, caractéristique de l'olivier). Ce dernier se développe en : Des charpentières composées de charpentières maîtresse et sous-charpentières ; des branches : trois sortes : branches à bois, branches à fruits et branches mixtes (**Gharabi, 2019**). Le tronc est jaunâtre puis passe à la brune très claire. Il présente un diamètre irrégulier (jusqu'à 2 m de diamètre) avec une forme qui évolue d'une manière dynamique selon le degré de développement. Il est très dur, compact, court, et port des branches, assez grosses, tortueuses, et lisse. Sa structure se varie selon les variétés et les conditions de milieu (**Wiesman, 2009 ; Chafaa, 2013**). et bois dur et dense, à l'écorce brune crevassée. Il peut atteindre vingt mètres de hauteur (**Haouari, 2013**).

Le tronc et les branches constituent le « bois » ou « squelette » de l'arbre ; leur rôle principal est le transport de sève brute et de sève élaborée. Du tronc sortent les branches principales sur lesquelles sont insérées les branches secondaires et sur celles-ci, à leur tour les tertiaires et pour finir les branches fines, d'ordre supérieur. A leur bout, ces dernières portent les pousses fructifères, dénommées « rameaux », qui, l'année d'après seront chargés de produire les fruits (**Haouari, 2013**).



Figure 4 : Tronc d'olivier (Dominique, 2011).

2.1.3.3. Les feuilles

Les feuilles des oliviers ont généralement la forme ovale et mesurent environ 4 à 10 centimètres de longueur. Elles ont un bord lisse et peuvent être vert foncé ou argentées, selon la variété de l'olivier. Leur surface est lisse et légèrement brillante, et possède de petites veines pour transporter l'eau et les nutriments à travers la plante (**Borjan et al, 2020**). Elles sont simples, entières, à pétiole court et à limbe lancéolé qui se termine par un mucron, elles sont de petite taille de 1 à 2,5 cm de large. Les feuilles sont opposées et persistantes, leur durée de vie est de l'ordre de 3 ans (**Benguendouz, 2019**). Elles possèdent des caractères xérophytiques marquées (épiderme supérieur, fortement cuisiné et épiderme inférieur recouverts de poils) (**Gharabi, 2019**).



Figure 5 : Feuilles d'olivier (Hashmi et al, 2015).

2.1.3.4. Les fleurs

Les fleurs sont regroupées en petites grappes dressées (3 à 5 mm) à l'aisselle des feuilles. La fleur est constituée de 4 sépales, 4 pétales, 2 étamines et 2 carpelles (**Gharabi, 2019**). Elles sont hermaphrodites c'est-à-dire constitué des organes masculins et féminins (deux étamines +un pistil) (**Labdaoui, 2017**). Les fleurs d'olivier s'organisent en inflorescence en grappes (de 10 à 40 fleurs). La durée de la période de floraison de l'olivier se situe entre avril et juin, selon les conditions climatiques dominantes. La floraison se déclenche lorsque les conditions météorologiques se stabilisent à une température supérieure à 20 °C (**Wiesman, 2009**).



Figure 6: Fleurs d'olivier (Hashmi *et al*, 2015).

2.1.3.5. Les fruits

Les fruits sont des drupes sphériques qui changent généralement de couleur, passant du vert au violet ou presque noir à pleine maturité, avec un mésocarpe charnu et indéhiscent et un noyau (**Chafaa, 2013**). La pulpe dense (représente 80% du poids total du fruit), la forme est allongée, ovale et évolue selon les variétés (1 à 4 cm de longueur et de 0.60 à 2 cm de diamètre), dont l'huile est un composant essentiel de la plante, riche en acides gras insaturés et en vitamine E ainsi que en polyphénols. Un arbre d'olivier peut produire en moyenne 15 à 50 kg d'olives, il peut donner 3 à 10 litres d'huile d'olive selon les variétés (**Boulkroune, 2018**).

Le fruit est une drupe ovoïde comprenant un noyau dur, elliptique et une chair huileuse. Il reste longtemps vert et ne devient rougeâtre, noir pourpré ou noir franc qu'à maturité en octobre jusqu'à décembre (**Carillon, 2017**). Elle est composée de trois parties distinctes :

- **peau (épicarpe)** : L'épicarpe est un tissu protecteur qui représente environ 1 à 3% du poids de la drupe, il est recouvert de plusieurs cires, ce qui le rend imperméable à l'eau. Le changement de couleur de l'épicarpe lors de la maturation, est dû aux différents niveaux de pigments des chlorophylles, caroténoïdes et anthocyane qui le constituent (Bianchi, 2003).
- **mésocarpe (pulpe)** : c'est la pulpe du fruit, représentant la partie charnue. Elle est formée de cellules dans lesquelles sont stockées les gouttes de graisses qui formeront l'huile d'olive (Acila, 2018).
- **noyau (endocarpe)** : très dur, osseux, est formé d'une enveloppe qui se sclérifie l'été et contient une amande avec deux ovaires, dont l'un est généralement stérile : cette graine produit un embryon, qui donnera un nouvel olivier si les conditions sont favorables. La forme du noyau ainsi que le nombre de sillons creusés à sa surface, constituent des caractères distinctifs pour l'identification des différentes variétés d'olives (Kailis, 2017).

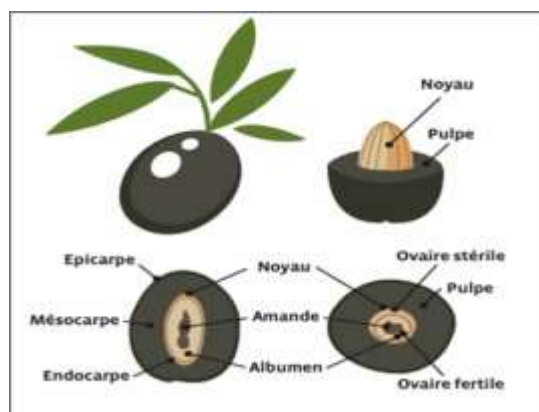
Figure 7 : Fruits d'olivier (Hashmi *et al* 2015).

Figure 8 : Coupe transversale et longitudinale d'olives (Afidol, 2019).

2.1.3.6. Ecorce

L'écorce est très mince, percevant le moindre choc mécanique et sous le coup se déchire facilement. L'épiderme subit une évolution morphologique épais, rude, crevassé et se détache en plaque (Belhoucine, 2003). La coloration générale de l'écorce est typiquement gris pâle (Hashmi *et al*, 2015).



Figure 9 : Ecorce de l'olivier (Hashmi *et al*, 2015).

3. La situation de l'oléiculture dans le monde

3.1. La répartition géographique à le monde

Le nombre total d'oliviers dans le monde est estimé à environ 1,5 milliard d'arbres, répartis sur plus de 66 pays producteurs **(Benitez, 2023)**. La majorité se concentre dans le bassin méditerranéen, qui regroupe à lui seul plus de 95 % des oliviers mondiaux **(Lorenzo, 2024)**.

Répartition par pays et régions principales :

- Turquie : environ 200 millions d'oliviers, surtout dans les régions égéenne et de Marmara **(Artem Oliva, 2023)**.
- Espagne : près de 180 millions d'arbres, principalement en Andalousie **(Gonzalez, 2023)**.
- Pakistan : environ 85 millions d'arbres, dont 80 millions sauvages et 5 millions cultivés dans le cadre du programme "10 Billion Tree Tsunami"**(Ahmed, 2024)**.
- Afrique (hors Maghreb) : environ 100 millions d'arbres, avec des concentrations en Éthiopie, Afrique du Sud et Kenya **(Tshabalala, 2024)**.
- Asie (hors Turquie et Pakistan) : environ 30 millions d'arbres, principalement en Iran et Syrie **(Farhani, 2024)**.
- Amériques : plus de 20 millions d'arbres, notamment en Argentine, Chili et Californie **(Martinez, 2023)**.
- Océanie : environ 5 millions d'arbres, principalement en Australie **(Roberts, 2023)**.

3.2. Les principaux cultivars d'olivier au monde

Dans l'ensemble des spécialités, il existe une diversité de plusieurs centaines de variétés, ainsi qu'il est présenté dans le (Tab.1). Ces variétés proviennent majoritairement du bassin méditerranéen, une région où l'on cultive encore des variétés très anciennes.

Tableau 1 : Principales variétés d'olivier cultivées dans le monde.

Cultivar	Pays d'origine	Utilisation	Référence
Arbequina	Espagne (Catalogne)	Huile	(Tous et Romero, 2020)
Koroneiki	Grèce	Huile	(Proietti et al., 2021)
Conservolia		Table	
Picual	Espagne (Andalousie)	Huile	(Barranco et Rallo, 2019)
Frantoio	Italie (Toscane)	Huile	(Baldoni et al., 2018)
Leccino	Italie (centre)	Huile	(Caruso et al., 2020)
Manzanilla	Etats-Unis	Table	(Iddir., 2019)
Picholine	France	Table	(Iddir., 2019)
Tanche		Table	
Aglandau		Huile	
Soury	Liban	Huile + Table	(Iddir., 2019)
Galega	Portugal	Huile + Table	(Iddir., 2019)
Carrasquenha		Huile + Table	
Chemlali	Tunisie	Huile	(Iddir., 2019)
Chetoui		Huile	
Oblica	Ancienne Yougoslavie	Huile + Table	(Iddir., 2019)
Chemlal	Algérie	Huile	(Benaissa et al., 2020)
Dornat	Turquie	Table	(Iddir., 2019)

4. La situation de l'oléiculture en Algérie

4.1. La répartition géographique de l'Algérie

L'olivier est l'une des cultures arboricoles les plus répandues en Algérie. Sa répartition géographique est étroitement liée aux conditions climatiques, édaphiques et socio-économiques du pays.

- **région nord**

Est la zone principale de culture de l'olivier en Algérie. Les wilayas comme Tizi Ouzou, Béjaïa, Bouira, Blida, Chlef et Tlemcen concentrent une grande partie des superficies oléicoles. Ces régions bénéficient d'un climat méditerranéen favorable avec des précipitations suffisantes (INRAA, 2023).

- **Hauts Plateaux**

L'olivier est en extension dans cette zone grâce aux programmes de développement agricole. Des wilayas telles que Sétif, Batna, M'Sila et Djelfa commencent à enregistrer une augmentation des plantations grâce à l'irrigation complémentaire (MADRP, 2024).

- **région sud (zones semi-arides à arides)**

Bien que moins propice, certaines zones sahariennes comme Biskra, El Oued et Ouargla accueillent aujourd'hui des projets de plantation d'oliviers, notamment grâce à l'utilisation de techniques modernes d'irrigation (goutte-à-goutte) et à l'introduction de variétés adaptées à la sécheresse (ITAFV, 2024).

- **Statistiques nationales**

En 2025, l'Algérie dispose d'environ 500 000 hectares d'oliveraies, dont une majorité est concentrée dans les zones telliennes (FAO, 2025). La production nationale d'huile d'olive est en constante augmentation, atteignant près de 120 000 t.

4.2. Les principaux cultivars d'olivier en Algérie

L'Algérie se caractérise par la culture de diverses variétés d'oliviers, Chacune présentant des spécificités et des usages distincts. Parmi les plus notables, on retrouve :

Tableau 2 : Principales cultivars d'olivier cultivés en Algérie.

Cultivar	Région principale	Utilisation	Caractéristiques	Références
Chemlal	Kabylie (Tizi Ouzou, Béjaïa)	Huile	Résistance à la sécheresse, huile à faible acidité	(Benaïssa et al., 2020)
Sigoise	Sig (Mascara), Oran, Chlef, Blida	Huile et table	Bon rendement, goût fruité	(Khelifi et Boulal, 2019)
Limli	Est algérien (Souk Ahras, Guelma)	Huile traditionnelle	Résistance moyenne aux maladies	(Touati et al., 2021)
Azeradj	Hauts Plateaux (Sétif, Batna)	Huile	Tolérance au froid, goût amer	(Djerroud et Nouar, 2023)
Rougette	Médéa	Huile	Huile douce, sensible à la mouche de l'olive	(Bouras et al., 2022)

5. Les caractéristiques du cultivar Chemlal

C'est la variété la plus réputée en Algérie, avec un rendement 18 à 22% de l'huile, sa vigueur lui permet de rentabiliser des sols maigres afin de donner des huiles de qualité. Son entrée en production est bonne avec une floraison précoce. Sa maturation est tardive et sa production abondante. C'est une variété adaptée au milieu aride qui représente 40% du verger oléicole algérien, présent surtout en Kabylie, s'étend du mont Zekkar à l'Ouest aux Bibans à l'Est **(Gharabi, 2019)**.

Cette variété représente environ 40 % du verger oléicole Algérien cultivée essentiellement en grande Kabylie où il joue un rôle économique significatif au niveau régional. Il ne s'agit pas d'une variété mais probablement d'une population, car il existe plusieurs types de Chemlal : - Chemlal de Tizi Ouzou - Chemlal précoce de Tazmalt – Petite Chemlal pendante - Chemlal de l'Oued Aïssa - Chemlal Blanche d'Ali- Chérif .Son rendement en huile est de l'ordre de 18 % à 24 %. Elle est réputée pour produire une huile d'excellente qualité. Chemlal est une variété rustique, tardive, avec une productivité élevée et peu alternante, autostérile et toujours associée à d'autres variétés qui assurent sa pollinisation comme Azzerdj et Sigoise **(ONFAA, 2016)**.

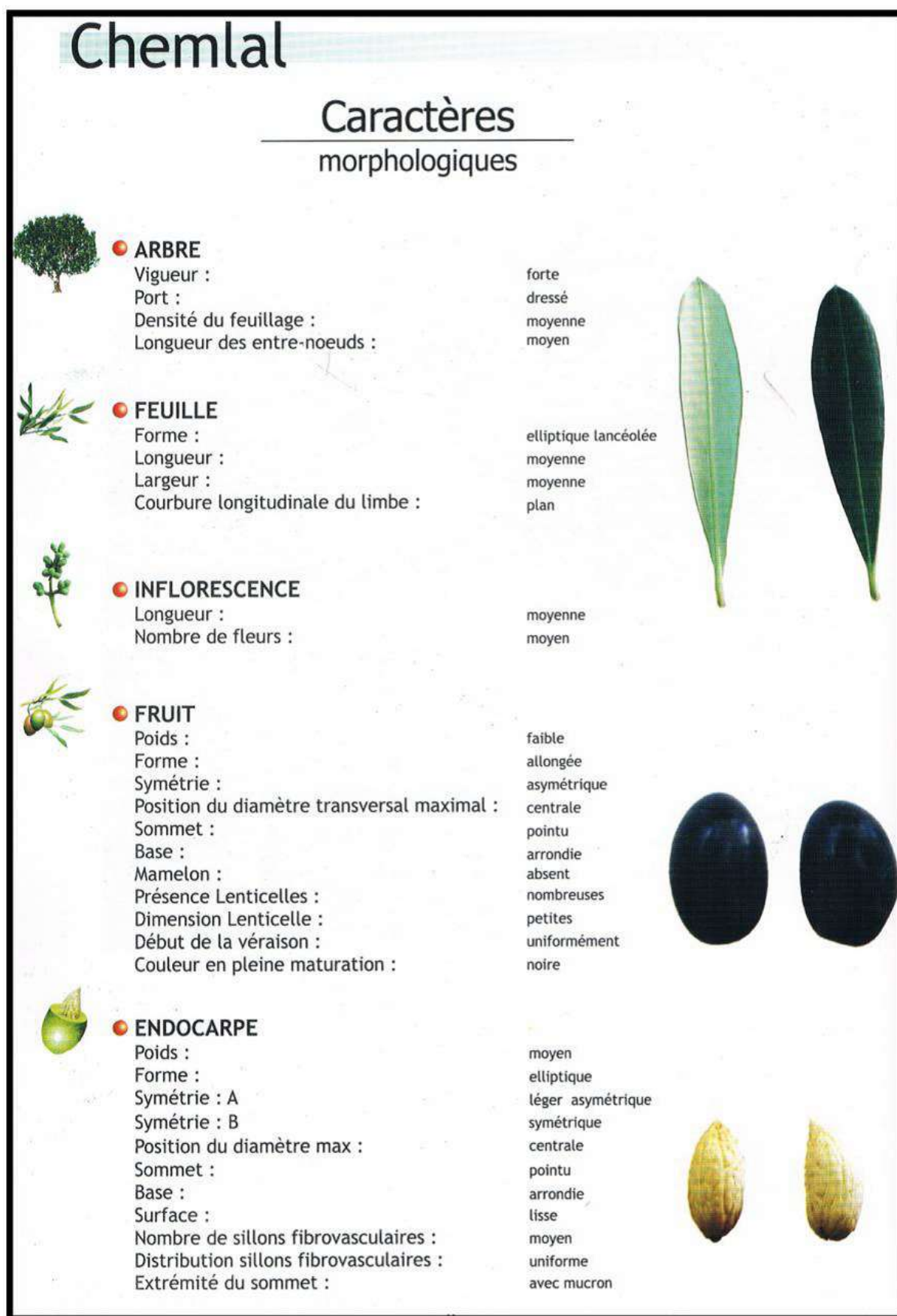


Figure 10 : Les caractères morphologiques des variétés Chemlal (Mendil M et Sebai A., 2006).

Chapitre 02 :

Feuilles d'olivier

1. La composition chimique des feuilles d'olivier

La composition chimique des feuilles varie en fonction de nombreux facteurs (variété, conditions climatiques, époque de prélèvement, proportion de bois, âge des plantations, etc... (Hassina *et al*, 2020).

1.1. Composition chimique globale

La composition chimique des feuilles varie en fonction de nombreux facteurs (variété, conditions climatiques, époque de prélèvement, proportion de bois, âge des plantations). Les feuilles d'olivier vertes sont caractérisées par une matière sèche qui se situe autour de 50 à 58%, celle des feuilles sèches autour de 90%, (Hassina *et al*, 2020). Les feuilles d'olivier contiennent de nombreux ingrédients nutritifs, vitamines et composés phytosanitaires bénéfiques pour la santé (Clodoveo *et al*, 2022).

Les feuilles sont particulièrement riches en carbohydrates. La matière organique est constituée par des protéines, des lipides, des monomères et polymères phénoliques (tel que les tannins) et principalement par des polysaccharides (tel que cellulose, hémicelluloses).

Tableau 3 : Composition chimique moyenne des feuilles d'*Olea europaea* L (Feki *et al*, 2020).

Constituant	Teneur (%)	Remarques
Eau	46,2 – 49,7	Teneur en humidité des feuilles fraîches
Protéines	5,0 – 7,6	Protéines totales
Lipides	1,0 – 1,3	Teneur totale en graisses
Minéraux	6,3 – 9,4	Inclut Ca, K, P, S
Glucides	37,1 – 42,5	Inclut sucres simples et complexes
Cellulose	5,7 – 11,0	Fraction lignocellulosique
Hémicellulose	3,8 – 4,0	Fraction lignocellulosique
Lignine	39,6 – 46,6	Composant structural principal
Composés phénoliques	1,3 – 2,3	Inclut oléuropéine et hydroxytyrosol

1.2. Composition en acides aminés

La teneur en protéine est faible dans les feuilles d'olivier. Le tableau.4 présente sa composition en acides aminées, qui est particulièrement diversifié.

Tableau 4 : Composition en acides aminées des feuilles d'olivier fraîche (exprimé en g par Kg d'azote total) (Martin-Garcia et Molina-Alcoide., 2008).

Acides aminés (g par Kg d'azote total)	Concentration d'acides aminés (g par Kg d'azote total)
Acide aspartique	27.5
Acide glutamique	35.1
Sérine	44.5
Glycine	79.6
Arginine	25.4
Thréonine	162.0
Alanine	46.8
Proline	73.8
Tyrosine	84.2
Valine	32.3
Méthionine	74.8
Cystéine	5.3
Isoleucine	1.6
Leucine	104
Phénylalanine	51.8
Lysine	19.1
Acides aminés essentiel	547
Acides aminés non essentiel	379
acides aminés totaux (sans tryptophane)	926

1.3. Composition en minéraux

La composition en minéraux des feuilles d'olivier est présentée dans le tableau. Les minéraux le plus abondant dans les feuilles est le fer avec une concentration de 273 g/ Kg de matière sèche.

Tableau 5 : Composition en minéraux des feuilles d'olivier (exprimé en g par Kg de matière sèche) (Aouidi, 2012).

Minéraux (g par Kg de matière sèche)	Concentratio Minérauxn (g par Kg de matière sèche)
Calcium (Ca)	12.7
Phosphore (P)	2.1
Magnésium (Mg)	1.9
Potassium (K)	6.3
Fer (Fe)	273.8
Cuivre (Cu)	10.7
Zinc (Zn)	21.3
Magnésium (Mn)	50.0

1.4. Composés phénoliques des feuilles d'olivier

1.4.1. Définition et localisation des composés phénoliques

Les polyphénols alimentaires ont occupé une attention considérable parmi les nutritionnistes, les spécialistes et les consommateurs, en raison de leur action bénéfique sur la santé humaine, et leur rôle dans l'autodéfense de la plante contre certains ravageurs notamment contre les agents pathogènes, les contributeurs aux couleurs des plantes, les contributeurs au goût des aliments et des boissons (**Bayram et al, 2020**). D'un point de vue biologique, ces composés phénoliques sont définis comme des métabolites secondaires dans l'olivier, et ont une contribution importante dans la plante la protection et la résistance contre les agents pathogènes fongiques, qui peuvent être d'une importance cruciale pour la culture durable de l'olivier (**Lama-Muñoz et al, 2020**). Tous les composés phénoliques forment le groupe des composés organiques. phytochimiques le plus important dans le royaume des végétaux avec plus de 8000 structures phénoliques présents dans tous les organes de la plante, sont des composés qui ont un ou plusieurs groupes d'hydroxyles liés directement à un cycle aromatique, qu'est représenté par le benzène (**Vermeris et Nicholson, 2007**).

Les feuilles d'olivier sont riches en composés phénoliques, notamment en hydroxytyrosol, en oleuropéine, en tyrosol et en flavonoïdes tels que la lutéoline et l'apigénine. Ces composés possèdent des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antivirales et anticancéreuses (**Lakache et al, 2021**).

On les trouve dans les plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques tels que la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits. Les plus représentés sont les anthocyanes, les flavonoides et les tannins (**Boizot et Charpentier, 2006**). Dans la cellule, les composés phénoliques sont essentiellement localisés sous forme soluble dans les vacuoles. Ils peuvent également s'accumuler dans les parois végétales c'est le cas de la lignine (hétéropolymère d'alcools coniferylique, p-coumarylique et sinapylique) ou de certains flavonoides (**Allal, et al, 2022**).

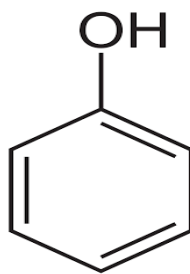


Figure 11 : Formule chimique d'une fonction phénol (**Aouidi, 2012**).

1.4.2. Composés phénoliques des feuilles d'olivier

La teneur en composés phénoliques dans les feuilles d'olivier varie entre 2,8 mg/g et 44,3 mg/g de matière sèche (**Boudhioua et al. 2008**). La différence entre les concentrations des composés phénoliques dans les feuilles d'olivier tout dépend de la variété de l'olivier, des conditions climatiques, de l'époque de prélèvement des feuilles et de l'âge des arbres d'olives. En plus de ces facteurs, il s'ajoute l'effet de la méthode de préparation des feuilles d'olivier (lavage, séchage, broyage...) ainsi que les techniques d'analyses qualitative et quantitative. Les feuilles d'olivier contiennent des monomères et des polymères phénoliques. Les polymères phénoliques sont représentés par les tannins hydrolysables et condensés et principalement par la lignine. Les teneurs en lignine varient de 14,2% à 30,4% par rapport à la matière sèche (**Boussadia et Djenoune, 2017**). Les monomères phénoliques sont représentés par des acides phénoliques, des alcools phénoliques, des triterpènes et des flavonoides sont aussi présents dans les feuilles d'olivier (**Bayram et al. 2020**).

Comme on peut classer les composés phénoliques en cinq groupes qui sont principalement présents dans les feuilles d'olivier : sécoiridoïdes (oleuropeïne, diméthyloléuropeïne), acide phénolique et ses dérivés (acide vanique, acide caféique, etc.), alcools phénoliques (tyrosol, hydroxytyrosol) et flavones (lutéoline-7 glycoside, diosmétine-7-glycoside...etc), flavonols (quercétine, isoramnetine, routine) et flavonoides contenant des flavanols (catéchine, gallocatène) (**Bayram et al, 2020**).

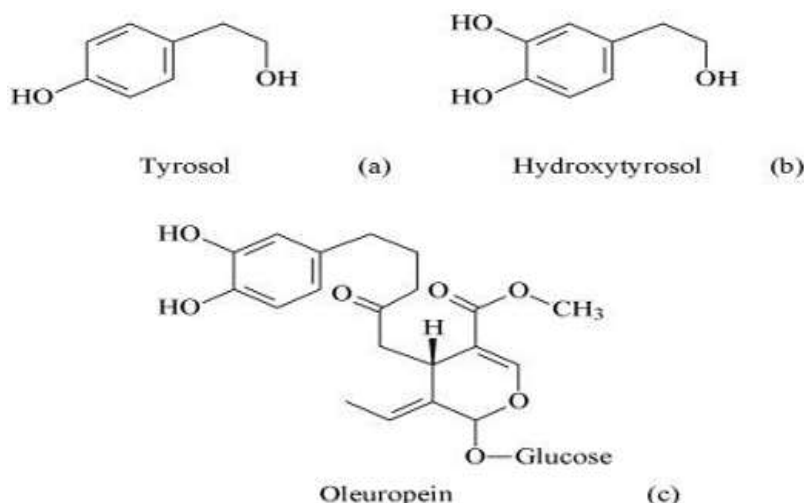


Figure 12 : Principaux composés phénoliques des feuilles d'olivier (**Selaimia, 2018**).

2. Vertus thérapeutiques des feuilles d'olivier (*Olea europaea* L.)

L'olivier et ses composants sont connus pour exercer plusieurs effets bénéfiques en raison de leur activité antioxydante, antimicrobienne, anti-inflammatoire et leur effet chimio préventif (**Syed et al, 2021**).

2.1. Propriétés pharmacologiques et thérapeutiques

L'olivier (*Olea europaea* L.), est traditionnellement utilisée comme hypotenseur, émollient, laxatif, diurétique, fébrifuge, nettoyant pour la peau, et également utilisé pour les traitements d'infections urinaires, de calculs biliaires, d'asthme bronchique et de diarrhée. Plusieurs phytoconstituants ont été signalés dans les différentes parties de la plante telle que les glycosides, les flavonoides, les secoiridoides et les acides gras poly-insaturés.

2.1.1. Activité antioxydante

À 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).

Les espèces réactives de l'oxygène et de l'azote jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement énergétique, la signalisation chimique, la détoxification et la fonction immunitaire. Produites en continu dans le corps humain, leur quantité est régulée par des enzymes endogènes telles que la superoxyde dismutase, la glutathion peroxydase et la catalase². Une surproduction de ces espèces, une exposition à des agents oxydants externes ou une défaillance des mécanismes de défense peut entraîner des dommages aux biomolécules (ADN, lipides, protéines), augmentant ainsi le risque de maladies cardiovasculaires, de cancer et d'autres maladies chroniques (karakaya. 2009).

Les antioxydants sont donc essentiels pour prévenir ces dommages oxydatifs. Leur activité est principalement due aux polyphénols, des composés largement étudiés pour leurs propriétés. Une étude réalisée en 2007 a montré que l'extrait de feuilles d'olivier présente l'activité antiradicalaire la plus élevée parmi 55 plantes analysées. De plus, l'hydroxytyrosol, un composé phénolique de l'olivier, est deux fois plus antioxydant que le resvératrol du vin rouge (Natopoulou *et al.*, 2014).

L'oleuropéine, un autre polyphénol majeur de l'olivier, possède également un fort pouvoir antioxydant, capable de réduire l'oxydation lipidique, notamment celle des LDL, tant *in vitro* qu'*in vivo* chez le lapin. Des études sur les érythrocytes montrent qu'en cas de stress oxydatif, ceux prétraités avec l'extrait de feuilles d'olivier résistent mieux à l'oxydation lipidique et à l'hémolyse. L'activité antioxydante de l'oleuropéine est attribuée à sa fraction hydroxytyrosol, bien que sa capacité à piéger le radical ABTS⁺ soit inférieure à celle de l'hydroxytyrosol seul, en raison de son poids moléculaire. Cependant, les composés

phénoliques de l'olivier agissent en synergie dans les extraits, offrant une capacité antioxydante supérieure à celle de la vitamine E (**Benavente-García et al, 2000**).

2.1.2. Les Activités antibactériennes

Les composés phénoliques sont reconnus d'être synthétisés par les plantes en réponse à l'infection microbienne (**Boulekbache et al, 2013**). En effet, ils sont les principaux composés antimicrobiens des plantes, possédant des modes d'action divers et des activités inhibitrices et létales vis-à-vis d'un nombre important de microorganismes. L'intensité et le spectre d'activité antimicrobienne varient selon la bactérie et le type d'extrait et le type de bactérie (**Djenane et al, 2012**).

En effet les anciens égyptiens momifiaient les pharaons avec des feuilles d'oliviers pressées pour lutter contre l'attaque des bactéries, des champignons et des parasites (**Vladimir H., 2008**). De nombreuses études in vitro ont été effectuées pour démontrer que les extraits de feuilles d'olivier empêchent ou au moins retardent le taux de croissance de certaines bactéries (**Selaimia H et al, 2019**). À titre d'exemple *Salmonella typhim*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumonie*, et *Escherichia coli*, (agents causals d'infections du système gastro-intestinal ou des voies respiratoires chez l'homme (**Caturla N et al, 2005**). L'action antibactérienne des phénols est liée à leur capacité à dénaturer les protéines et sont généralement classés comme agents agissant en surface. Leur action conduirait à la fuite des constituants cellulaires des bactéries tels que les protéines, le potassium et le phosphate. Ces effets pourraient être dus à la destruction du peptidoglycane ou aux dommages de la membrane cellulaire (**Mirad F et Badis A., 2019**).

2.1.3. Activités hypoglycémiantes

Les feuilles d'olivier (*Olea europaea*, Oleaceae) ont été largement utilisées dans les plantes médicinales traditionnelles pour prévenir et traiter diverses maladies. Ils contiennent plusieurs composés potentiellement bioactifs qui peuvent avoir des propriétés hypoglycémiantes et hypolipémiants. De nombreux polyphénols participent à cette activité hypoglycémiant : l'oleuropeine donne meilleurs résultats que l'extrait total de feuilles d'Olivier pour la production d'insuline, l'hydroxytyrosol améliore la sensibilité à l'insuline, la luteoline inhibe l'augmentation postprandiale de la glycémie. Ces substances sont également antioxydantes, et la réduction du stress oxydatif participe en partie à l'activité hypoglycémiant. Les acides gras de l'huile d'olive sont également impliqués : l'acide oléanolique prévient les neuropathies liées au diabète, l'acide oléique a un rôle protecteur vis-à-vis de la résistance à l'insuline induite par les AG saturés (**Lapraz et al, 2017**).

Jemai et al, (2009), ont évalué les effets d'utilisation d'extraits d'oleuropéine et d'hydroxytyrosol à des rats diabétiques à des concentrations de 16 et 8 mg/kg de poids corporel. L'étude a montré que les taux de glycémie étaient significativement plus bas ($p < 0,05$) chez les rats diabétiques après avoir consommé les extraits. L'oleuropéine et l'hydroxytyrosol à toutes les concentrations. Cependant, les rats ayant reçu de l'oleuropéine et de l'hydroxytyrosol à 16 mg/kg de poids corporel ont présenté un effet hypoglycémique significativement plus important que ceux ayant reçu ces composés à 8 mg/kg de poids corporel. L'étude a montré une augmentation significative du glycogène hépatique dans les groupes 0020 ayant reçu des extraits d'oleuropéine et d'hydroxytyrosol par rapport aux groupes témoins (glycémie normale et diabète). Les rats ayant reçu de l'oleuropéine à une dose de 16 mg/kg de poids corporel ont présenté des taux de glycogène hépatique plus élevés ($p < 0,05$).

Chez des rats diabétiques, l'absorption orale d'extrait de feuilles à la dose de 100, 250 et 500 mg/kg pendant 14 jours, versus glibenclamide administré à la dose 600 µg/kg, induit une diminution de la glycémie et une augmentation du taux de d'insuline sérique, alors que celle-ci reste inchangée chez le rat non diabétique. Une étude clinique portant sur 25 sujets sains montre, après un repas type méditerranéen et supplémenté en huile d'olive, une diminution de la glycémie postprandiale, une augmentation de la sécrétion d'insuline, de GLP-1 (glucagon-like peptide-1), et de GIP (glucose-dépendant insulino-tropique polypeptide). Une autre étude a montré, chez des obèses d'âge moyen, l'action bénéfique de polyphénols de feuille d'olivier pour améliorer la sensibilité à l'insuline et la capacité sécrétrice des cellules B-pancréatique (**Lapraz et al, 2017**).

La recherche de **Zakari, et al. (2023)**, ont montré que les extraits de feuilles et les fruits de l'olivier (*Olea europaea*) le dépistage a montré qu'ils étaient riches en différentes rats diabétiques traités avec la dose élevée (500) Différents composants présents dans les feuilles et les fruits d'*Olea europaea* var. *frantoye* ont été étudiés et leur effet hypoglycémiant a été testé sur des rats albinos. 500 mg/kg de feuilles et de fruits aqueux ont été dissous dans une solution saline normale (N/S). Les résultats indiquent la présence de polyphénols, les composants phytochimiques. L'étude quantitative a confirmé cette richesse et la molécule dominante est l'oleuropéine (781,26 et 233,83 ppm, respectivement, de feuilles et de fruits). Albino mg/kg/poids corporel) est la dose la plus efficace pour un traitement significatif. Comparé aux groupes témoins. Le médicament standard (témoin positif Glucophage 500) est efficace par rapport à l'extrait de feuilles et de fruits

2.1.4. Activité anti-inflammatoire

L'extrait méthanolique des feuilles d'*Olea europaea* exerce une activité anti-inflammatoire remarquable. De nombreux travaux indiquent que les flavonoïdes possèdent des propriétés anti-inflammatoires et qu'ils sont capables de moduler le fonctionnement du système immunitaire (**Lakache et al., 2019**). L'inhibition de la signalisation du récepteur Toll-like (TLR) induite par le LPS a été démontrée non seulement par une régulation à la baisse d'iNOS et de COX-2, mais aussi par une diminution de ERK1/2 JNK et du facteur nucléaire de l'amplificateur du gène du polypeptide léger kappa dans Beta cellules inhibitrices de la phosphorylation alpha (I κ B) *in vitro* après traitement à l'oleuropéine. En régulant à la baisse cette voie, les enzymes pro-inflammatoires interleukine 6 (IL-6) et interleukine 1 β (IL-1 β) et le gène AP-1 ont également été régulées à la baisse. Dans les monocytes humains, la Hydroxytyrosol inhibait la production de COX-2 et de prostanoïdes induite par le LPS, cependant, elle augmentait le TNF- α et induit la phosphorylation et l'expression de la COX-2 de NF- κ B. JNK et ERK. Enfin, la lutéolineflavonoïde d'olive régula l'expression de la COX-2 induite par IL-18 via ERK, JNK, NF- κ B (**Boukhari et Mahi, 2021**).

Une étude clinique montre l'activité anti-inflammatoire de l'hydroxytyrosol utilisé pour soulager la douleur chez des patients atteints de gonarthrose. Que ce soit la feuille ou le fruit, l'action anti-nociceptive est soulignée à plusieurs reprises lors d'études *in vivo* ainsi, administré à la dose de 200mg/kg, un extrait de feuilles d'Olivier diminue la douleur chez le rat, potentialise l'action de 5 mg/kg morphine et permet de diminuer la dose de morphine utilisée (**Takeda R et al, 2013**).

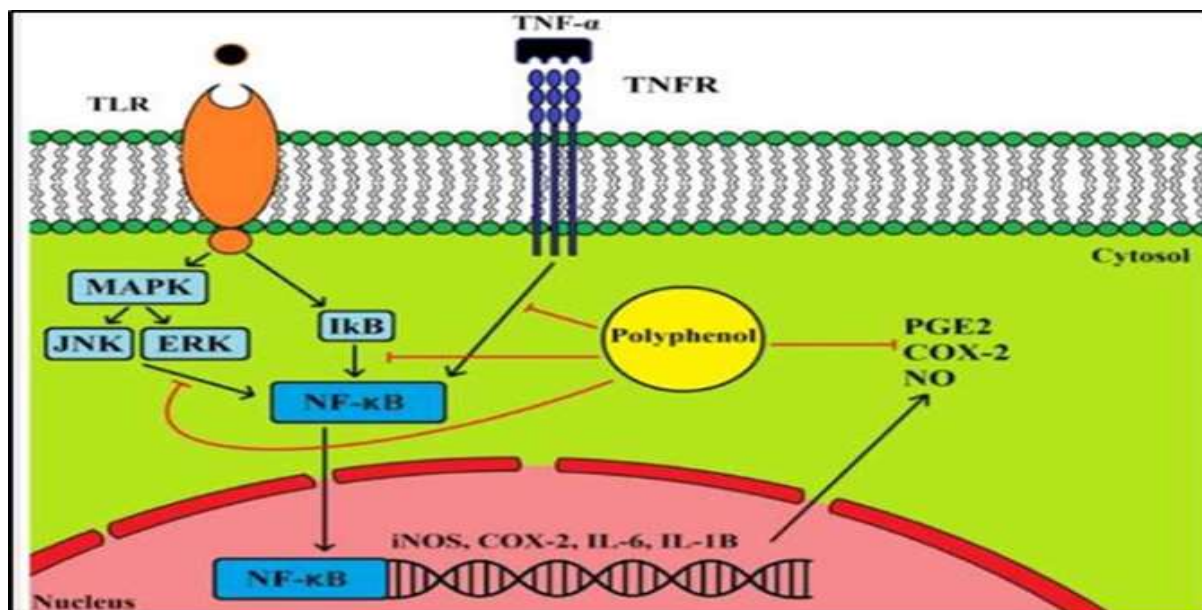


Figure 13 : Les propriétés anti-inflammatoires des polyphénols de feuilles d'olivier (**Lakache et al, 2019**).

2.1.5. Activité antifongique et antiparasitaire

Des recherches approfondies suggèrent qu'une des causes majeures des problèmes de santé les plus courants est l'infection par des parasites, des champignons et des levures. Ces organismes peuvent infecter presque toutes les zones du corps. Les champignons sont des survivants modifient leur croissance en fonction de leur environnement, mais ne peuvent pas surmonter un système immunitaire en santé. On les trouve fréquemment chez les patients atteints du sida, le cancer et le diabète, les athlètes, les personnes âgées, les personnes qui passent beaucoup de temps debout ou qui portent les mêmes chaussures jour après jour, ou qui portent des ongles artificiels. Les médicaments pris dans de nombreuses conditions diminuent la résistance et sont supposés rendre les personnes plus vulnérables aux infections. Les champignons peuvent infecter les matières mortes ; en outre ils peuvent aussi infecter des animaux vivants. Il a été démontré que la feuille d'olivier est efficace contre ces champignons. *Candida albicans*, *Candida krusei*, candidose orale en font partie. De plus, il est également efficace contre les cryptosporidies, les giardies, les oxyures, les ténias, la teigne, les protozoaires causant le paludisme et de nombreux autres (**Khan et al, 2007**).

De nombreuses études montrent que les feuilles d'olivier sont efficaces contre les champignons, tels que *C. albicans*, *C. krusei*, (**Selaimia H et al, 2019**). Les polyphénols ont une activité antifongique très puissante, dont les flavanones glycosides et des polyméthoxy flavones de *Citrus parasidi* et de *Citrus sinensis* sur *Penicillium digitatum* a été démontré. Aussi, les flavonoides de *Conyza aegyptica* L. ont une action fongicide et fongistatique sur différents agents de mycoses : *Microsporum canis*, *M. gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Candida zeylanoides* (**Djabali, 2012**). Les feuilles d'olivier est également efficace contre les cryptosporidies, les giardies, les oxyures, les ténias, la teigne, les protozoaires causant le paludisme (**Selaimia H et al, 2019**).

2.1.6. Activités antivirale

Plusieurs études ont permis de valider l'usage traditionnel de l'olivier en temps qu'anti-infectieux. In vitro, des chercheurs ont démontré l'action inhibitrice d'extraits de feuilles d'Olivier sur de nombreux virus, en particulier virus grippe, herpes, virus pseudorabies (**Selaimia H et al, 2019**).

L'étude de **Micol et al (2005)**, ont montré que l'oleuropéine inhibait in vitro l'infection in vitro par le virus de la septicémie hémorragique virale (VHSV), un rhabdovirus du saumon. L'incubation du virus avec un extrait de feuille d'olivier avant l'infection a réduit l'infection virale de 10 et 30 %, respectivement. De plus, l'extrait de feuille d'olivier a réduit de manière significative les niveaux viraux du VHC et l'accumulation de protéines virales (effet

destructeur viral) de manière dose-dépendante lorsqu'il a été ajouté aux monocouches cellulaires 36 heures après l'infection. Récemment, il a été démontré que des extraits de feuilles inhibent la réplication du VIH en neutralisant la transcriptase inverse et la protéase (Lee-Huang S *et al*, 2003).

L'activité antivirale est due par l'élénolate de calcium, un dérivé de l'acide élénolique. Le sel de calcium isolé de l'acide élénolique a été testé en tant qu'agent antiviral à large spectre d'action contre toutes les souches de virus. L'élénolate de calcium fut une des premières molécules testées de la feuille d'olivier. Lors d'expériences effectuées en in-vitro, il a montré une inhibition d'un certain nombre de virus, notamment:

- le Rhinovirus.
- les Myxoviruses.
- Herpès simplex de type I.
- Herpès simplex de type II.
- Herpès zona.
- Encephalomyocarditis.
- Polio 1, 2 et 3.
- deux souches de Virus de la leucémie.
- de nombreuses souches du virus grippal.
- des virus parainfluenza (Özkaya, 2011).

Les mécanismes d'action de l'élénolate de calcium furent aussi étudiés. Il présente différentes capacités : Il possède la capacité d'interférer avec les acides aminés essentiels à la production des virus, bloquant ainsi sa reproduction. Une autre de ces capacités est de contenir l'infection virale en inactivant la fusion de l'enveloppe virale avec la membrane cellulaire, rendant ainsi la pénétration cellulaire impossible. La capacité de pénétrer directement dans les cellules infectées et d'arrêter la réplication virale.

Particularité dans le cas des rétrovirus, il est capable de neutraliser production des protéines reverse transcriptase et protéase, protéines essentielles à leur réplication. Et pour finir, il stimule la phagocytose. De nombreuses études ont spécifiquement ciblé la capacité de l'extrait de feuille d'olivier à combattre le rhume, la grippe et d'autres affections apparentées, et ont donné des résultats étonnants. L'une de ces études, menée par des chercheurs de la clinique R à Budapest, en Hongrie, a révélé que le traitement à l'extrait de feuille d'olivier aidait plus de 90% des 164 patients souffrant de troubles respiratoires et pulmonaires (Özkaya, 2011).

2.1.7. Activités hypotensive

Au cours des dernières décennies, de nombreuses études ont rapporté de nombreuses relations entre la nutrition et la santé. Les habitudes alimentaires, telles que le régime méditerranéen, peuvent être impliquées dans la régulation de la pression artérielle, la diminution du stress oxydatif, l'amélioration du profil lipidique et la réduction des taux de mortalité dus aux maladies cardiovasculaires (**Martinez-Gonzalez et al, 2009**). L'olivier fait partie des plantes intensivement étudiées, qui sont fortement représentées dans le régime méditerranéen. Jusqu'à présent, différents modèles expérimentaux ont été utilisés dans le but d'étudier l'effet hypotenseur de l'extrait de feuille d'*Olea europaea* L (OLE). Par exemple, l'administration orale d'OLE a montré un effet prophylactique dose-dépendant contre l'augmentation de la pression artérielle induite par L-NAME (**Khayyal et al, 2002**).

Un essai clinique de l'extrait aqueux de feuilles d'olivier a été effectué sur des patients hypertendus. Les patients ont été traités avec 1,6 µg/jour d'extrait de feuilles d'olivier jusqu'à trois mois après traitement de 15 jours basé sur un placebo. Une diminution significative dans leur tension artérielle a été constatée après le traitement sans aucun effet secondaire (**Hashmi et al, 2015**).

Une étude clinique menée chez des patients atteints d'HTA au stade 1 et versus captopril montre qu'un extrait de feuilles administré pendant 8 semaines à la dose de 500 mg, 2 fois/jour a une meilleure action hypotensive que le captopril (25 mg, 2 fois/jour) sur la pression diastolique et la pression systolique (**Lapraz et al, 2017**).

L'extrait de feuille d'olivier provoque une diminution dose-dépendante de la pression systolique ventriculaire gauche, une diminution de la fréquence cardiaque et une augmentation du débit coronaire dans les cœurs et les cardiomyocytes isolés de lapin, par l'action d'un antagoniste du calcium, car l'extrait de feuille bloque les canaux calciques de manière directe et réversible (**Lapraz et al, 2017**). On pense que les propriétés antihypertensives sont en grande partie dues à l'oleuropéine (**Zarzuelo A et al, 1991**), mais aussi à l'oléacine et à l'acide oléanolique (**Rodriguez-Rodriguez R. et al, 2007**).

Une étude de **Vogel et al, (2015)**, montrent que l'oleuropéine confère une protection cardiovasculaire chez les modèles animaux atteints de DS2 et d'hypertension rénale concomitamment, en particulier lorsque l'extrait a été utilisé à une dose de 60 mg/kg par jour

De plus, l'oleuropéine stimule la production de NO dans les macrophages chez la souris. Une action inhibitrice de l'enzyme de conversion de l'angiotensine a été démontrée in vitro avec l'extrait aqueux de feuille, et elle est le fait de l'oléacine (**Lapraz et al, 2017**) Selon la

concentration d'oléacine dans le tube à essai, il a été observé une inhibition de l'enzyme variant de 64% à 95%.

Une étude plus récente faite sur l'aorte de rats hypertendus révèle un autre mécanisme hypotenseur de l'acide oléanolique. Celui-ci déclencherait une vasodilatation de l'aorte en stimulant la libération de NO, vasodilatateur bien connu. En effet, une concentration plasmatique importante de NO a été retrouvée après des prises quotidiennes d'acide oléanolique (Rodriguez *et al*, 2007).

2.1.8. Activités hypocholestérolémiantes

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, tels que la diminution du cholestérol (TC), cholestérol des lipoprotéines de basse densité (LDL-c) et des triglycérides (TG) (Lapraz *et al*, 2017). Le composé phénolique de feuilles d'Olivier 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).

On observe chez des volontaires sains consommant de l'huile d'olive quotidiennement durant un mois, une diminution du cholestérol total (12,13%), du LDL cholestérol (24,39%), et des triglycérides (24,8%). La richesse de l'huile en acides gras insaturés participe ces résultats. En effet, plus un acide gras est insaturé, plus sa structure moléculaire est dépliée et souple», ce qui aura un impact lors de son incorporation au sein des membranes cellulaires. Celles-ci resteront souples et permettront au cholestérol circulant de s'insérer entre deux molécules phospholipides à l'intérieur de la membrane cellulaire et non plus sur l'endothélium (Lapraz *et al*, 2017).

Une décoction de feuilles à 10% administrée oralement à des rats pendant deux mois entraîne des effets hypo-cholestérolémiants, hypoglycémiant, antihyperglycémiant significatifs accompagnés d'une diminution du cholestérol LDL oxydé. Par ailleurs, l'oleuropéoside, administrée à raison de 20 mg/kg, réduit la taille de l'infarctus chez le lapin rendu hypercholestérolémique et soumis à une ischémie. L'oleuropéoside diminue les produits de peroxydation des lipides plasmatiques.

Lors d'une étude réalisée sur les effets de l'administration d'extraits d'oleuropéine et de hydroxytyrosol chez la souris diabétique à des concentrations de 16 et 8 mg/kg de poids corporel ; les auteurs ont montré une diminution significative du taux de cholestérol chez les

rats diabétiques ayant reçu de l'oleuropéine et de l'hydroxytyrosol par rapport à un groupe témoin (Vogel P *et al*, 2015).

Il est connu qu'une augmentation des taux d'hormones thyroïdiennes circulantes abaisse la concentration plasmatique de lipides et notamment celle du cholestérol. Ainsi, une étude récente a mis en évidence qu'un extrait de feuilles d'olivier (extrait aqueux) diminue le taux de TSH sanguin avec une augmentation de la T3 probablement due à une stimulation de la 5'-déiodinase qui converti la T4 en T3 (Al-qarawi A.A *et al*, 2002).

L'étude de Jemai H *et al*, (2008), aux 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, TG, 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 de composés phénoliques présents dans des extraits de feuilles d'olivier ($p < 0,05$) ont montré qu'il y avait une réduction significative de l'activité hépatique de la CAT (catalase) et de la SOD (superoxydedismutase) 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 ($p < 0,05$).

2.1.9. Activités analgésiques

L'olivier est utilisé en médecine traditionnelle dans les régions méditerranéennes. Ses produits naturels sont utilisés dans le traitement de différents troubles, tels que la lutte contre la fièvre et certaines maladies infectieuses telles que le paludisme, le traitement de l'arythmie et le soulagement des spasmes intestinaux. Les effets anti-nociceptifs des différents extraits de feuilles d'*Olea europaea L.* ont été évalués après administration intrapéritonéale. Chez le rat et la souris, le frottement induit par l'acide acétique chez la souris pour tester l'effet analgésique. Les extraits de feuilles chloroformiques et méthanoliques, étudiés aux doses de 50, 100 et 200 mg/kg (poids corporel : poids corporel), ont montré des activités analgésiques significatives en fonction de la dose. Sur la base des résultats obtenus, on peut conclure que les extraits de feuilles d'*Olea europaea L.* ont des effets anti-nociceptifs (Chebbi R, 2011).

Une étude a été menée sur des rats Wistar mâles en utilisant des tests de battement de queue et de plaque chauffante sur le seuil de douleur. Pour déterminer l'effet de l'OLE et du

formol sur les effets analgésiques et hyperalgésiques de l'OLE et de 25 mg/kg dans 12 (6) OLE de morphine, des doses qui n'ont pas montré d'effet significatif sur les récepteurs de la douleur ont été injectées par voie intrapéritonéale, en conjonction avec de la morphine (5) mg/kg et 1 µg/kg en injection intrapéritonéale, respectivement). Lors de l'OLE, le test du mouvement de la queue a été utilisé pour évaluer les effets antagonistes et excitateurs de la morphine sur les nocicepteurs. Les résultats des données ont montré que 200 mg/kg de morphine administrée sous forme de lavement pouvaient produire un effet analgésique dose-dépendant dans les tests de mouvement de la queue et de plaque chauffante. L'administration de 200 mg/kg de morphine par lavement a significativement diminué les réponses à la douleur dans les première et deuxième phases du test au formol. De plus, une dose de 5 mg/kg de morphine peut renforcer l'effet anti-analgésie et prévenir l'hyperalgésie causée par de faibles doses de morphine. Par conséquent, nous pouvons conclure que l'extrait de feuille d'olivier possède des propriétés analgésiques dans plusieurs modèles de douleur et a un effet bénéfique sur le soulagement de la douleur induite par la morphine chez la souris. Il peut donc être utilisé pour traiter et/ou gérer des affections douloureuses (**Ben Saad H et al, 2015**).

2.1.10. Activités cardioprotectrices

En plus de leurs effets hypotenseurs et hypocholestérolémiants, les polyphénols contenus dans les feuilles d'olivier ont d'autres effets protecteurs pour le cœur. Une étude a été menée pour déterminer si la perfusion d'un cœur de rat isolé avec de l'oleuropéine, avant l'induction de l'ischémie ou au début de la reperfusion, a un effet sur les paramètres hémodynamiques, la taille de l'infarctus et les paramètres biochimiques après une lésion d'ischémie-reperfusion. Quarante-huit rats Wistar mâles ont été divisés en six groupes : groupes témoins (groupes Con-P et Con-T), groupes O10-P et O50-P perfusés avec 10 et 50 µg/g d'oleuropéine cardiaque 5 min avant l'induction de l'ischémie, et groupes O10-T et O50-T perfusés avec 10 et 50 µg/g d'oleuropéine cardiaque au début de la reperfusion, respectivement. Tous les cœurs ont subi une perfusion hépatique pendant 30 minutes et une reperfusion pendant 90 minutes. Les paramètres hémodynamiques ont été surveillés tout au long de l'expérience. Les niveaux de créatine kinase (CK) et de malondialdéhyde (MDA) dans le flux sanguin coronaire ont été examinés et la taille de l'infarctus a été mesurée à la fin de la reperfusion.

L'étude a révélé des améliorations significatives des paramètres hémodynamiques, à savoir la fréquence cardiaque, la pression télédiastolique ventriculaire gauche (PDVG), la pression diffuse ventriculaire gauche (PDVG), $\pm$ dp/dt et le débit sanguin coronaire, dans tous

les groupes recevant de l'oleuropéine par rapport aux groupes témoins. La taille de l'infarctus était également plus petite et les niveaux de flux sanguin coronaire de CK et de MDA étaient plus faibles dans les groupes oleuropéine par rapport aux groupes témoins. Il est suggéré que la perfusion de cœurs de rat isolés avec de l'oleuropéine entraînerait une amélioration du dysfonctionnement myocardique après une lésion ischémique-reperfusion. Nos résultats confirment le potentiel antioxydant de l'oleuropéine.

Une autre étude a montré que l'administration d'oleuropéine à 10 ou 20mg/kg pendant 6 semaines ou de 20 mg/kg pendant 3 semaines réduit la taille de l'infarctus par rapport au groupe témoin ($p=0,001$) (Vogel *et al*, 2015).

Une étude récente a évalué la capacité de l'oleuropéine à restaurer les cellules progénitrices endothéliales (EPC) exposées à l'angiotensine II. Les cellules endothéliales vasculaires sont responsables de la formation de nouveaux vaisseaux sanguins dans le tissu ischémique et peuvent participer à la revascularisation de la paroi artérielle endommagée. Il a été démontré que l'angiotensine II altère la fonction des cellules endothéliales vasculaires. L'étude a montré que l'oleuropéine avait un effet protecteur sur ces cellules, non seulement en raison de sa capacité antioxydante, mais aussi parce qu'elle implique la stimulation du facteur de transcription Nrf2 (nuclear erythroid factor-related factor 2), augmentant ainsi l'expression de l'enzyme hème oxygénase 1 (HO-1). L'enzyme HO-1 possède des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, anti-apoptotiques et anti-inflammatoires et a le potentiel de reconstruire la paroi artérielle endommagée ou de former de nouveaux vaisseaux sanguins à partir d'une ischémie (Vogel *et al*, 2015).

Une étude *in vivo* visant à évaluer l'effet de l'oleuropéine chez des rats traités par DXR a montré que le médicament augmente significativement la libération d'enzymes cardiaques dans la circulation systémique ($p < 0,05$) et que l'utilisation concomitante d'oleuropéine à des concentrations de 100 et 200 mg/kg de poids corporel avec DXR réduit les taux sériques de créatine phosphokinase (CPK), de créatine phosphokinase-MB (CK-MB), de LDH, d'aspartate aminotransférase (ASAT) et d'alanine aminotransférase (ALAT) ($p < 0,05$). De plus, l'oleuropéine réduit la peroxydation lipidique induite par le DXR, améliorant ainsi les résultats thérapeutiques et prévenant ainsi la cardiotoxicité. Outre, l'oleuropéine a permis de prévenir la cardiomyopathie induite par le DXR, en préservant ainsi la contractilité du ventricule gauche et en atténuant le développement de lésions inflammatoires et dégénératives dans le myocarde. Il a également empêché le stress nitro-oxydant, le déséquilibre de l'homeostasie du NO, l'expression de médiateurs pro-apoptotiques et le dérèglement du métabolisme myocardique (Vogel *et al*, 2015).

Chapitre 03 :

*Les activités antioxydante et
antibactérienne d'extrait des
feuilles d'olivier*

1. L'activité antioxydante

1.1. Définition des radicaux libres

Les radicaux libres correspondent à des entités moléculaires ou ioniques caractérisées par la présence d'électrons célibataires sur leur couche électronique externe. Cette configuration électronique instable confère à ces espèces une réactivité chimique élevée et une demi-vie généralement brève. Dans leur quête de stabilité, les radicaux libres tendent à interagir avec d'autres molécules afin d'apparier leurs électrons, un processus susceptible d'initier des réactions en chaîne dommageables pour les structures cellulaires. Leur formation peut résulter de mécanismes endogènes (métabolisme cellulaire, inflammation, etc.) ou de facteurs exogènes (rayonnements UV, pollution, tabagisme, etc) (**Chandimali et al, 2025**).

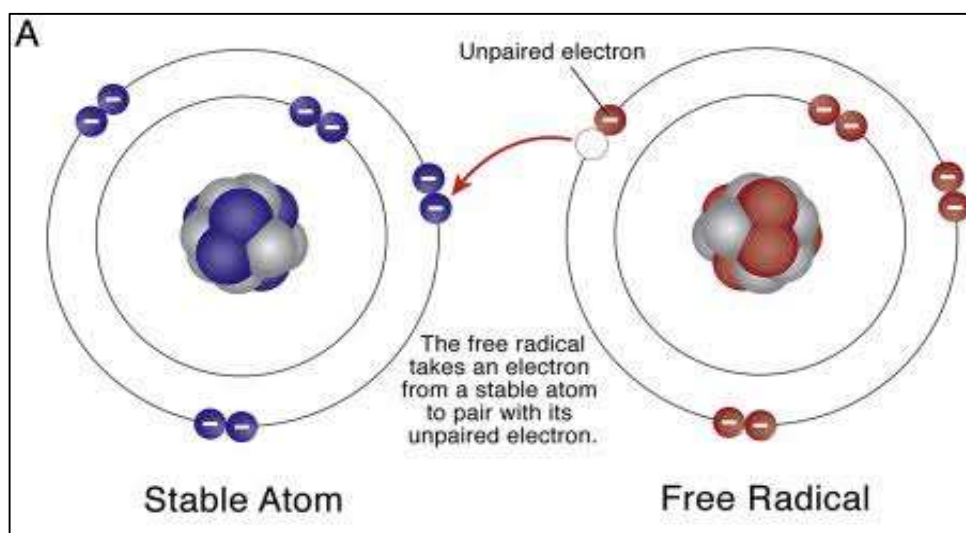


Figure 14 : Réaction des radicaux libres avec les atomes stables : perte d'électron et déstabilisation cellulaire (**khammash et al,2023**).

1.2. Production endogène et l'origine des radicaux libres

Les radicaux libres, en particulier les espèces réactives de l'oxygène (ROS), sont générés à la suite de réactions chimiques à la fois endogènes et exogènes, constituant un sous-produit inévitable du métabolisme des organismes aérobies. Parmi les principales sources internes, on retrouve la chaîne de transport des électrons mitochondriale, qui produit des molécules comme le superoxyde et le peroxyde d'hydrogène, ainsi que les réactions enzymatiques impliquant la xanthine oxydase et le cytochrome P450, en plus de l'activité des peroxysomes et des microsomes. Les cellules immunitaires telles que les macrophages et les neutrophiles contribuent également à la génération de ROS lors des réponses inflammatoires. Les sources externes incluent quant à elles les rayonnements ultraviolets et ionisants, les polluants atmosphériques, les métaux lourds (comme le fer et le cuivre), ainsi que divers composés chimiques (xénobiotiques). Les métaux de transition, notamment le fer via la réaction de Fenton, peuvent produire des radicaux hydroxyles très réactifs. Bien que certains

ROS jouent un rôle physiologique bénéfique dans la défense immunitaire et la signalisation cellulaire, leur accumulation excessive provoque un stress oxydatif, entraînant des dommages aux protéines, aux lipides et à l'ADN. Ce phénomène est étroitement lié au vieillissement ainsi qu'à diverses maladies chroniques comme le cancer, les maladies cardiovasculaires et les troubles neurodégénératifs (Rahman, 2007).

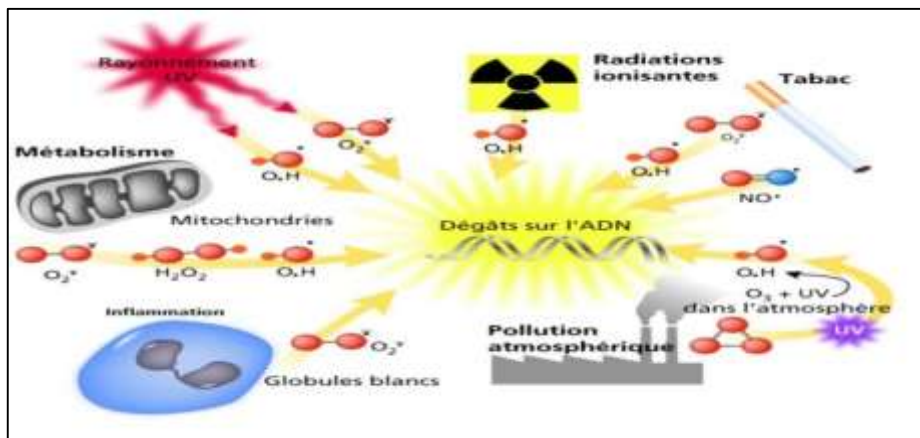


Figure 15 : Les sources des radicaux libres (USTO MB, 2020).

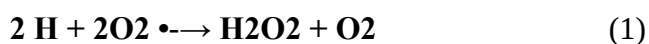
1.3. Réaction de l'organisme vis-à-vis des radicaux libres

Le corps humain utilise diverses stratégies pour contrer les effets des radicaux libres et du stress oxydatif. Ces stratégies comprennent des molécules antioxydantes enzymatiques telles que le superoxyde dismutase (SOD), le catalase (CAT) et le glutathion peroxydase (GPx), et non enzymatiques (le glutathion, l'acide urique et les vitamines), qui sont toutes des antioxydants endogènes. En outre, il existe plusieurs molécules antioxydantes exogènes d'origine animale ou végétale, principalement introduites par le biais de l'alimentation ou de la supplémentation nutritionnelle (Liguori *et al*, 2018 ; Halliwell, 2022).

1.3.1. Antioxydants enzymatiques

1.3.1.1. Superoxyde dismutase

La superoxyde dismutase (SOD) est une enzyme intracellulaire, présente dans toutes les cellules des systèmes biologiques. Elle joue un rôle fondamental dans l'élimination de $O_2^{\bullet-}$ en réagissant avec les protons pour former du H_2O_2 et de l' O_2 (Equation 1) (Zhao *et al*, 2021). Il existe trois formes, la SOD cytosolique contenant du cuivre et du zinc (CuZn SOD), la SOD mitochondriale (Mn-dépendante) et la SOD extracellulaire (Younus, 2018).



1.3.1.2. Catalase

La catalase (CAT) est une enzyme principalement localisée dans les peroxysomes, le foie, les reins et les globules rouges. Il agit en catalysant la décomposition du H₂O₂ en eau et en oxygène (Equation 2) (Nandi *et al*, 2019).



1.3.1.3. Glutathion peroxydase

La glutathion peroxydase (GPx) est une sélénoprotéine que l'on trouve également dans les mitochondries et la matrice extracellulaire. L'enzyme élimine le H₂O₂ en convertissant le glutathion réduit (GSH) en glutathion oxydé (GSSG) (Equation 3) (Tkachenko *et al*, 2014).



1.3.2. Antioxydants non enzymatiques

1.3.2.1. Glutathion réduit

Le glutathion réduit tripeptidique (GSH), présent dans le cytoplasme, les mitochondries et le noyau. Il élimine directement le OH• et l'O₂, détoxifie le H₂O₂ et les peroxydes lipidiques par l'action catalytique de GPx (Tovmasyan *et al*, 2015)

1.3.2.2. Acide urique

L'acide urique est l'un des composés organiques de faible poids moléculaire, généré lors du métabolisme des purines chez l'homme. Il agit comme un piègeur de radicaux endogènes et un puissant antioxydant physiologique (Amarnath *et al*, 2004).

1.3.2.3. Les vitamines

1.3.2.3.1. Vitamine (C)

La vitamine C (acide L-ascorbique) est un antioxydant hydrosoluble présent dans l'alimentation et les compléments alimentaires. En tant qu'agent réducteur, il est capable de réagir avec les radicaux hydroxyles HO• et d'O₂ •-. Ainsi, il offre la protection la plus efficace contre la peroxydation des lipides membranaires (Każmierczak-Barańska *et al*, 2020).

1.3.2.3.2. Vitamine (E)

La vitamine E est un antioxydant liposoluble qui protège les membranes cellulaires contre la peroxydation des lipides induite par les ERO. Il existe sous formes différentes (α , β , γ et δ tocophérol). L' α -tocophérol est la forme la plus active, qui peut mettre fin à une réaction en chaîne en transférant un atome d'hydrogène à un radical libre (Moukette *et al*, 2015).

1.3.2.4. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments végétaux liposolubles largement répandus dans la nature. Ils peuvent être classés en carotènes et en xanthophylles (**Shete et Quadro, 2013**). En plus de leur capacité à agir comme précurseurs de la vitamine A, ils sont efficaces pour piéger les radicaux hydroxyles et peroxydes, ce qui leur permet d'empêcher la peroxydation des lipides (**Zuluaga et al, 2017**).

1.3.2.5. Oligoéléments

Les oligoéléments (cuivre ; Cu, zinc ; Zn, sélénium ; Se et manganèse ; Mn) ont des propriétés antioxydantes. Ils servent notamment de cofacteurs des enzymes antioxydantes (**Azab et al, 2019**).

1.3.2.6. Polyphénols

Les polyphénols sont des composés naturels présents dans les aliments à base de plantes. Ils ont la capacité de moduler le stress oxydatif grâce à leurs propriétés bioactives. Les flavonoïdes agissent comme antioxydants par plusieurs voies. La plus puissante est celle qui consiste à piéger les radicaux libres, des chélateurs métalliques et des inhibiteurs d'enzymes responsables de la génération d'ERO (**Shen et al, 2022 ; Kaurinovic et Vastag, 2019**).

1.4. Les antioxydants

Les antioxydants sont les molécules impliquées dans le piégeage des espèces réactives responsables du stress oxydatif. Ils sont définis comme les substances susceptibles d'empêcher l'oxydation du substrat à faible concentration. Le stress oxydatif et ses effets néfastes peuvent être évités en absorbant des antioxydants naturels. Les antioxydants agissent en tant que piégeurs de radicaux libres et peuvent empêcher les réactions oxydatives conduisant à diverses maladies. L'un des effets bénéfiques des antioxydants est leur rôle dans la signalisation cellulaire, en plus de sa propriété de piégeage des radicaux libres. Des antioxydants, tels que les catéchines, altèrent les facteurs de transcription modulant la signalisation (**Sarangarajan et al, 2017**). Leur découverte remonte aux années 1900 (**Defraigne et Pincemail, 2008**).

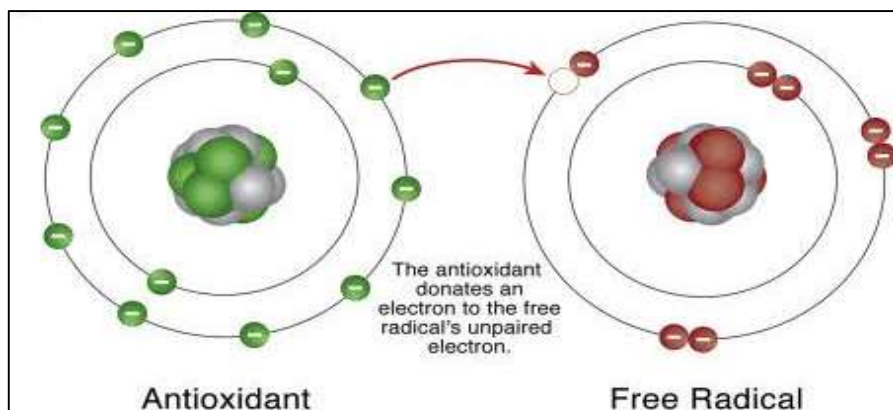


Figure 16 : Interaction des antioxydants avec les radicaux libres (**khammash et al, 2023**).

1.5.Le mécanisme d'action d'un antioxydant

Les antioxydants protègent les acides gras insaturés des membranes cellulaires grâce à deux mécanismes complémentaires. Le premier mécanisme consiste en une prévention primaire par la neutralisation des espèces réactives de l'oxygène telles que l'ion superoxyde, l'oxygène singulet, le monoxyde d'azote et le peroxydinitrite avant qu'ils ne puissent attaquer les acides gras. Des composés comme les caroténoïdes, la vitamine C et les polyphénols assurent cette fonction vitale. Le second mécanisme repose sur l'interruption des réactions en chaîne après l'initiation de la peroxydation, les antioxydants intervenant pour neutraliser les radicaux acyle-peroxyde formés. Ce processus s'effectue via une série de réactions débutant par la réduction des radicaux libres en hydroperoxydes par la vitamine E, elle-même régénérée par l'ascorbate, pour finalement recycler les produits d'oxydation via le système glutathion dépendant du NADPH (**Bonnefont-Rousselot, 2002**).

Il est important de noter que tout dysfonctionnement de ces systèmes de défense, comme dans le cas du déficit en G6PDH responsable du favisme, entraîne une accumulation de peroxydes lipidiques et une fragilisation des membranes cellulaires, causant des pathologies telles que l'anémie hémolytique. Les mécanismes d'action des antioxydants varient également selon leur nature chimique et leur localisation cellulaire, la vitamine E se caractérisant par sa position à l'interface membranaire et sa facilité de régénération, tandis que le bêta-carotène agit au sein de la couche lipidique de la membrane avec un risque de formation de radicaux secondaires. L'importance de ces mécanismes réside dans le maintien de l'équilibre délicat entre les processus d'oxydation et de réduction dans la cellule, le contrôle de la distribution des antioxydants dans les différents compartiments cellulaires, et l'intégration fonctionnelle des voies métaboliques comme la voie des pentoses phosphates qui

fournit le NADPH nécessaire à la régénération des antioxydants (**Bonnefont-Rousselot, 2002**).

1.6. Les sources d'antioxydant

Les antioxydants peuvent être naturels (aliments) ou synthétiques (médicaments ou compléments), tous agissant pour limiter les dommages causés par les radicaux libres.

1.6.1. Les médicaments

Actuellement, plusieurs agents thérapeutiques notamment les antihypertenseurs, les bêta bloquants, les anti-inflammatoires non stéroïdiens, ont été évalués pour leurs propriétés antioxydantes. On cite les exemples :

- Le Probucol agit comme un antioxydant en supprimant l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (**Calvin, 2001**).
- La N-acétylcystéine, Hexylresorcinol et Acetylcarnitine Ils travaillent pour réduire la formation de radicaux libres, prévenir l'oxydation des graisses et l'oxydation des protéines. En outre, ils travaillent pour reconstituer un antioxydant bien connu appelé glutathion et augmenter ses niveaux dans les cellules (**Stoia et Oancea, 2022**).

1.6.2. L'alimentation

1.6.2.1. Les antioxydants d'origine naturels

D'après **Hennebelle et al, (2004)**, nombreuses molécules possédant des propriétés antioxydantes ont été isolées des plantes particulièrement :

- Le resvératrol trouvé dans raisin
- Les polyphénols du Ginkgo
- L'épicatéchine du thé vert et du vin rouge
- L'hydroxytyrosol de l'huile d'olive

Les fruits et les légumes sont généralement riches en antioxydants naturels tels que :

- **La vitamine E** : (tocophérol) : Préviens la peroxydation des lipides membranaires in vivo en capturant les radicaux peroxydes. Sources : huiles végétales, noix, amandes, graines, lait, œufs, légumes à feuilles vertes (**Aouissa, 2002**).
- **Le β -carotène** : Possède une activité provitaminique A et capture l'oxygène singulet. Sources : légumes verts, épinards, carottes, papaye, fruits jaunes.

- **La vitamine C** : Puissant réducteur, régénère la vitamine E. Sources : légumes, chou, persil, agrumes, kiwi (**Sies et Stahl, 1995**).
- **Le sélénium** : Cofacteur de la glutathion peroxydase, réduit les lipides oxydés. Sources : viande, poisson, céréales (**Aouissa, 2002**).
- **Les composés phénoliques**.

1.6.2.2. Les antioxydants d'origine synthétiques

Il est utilisé dans l'industrie alimentaire comme conservateur afin de protéger les nutriments ou les composés bioactifs contre l'oxydation et ainsi prolonger la durée de conservation des produits : Butylhydroxytoluène (BHT), Butylhydroxyanisole (BHA), tert-butylhydroquinone (TBHQ) (**Stoia et Oancea, 2022**).

2. L'activité antibactérienne

2.1. Principales substances antimicrobiennes

2.1.1. Antibiotiques

Le terme « antibiotique » désigne une substance d'origine naturelle, hémi-synthétique ou synthétique, capable d'inhiber la croissance ou de tuer les bactéries. Ils exercent une activité sélective et spécifique liée à un mécanisme d'action précis (**Holmström et al, 2003**). Ils constituent les armes médicamenteuses les plus efficaces contre les infections bactériennes. On distingue les antibiotiques en fonction de leur origine, de leur nature chimique, de leur mécanisme d'action et de leur spectre (**Yala et al, 2001**).

2.1.2. Composés phénoliques

Plusieurs études ont été menées sur les effets antimicrobiens des phénols dérivés des olives, de l'huile d'olive et des feuilles d'olivier, confirmant l'effet antimicrobien des polyphénols. On a établi que les sécoiridoïdes (oleuropéine et ses dérivés), l'une des principales classes de polyphénols contenus dans l'olive, l'huile d'olive et les feuilles d'olivier, empêchent ou retardent le taux de croissance d'une série de bactéries et de microchampignons (**Farhi, 2009**). La détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) met en évidence une large activité antimicrobienne de l'hydroxytyrosol et de l'oleuropéine contre les souches bactériennes étudiées (**Djenane et al, 2012**).

2.2. Détermination de l'activité antibactérienne

2.2.1. Méthode de contact direct

Selon **Patra et al, (2020)**, on prélève à l'aide d'une anse de platine stérile une colonie d'une culture jeune de chaque espèce microbienne, préalablement activée sur un milieu spécifique, chacune d'entre elles étant ensuite inoculée dans un tube contenant 10 ml de bouillon nutritif, puis incubée à 37°C pendant 3 heures. A la dernière solution, qui constitue l'inoculum de l'espèce bactérienne donnée, on procède à des dilutions isotopiques décimales croissantes dans de l'eau physiologique, jusqu'à 10^{-4} pour les germes étudiés. Ensuite, des échantillons de 1 ml de chaque dernière dilution décimale sont ajoutés individuellement à 9 ml de chaque extrait des plantes testées, dilués avec de l'eau distillée à 0, 20, 40, 60, 80 et 100 % respectivement. Le mélange des solutions est ensuite inoculé en trois essais (3 boîtes de Pétri), chacun avec 0,1 ml de milieu de croissance spécifique pour chaque espèce microbienne. La lecture du nombre de colonies développées se fait après incubation des milieuxensemencés à 37°C pendant 24 à 72 heures.

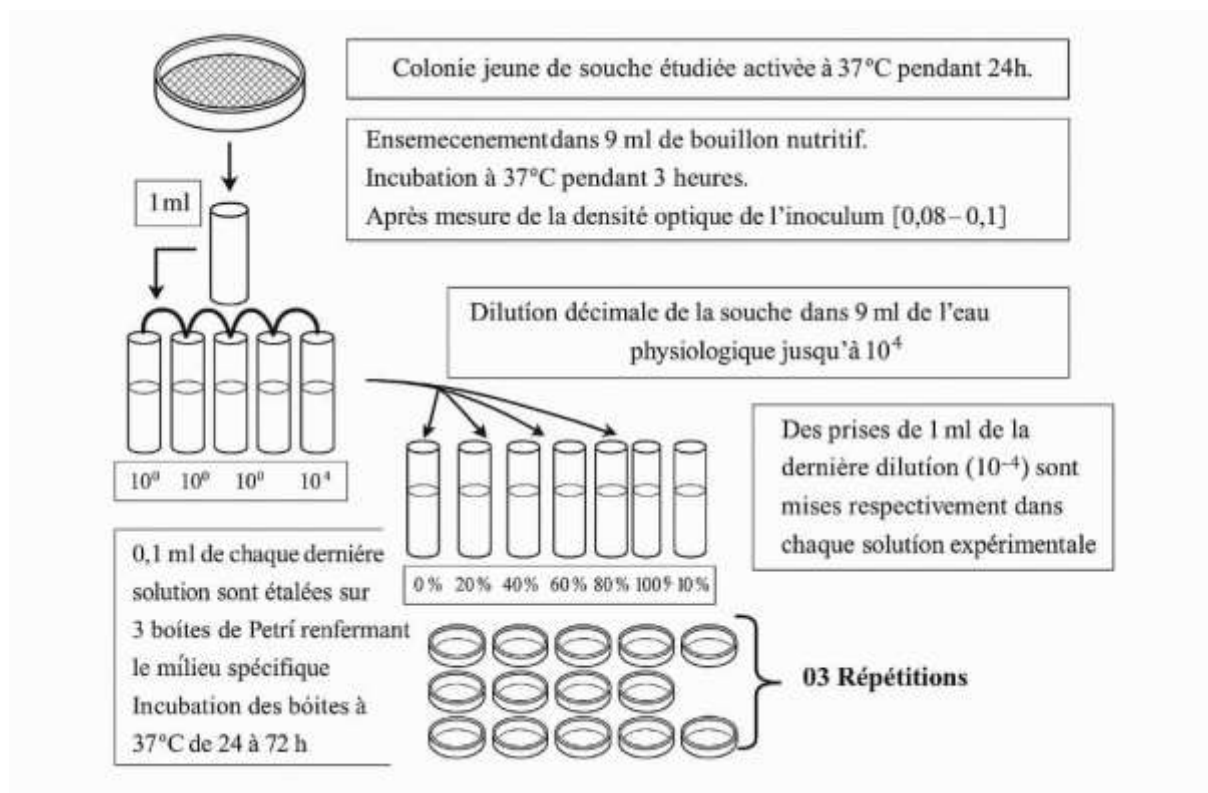


Figure 17 : Détermination de l'activité antibactérienne par méthode de contact direct (Bourgeois et Leveau, 1980).

2.2.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La concentration minimale inhibitrice correspond à la plus faible concentration d'antibiotique et /ou de principe actif nécessaire pour inhiber la croissance d'un micro-organisme (**Djenane et al, 2012**). Pour déterminer la concentration minimale inhibitrice des germes, on utilise des extraits de plantes obtenus par extraction avec différents solvants. Un échantillon de colonie de la bactérie, prélevé à l'aide d'une anse de platine dans 10 ml de bouillon nutritif, est incubé pendant 3 heures à 37°C afin d'obtenir les inoculations. Une partie de 0,2 ml de chaque inoculum est ensuite introduite respectivement dans 2 ml de chaque extrait dilué non pas avec de l'eau mais avec du bouillon de Mueller Hinton. Différents mélanges de tubes contenant chaque extrait préparé à différentes concentrations (0, 20, 40, 60, 80 et 100%) et l'inoculum bactérien sont ensuite incubés à 37°C pendant 18 à 24 heures (**LA et al, 2008**). Le dosage de la concentration minimale inhibitrice (CMI) est réalisé en mesurant la turbidité induite par la croissance du micro-organisme étudié. La CMI correspond donc à la plus petite concentration pour laquelle la turbidité est absente.

2.2.3. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB)

La concentration minimale bactéricide (CMB) d'un germe donné correspond à la plus faible concentration d'un extrait végétal capable d'éliminer au moins 99,99 % de l'inoculum initial après incubation (**LA et al, 2008**).

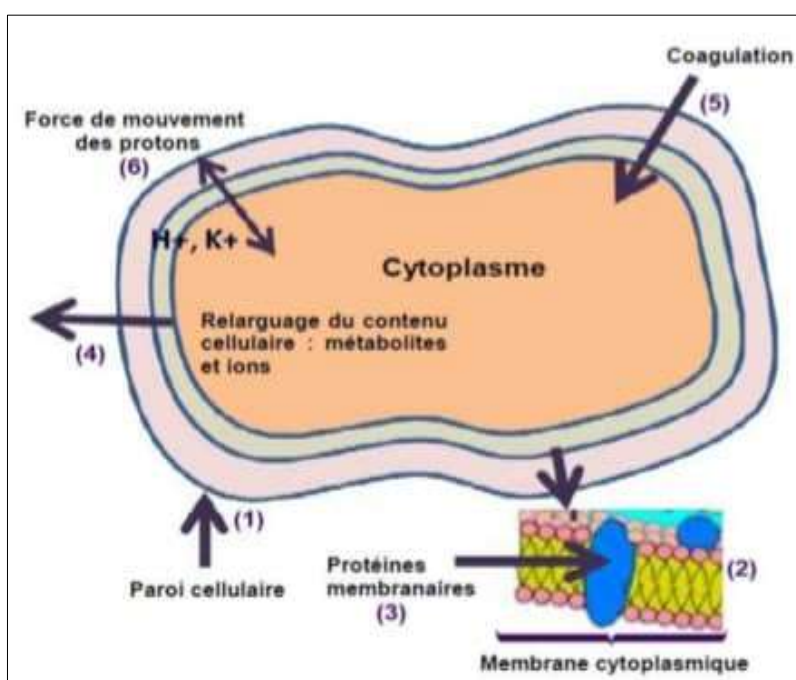
Pour la déterminer, le tube témoin contenant l'inoculum est dilué avec de l'eau physiologique jusqu'à une dilution de 10^{-4} , correspondant à une survie de 0,01 % des micro-organismes. Ce dernier estensemencé par strie de 5 cm sur une gélose Mueller-Hinton, puis incubé à 37 °C pendant 24 heures. Le nombre de colonies bactériennes obtenues sur la strie de la dilution 10^{-4} est ensuite comparé à celui des tubes expérimentaux contenant différentes concentrations de l'extrait,ensemencés et incubés dans les mêmes conditions (à 37 °C pendant 18 à 24 heures). La CMB est déterminée comme étant la plus faible concentration pour laquelle le nombre de colonies sur la strie est inférieur ou égal à celui observé pour la dilution 10^{-4} .

2.3. Mécanismes d'action antimicrobien

Les composés phénoliques sont produits par les plantes en réponse aux infections microbiennes (**Boulekbache et al, 2013**). Ils constituent les principaux agents antimicrobiens d'origine végétale, avec une grande diversité de mécanismes d'action, leur conférant des effets inhibiteurs et bactéricides contre un large éventail de micro-organismes. L'efficacité et

le spectre de leur activité antimicrobienne dépendent à la fois du type d'extrait utilisé et de la souche bactérienne concernée (**Djenane et al, 2012**). L'activité antibactérienne des phénols repose principalement sur leur capacité à dénaturer les protéines, ce qui leur vaut d'être classés parmi les agents agissant à la surface cellulaire (**Casas-Sanchez et al, 2007**). Cette action entraîne une fuite des constituants intracellulaires bactériens tels que les protéines, les ions potassium et phosphate.

Les composés naturels exercent leurs effets antimicrobiens à travers plusieurs mécanismes : désintégration de la membrane cytoplasmique, altération de la force proton-motrice, perturbation du flux d'électrons, inhibition du transport actif, ainsi que la coagulation du contenu cellulaire (Fig.18). Les polyphénols, en particulier, peuvent intervenir en privant les micro-organismes de substrats essentiels, en provoquant la rupture de la membrane plasmique et de la paroi cellulaire (**Silva et Fernandes Júnior, 2010**).



1. Altération de la paroi cellulaire.
2. Dégradation de la membrane plasmique
3. Altération des protéines membranaires.
4. Fuite du contenu cellulaire.
5. Coagulation du cytoplasme.
6. Epuisement de la force de mouvement des protons.

Figure 18 : Sites et mécanismes dans la cellule bactérienne considérés comme sites d'action pour les composés naturels (**Silva et Fernandes Júnior, 2010**).

2.4.L'étude de l'activité antibactérienne des extraits des feuilles d'olivier

Malgré la large disponibilité des médicaments antimicrobiens utilisés en clinique, plusieurs facteurs tels que le spectre d'activité limité de certains antibiotiques, leurs effets secondaires graves, l'augmentation de la résistance des micro-organismes auparavant sensibles, ainsi que l'émergence de nouvelles infections rares, ont conduit les chercheurs à

explorer de nouvelles molécules d'origine végétale à potentiel antibactérien. Parmi ces plantes, les feuilles d'olivier (*Olea europaea*) suscitent un intérêt particulier en raison de leur résistance naturelle aux attaques microbiennes et aux insectes. Cela a motivé de nombreuses études à s'intéresser à l'activité antibactérienne des composés présents dans les olives, l'huile d'olive et surtout les feuilles d'olivier (Djenane *et al*, 2012).

2.5. L'effet antibactérien des extraits aqueux des feuilles d'olivier

D'après l'étude menée par Aliabadi *et al*, (2012), l'effet antibactérien des extraits aqueux de feuilles d'olivier a été évalué à l'aide de la méthode de diffusion en puits sur gélose. Cette méthode a permis de tester l'efficacité des extraits contre plusieurs bactéries pathogènes, notamment *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* et *Bacillus cereus*(tab. 6).

Tableau 6 : Activité antibactérienne des extraits aqueux de feuilles d'olive à différentes concentrations (Aliabadi *et al*. 2012)

Bactéries pathogènes					
Extrait mg/ml	<i>S. aureus</i>	<i>S. typhimurium</i>	<i>E. coli</i>	<i>K. pneumonia</i>	<i>B. cereus</i>
10	-	1	-	-	-
15	1	2	-	2	1
25	3.5	4	2	4.5	2.1
35	7.2	8.5	6	7.2	7
50	9	11.5	8.2	10	9.5

(-) zones d'inhibition en millimétré

Selon Aliabadi *et al*, (2012) les extraits de feuilles d'olivier ont démontré une activité inhibitrice notable contre diverses bactéries pathogènes. De leur côté, Markin *et al*, (2003) ont observé qu'un extrait de feuilles d'olivier à une concentration de 0,6 % (p/v) était capable d'éliminer *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* et *K. pneumoniae* après 3 heures d'exposition. En revanche, *B. cereus* n'a été inhibé qu'à une concentration beaucoup plus élevée, soit 20 % (p/v), probablement en raison de sa capacité à former des spores, ce qui lui confère une plus grande résistance.

Par ailleurs, Korukluoglu *et al*, (2010) ont exploré l'influence du solvant d'extraction sur l'efficacité antimicrobienne contre *S. aureus*, *E. coli*, *S. enteritidis* et *S. typhimurium*. Ils

ont constaté que le choix du solvant modifiait à la fois la composition phénolique des extraits et leur activité antibactérienne. Ainsi, l'extrait obtenu avec l'éthanol s'est révélé le plus efficace contre *E. coli* et *S. enteritidis*, tandis que celui extrait à l'aide de l'acétone a montré une meilleure efficacité contre *S. typhimurium*.

Enfin, dans l'étude d'Owen *et al*, (2003), les composés phénoliques présents dans l'extrait de feuilles d'olivier ont démontré une activité antimicrobienne contre plusieurs micro-organismes, notamment *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *B. cereus*, *S. typhi* et *V. parahaemolyticus*. L'extrait aqueux de feuilles d'olivier y a montré une bonne capacité antimicrobienne, avec une inhibition maximale mesurée à 11,5 mm contre *Salmonella typhimurium*.

2.6. Le spectre et l'intensité de l'activité antibactérienne des extraits phénoliques

Varient en fonction du type d'extrait utilisé et de la nature des bactéries (Gram positif ou Gram négatif). En général, les bactéries à Gram positif se révèlent plus sensibles aux extraits polyphénoliques. Cette différence de sensibilité est principalement due à la structure de la paroi bactérienne : les bactéries à Gram négatif possèdent une membrane externe qui agit comme une barrière contre les composés lipophiles, contrairement aux bactéries à Gram positif, chez lesquelles l'absence de cette barrière permet aux composés hydrophobes des extraits de pénétrer plus facilement la membrane cellulaire. Cela entraîne une altération de la perméabilité membranaire, une fuite des constituants intracellulaires ou une perturbation des systèmes enzymatiques essentiels (Wendakoon et Sakaguchi, 1995).

Dans une étude menée par Pereira *et al*, (2007), l'effet des extraits aqueux de feuilles d'olivier a été évalué sur différentes souches bactériennes Gram positif (*B. cereus*, *B. subtilis*, *S. aureus*), Gram négatif (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*) ainsi que sur deux champignons (*C. albicans*, *C. neoformans*). Les résultats ont montré une inhibition significative de tous les micro-organismes testés, indiquant une large activité antimicrobienne dépendante de la concentration de l'extrait. Selon les données présentées dans le tableau 7, l'efficacité antimicrobienne décroît selon l'ordre suivant : *B. cereus* > *C. albicans* > *E. coli* > *S. aureus* > *C. neoformans* > *K. pneumoniae* > *P. aeruginosa* > *B. subtilis*. *B. cereus* (bactérie Gram positif) et *C. albicans* (champignon) étaient les plus sensibles, avec des valeurs d'IC₂₅ inférieures à 1 mg/ml. De plus, l'extrait ne montrait pas de sélectivité marquée entre les bactéries Gram positif et Gram négatif. Son action repose notamment sur la dénaturation des protéines et la perturbation de la perméabilité de la membrane cellulaire bactérienne.

Tableau 7 : Taux de croissance microbienne en présence de différentes concentrations d'extraits de feuilles d'olivier et valeurs IC₂₅ (Pereira et al, 2007).

Extrait (mg/ml)	<i>B. creus</i>	<i>B.Subtillis</i>	<i>S. Aureus</i>	<i>E. Coli</i>	<i>K. pncumonis</i>	<i>P. pncumonis</i>	<i>C. albicans</i>	<i>C. ncoformans</i>
0.00	0.67	0.53	0.66	0.57	0.68	0.63	0.40	0.18
0.05	0.69	0.62	0.71	0.56	0.61	0.52	0.35	0.17
0.10	0.54	0.61	0.73	0.56	0.60	0.63	0.36	0.16
0.50	0.51	0.59	0.68	0.52	0.61	0.60	0.39	0.16
1.00	0.48	0.53	0.60	0.46	0.59	0.60	0.26	0.15
5.00	0.37	0.36	0.35	0.30	0.44	0.37	0.12	0.12
IC ₂₅	0.63	4.12	4.12	1.81	3.13	3.22	0.85	3.00

2.7. Efficacité antimicrobienne des extraits phénoliques

Selon l'étude menée par Djenane et al. (2012), l'efficacité antimicrobienne des extraits de feuilles d'olivier a été évaluée, de manière qualitative et quantitative, contre trois souches pathogènes : *P. aeruginosa*, *S. Enteritidis* et *S. aureus*, en utilisant la méthode de diffusion sur gélose (Figure). Les résultats, présentés dans le tableau 5, montrent que l'extrait brut ainsi que les polyphénols des feuilles d'olivier possèdent une activité antibactérienne marquée. Cette activité est comparable à celle observée avec le chloramphénicol, un antibiotique utilisé comme témoin positif dans l'étude.

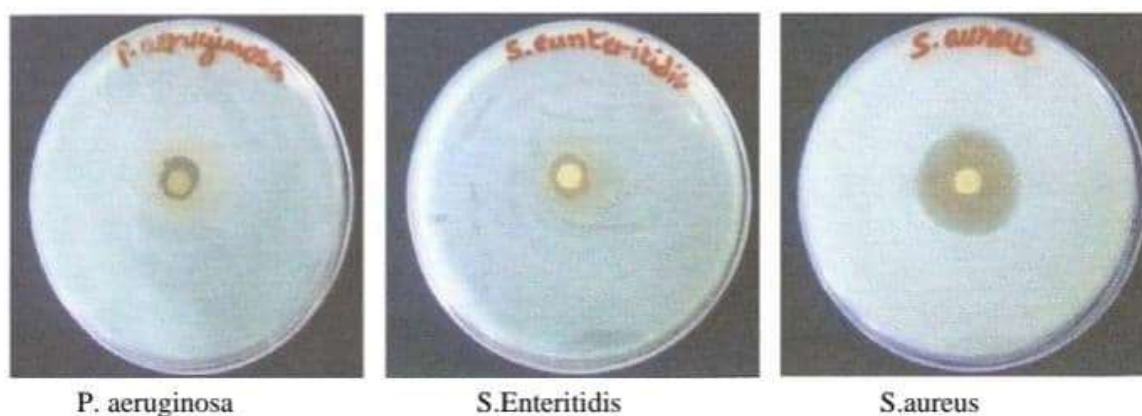


Figure 19 : Effet inhibiteur des extraits d'olivier vis-à-vis de *P. aeruginosa*, *S. Enteritidis* et *S. aureus* (Djenane et al, 2012)

Les études réalisées in vitro par plusieurs chercheurs, notamment Das et al, (2010) et Keskin et al, (2012), ont montré que les polyphénols figurent parmi les principaux composés antimicrobiens présents dans les plantes. Ils se distinguent par la diversité de leurs modes d'action et leur capacité à inhiber ou à détruire un large éventail de micro-organismes.

L'efficacité élevée des extraits phénoliques et bruts contre les agents microbiens a été confirmée par la méthode de microdilution.

Tableau 8 : Les concentrations minimales inhibitrices exprimées en pourcentage (v/v) (Djenane *et al*, 2012).

Souche bactérienne	CM%	
	Polyphénols	Extrait brut
<i>S. Enteritidis</i>	0.1	1.2
<i>S. aureus</i>	0.05	0.9
<i>P. aeruginosa</i>	0.1	1.2

Le tableau met en évidence que les polyphénols présentent une activité antimicrobienne supérieure à celle de l'extrait brut, avec une concentration minimale inhibitrice (CMI) de 0,05 % contre *Staphylococcus aureus*, soit une efficacité 18 fois plus élevée que celle de l'extrait brut (0,9 %). De plus, l'extrait polyphénolique s'est révélé 12 fois plus performant que l'extrait brut (Djenane *et al*. 2012). Bien qu'il soit difficile d'attribuer cette activité antimicrobienne à un composé précis en raison de la complexité et de la variabilité des extraits, plusieurs études ont mis en évidence une corrélation étroite entre la composition phénolique et l'activité antimicrobienne (Djenane *et al*, 2012).

Les valeurs de CMI confirment ainsi la supériorité de l'extrait polyphénolique Kim *et al*, (1995) ont souligné que les différences de solubilité et de diffusion des composés dans divers milieux rendent les résultats de la méthode des disques difficilement comparables à ceux de la méthode de microdilution. Leurs travaux ont montré que l'extrait polyphénolique induisant les plus larges zones d'inhibition vis-à-vis de *S. aureus* était aussi celui affichant la plus faible valeur de CMI (0,05 %). Selon Das *et al*, (2010), les polyphénols représentent les principaux composés antimicrobiens présents dans les plantes, exerçant des effets inhibiteurs et létaux sur un large éventail de microorganismes. Cela a été démontré à travers leurs études sur les extraits de plusieurs plantes méditerranéennes telles que la bourrache, le romarin, la sauge, l'origan ou encore le lentisque (Djenane *et al*, 2002, 2003).

2.8. Effets synergiques des composés phénoliques individuels et combinés de l'extrait des feuilles d'olivier

Selon l'étude menée par Lee *et Lee*, (2010), des effets synergiques notables ont été observés entre les composés phénoliques individuels et leurs combinaisons présentes dans

l'extract de feuilles d'olivier, lorsqu'ils ont été testés contre cinq souches pathogènes : *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Salmonella enteritidis* (tab 9). Parmi les composés testés, l'oléuropéine s'est distinguée par une forte activité inhibitrice contre *S. enteritidis* avec une zone d'inhibition de 23,5 mm. L'acide caféique, quant à lui, a montré une activité antimicrobienne modérée, avec des zones d'inhibition variant entre 9,8 et 10,4 mm contre *B. cereus*, *E. coli*, et *S. enteritidis*. En revanche, ni l'oléuropéine ni l'acide caféique n'ont présenté d'activité antimicrobienne contre *S. aureus*. De plus, aucune activité inhibitrice n'a été observée pour la rutine et la vanilline vis-à-vis de *B. cereus*, *E. coli*, *S. enteritidis* et *S. aureus*. Il est cependant intéressant de noter que le mélange combiné de ces composés phénoliques a généré une inhibition significativement plus importante, notamment contre *B. cereus* et *S. enteritidis*, comparé aux composés pris individuellement ($p < 0,05$).

Ces résultats suggèrent que la combinaison de l'oléuropéine, de la rutine, de la vanilline et de l'acide caféique dans l'extract de feuilles d'olivier peut produire un effet synergique améliorant l'activité antimicrobienne globale.

Tableau 9 : Activités antimicrobiennes de l'oleuropéine, de rutine, de la vanilline, de l'acide caféique et de leur mélange en extract de feuille d'olive (Lee et Lee, 2010).

Souche bactérienne	Oleuropéine	Rutine	Vanilline	Acide caféique	Mélange d'extract
<i>Bacillus</i>	-	-	-	9.8±0.0 b	28.5±0.3 a
<i>Staphylococcus</i>	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	10.1±0.1	-
<i>Salmonella enteritidis</i>	23.5±0.8 b	-	-	10.4±0.2 c	24.5±0.5a

(a-c) Les Moyens de la même colonne qui ne partagent pas une lettre commune sont significativement différents ($p < 0.5$) par le test multiple de Duncan (-) Non détecté.

2.9. Effet de la méthode d'extraction sur l'activité antibactérienne des extraits phénoliques

Les chercheurs Ghomari et al. (2019), ont examiné l'influence de plusieurs facteurs tels que le type de solvant d'extraction (éthanol, acétonitrile, eau distillée), le pH, la température, ainsi que la méthode d'extraction (macération, sonication, macération en deux étapes) sur la teneur en composés phénoliques et en flavonoïdes des feuilles d'olivier séchées. Des analyses qualitatives et quantitatives des composés phénoliques ont également été réalisées à l'aide de la chromatographie liquide à haute performance (HPLC). Les résultats ont révélé que la méthode de macération en deux étapes, utilisant d'abord l'éthanol puis l'eau distillée, a permis d'obtenir les extraits les plus riches en composés phénoliques et flavonoïdes,

comparée aux autres méthodes. L'activité antibactérienne de ces extraits a été évaluée sur cinq souches bactériennes pathogènes (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Listeria monocytogenes*) par la méthode de diffusion sur gélose. Les disques imprégnés de chloramphénicol ont servi de témoins positifs, tandis que ceux contenant 10 ml de DMSO ont été utilisés comme témoins négatifs.

Les résultats ont montré une variabilité dans les diamètres des zones d'inhibition selon les souches testées, avec une activité antibactérienne plus marquée pour l'extrait obtenu par macération en deux étapes à base d'éthanol et d'eau. Cet extrait a démontré une inhibition contre toutes les souches testées. La forte teneur en flavonoïdes et en composés phénoliques, en particulier l'oleuropéine — un sécoiridoïde présent dans les feuilles d'olivier, les olives et l'huile d'olive, pourrait expliquer cette activité. L'oleuropéine agirait potentiellement en modifiant la perméabilité des membranes cellulaires bactériennes grâce à ses propriétés tensioactives.

L'antibiogramme a également confirmé la sensibilité des cinq souches au chloramphénicol, avec des diamètres d'inhibition variables. La richesse des feuilles d'olivier en composés bioactifs ouvre des perspectives d'utilisation dans les industries agroalimentaire, cosmétique et pharmaceutique. Des recherches complémentaires visent à valoriser l'oleuropéine, notamment par sa bioconversion en hydroxytyrosol, un composé à haute valeur ajoutée.

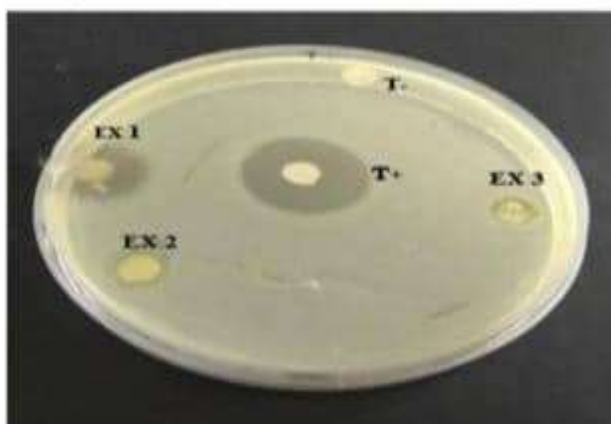


Figure 20 : Activité antibactérienne du meilleur extrait obtenu par macération en deux étapes avec de l'éthanol suivie de l'eau des feuilles séchées contre la bactérie *Escherichia coli* (Ghomari *et al*, 2019).

T- : témoin négatif (DMSO) ; T+ : témoin positif (chloramphénicol) ; EX1 : extrait testé obtenu par macération avec de l'éthanol suivi de l'eau ; EX2 : extrait testé obtenu par macération d'eau distillée ; EX3 : extrait testé obtenu par macération avec 20% d'acétonitrile.

2.10. Activité antimicrobienne de l'extrait commercial des feuilles d'olivier

Les travaux de **Sudjana et al. (2009)** ont étudié l'activité d'un extrait commercial des feuilles d'*Olea europaea* contre un large éventail de microorganismes (n = 122). Selon les résultats obtenus, les microorganismes les moins sensibles à l'extrait de feuille d'olivier (OLE) ayant des MIC $\geq 50\%$ OLE étaient *Bacillus subtilis*, *Candida spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Serratia marcescens* (Tab 10). À l'inverse, le microorganisme le plus sensible était *Campylobacter jejuni* avec des MIC aussi bas que 0,31 %, suivis de *Helicobacter pylori* avec des MIC de 0,62 % et de *Staphylococcus aureus* avec des MIC de 0,78 %. En revanche, l'extrait a montré peu d'activité contre tous les autres organismes d'essai (n = 79), avec des MIC pour la plupart allant de 6,25% à 50% (v/v).

Tableau 10 : Données de susceptibilité pour les microorganismes (n = 122) testées sur l'extrait de feuille d'olive (% v/v) (**Sudjana et al, 2009**).

Microorganisme (n)	MICrange	MIC 90	MBC/ MFCrange	MBC90/ MFC90
<i>Bacillus cereus</i> (N°120)	12.5		12.5	
<i>Bacillus cereus</i> (N°120)	12.5		12.5	
<i>Bacillus subtilis</i> (N°120)	50		50	
<i>Campylobacter jejuni</i> (10)	0.3–2.5	2.5	2.5	
<i>Candida albicans</i> (N°120)	50		>50	
<i>Candida glabrata</i> (N°120)	50		50 to >50	
<i>Candida parapsilosis</i> (N°120)	50		50 to >50	
<i>Enterococcus faecalis</i> (6)	25		25	
<i>Escherichia coli</i> (4)	25–50		25–50	
<i>Helicobacter pylori</i> (4)	0.6–1.2			
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (3)	50		50	
<i>Kocuria rhizophila</i> (N°120)	12.5			
<i>Lactobacillus acidophilus</i> (N°120)	6.2			12.5
<i>Lactobacillus casei</i> (3)	12.5–25		12.5–25	
<i>Lactobacillus spp.</i> (13)	25	25	25	25
<i>Listeria innocua</i> (N°120)	12.5		12.5	
<i>Listeria monocytogenes</i> (8)	25		25–50	
<i>Micrococcus luteus</i> (N°120)	6.2		6.2	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (4)	25–50			
<i>Salmonella enterica subsp. enterica</i> (N°120)	25		25	

<i>Serratia marcescens</i> (3)	25–50		25–50	
MSSA (N°120)	0.8–6.2	6.2	0.8–6.2	6.2
MRSA (17)	0.8–12.5	12.5	0.8–12.5	12.5
<i>Staphylococcus capitis</i> (N°120)	3.1		3.1	
<i>Staphylococcus epidermidis</i> (4)	1.6–3.1		1.6–3.1	
<i>Staphylococcus hominis</i> (N°120)	6.2		6.2	
<i>Staphylococcus xylosus</i> (N°120)	6.2–25		6.2–25	
<i>Streptococcus pyogenes</i> (10)	3.1–25	25	25	50

MIC : concentration inhibitrice minimale ; MBC : concentration bactéricide minimale ; MFC : concentration minimale de champignons ; MSSA : *Staphylococcus aureus* sensible à la méticilline ; SARM : *S. aureus* résistant à la méticilline.

Les données de **Sudjana et al. (2009)** indiquent qu'OLE ne présente pas d'activité à large spectre et n'a une activité appréciable que contre *C. jejuni*, *H. pylori* et *Staphylococcus spp.* La sensibilité des microorganismes *H. pylori* et *C. jejuni* à l'OLE n'est pas surprenante car ces organismes sont fréquemment sensibles aux agents antimicrobiens in vitro. De plus, une étude antérieure a montré que les isolats de *C. jejuni* sont comparativement plus sensibles à divers composés naturels que d'autres microorganismes comme *E. coli*, *Salmonella* et *Listeria*. Cela a été attribué à leur nature exigeante et peut-être à des différences dans la membrane externe et la paroi cellulaire par rapport aux autres organismes (**Friedman et al, 2004**).

Chapitre04 :

Analyse des études

1. Étude (Al-Dabbas *et al*, 2025)

Cette étude visait à évaluer les activités antioxydantes, antibactériennes et anti-diabétiques de différents extraits de feuilles d'olivier sauvage (*Olea europaea* L.) qui pousse aux Émirats arabes unis. Des feuilles d'olivier sauvage ont été récoltées dans la région d'Al Dhafra (Al Gharbia) à l'émirat d'Abu Dhabi en janvier 2024, et l'étude a été menée au College of Pharmacy – Al Ain University – Abu Dhabi, United Arab Emirates. Pour préparer les extraits, ont été utilisées deux méthodes :

- Infusion d'eau (classique).
- Extraction par ultrasons à l'aide de quatre solvants (eau, méthanol, acétate d'éthyle, hexane). Dans les analyses de laboratoire, la teneur totale en phénol (TPC) a été mesurée à l'aide du réactif de Folin-Ciocalteu et la teneur totale en flavonoïdes (TFC) par la méthode du chlorure d'aluminium. Pour l'évaluation de l'activité antioxydante, ont été utilisés des tests DPPH et un test de résistance réductrice. L'activité antidiabétique a été mesurée en inhibant les enzymes α -amylase et α -glucosidase, puis en testant l'activité antibactérienne à l'aide de la méthode de diffusion en comprimés contre des souches :

Bactéries Gram-positives : *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*.

Bactéries gram-négatives : *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Parmi les résultats les plus importants obtenus dans cette étude :

a) Pourcentages d'extraction (rendement %)

Les résultats de l'étude ont montré que l'extraction la plus élevée était pour l'extrait aqueux ultrasonique, tandis que le plus faible était pour l'hexane.

Tableau 11 : Taux d'extraction (%)

Type d'extrait	Taux d'extraction (%)
Aqueux (par ultrasons)	18.4
Méthanolique	12.9
Aqueux (classique)	8.5
Acétate d'éthyle	4.1
Hexane	0.7

b) Teneur en composés phénoliques et flavonoïdes

La teneur en phénols la plus élevée a été enregistrée dans l'extrait aqueux classique, tandis que la teneur en flavonoïdes la plus élevée était dans l'extrait méthanolique.

Tableau 12 : Contenu en phénols et flavonoïdes

Type d'extrait	Composés phénoliques (mg GAE/g)	Flavonoïdes (mg RE/g)
Aqueux (classique)	91.9	24.3
Méthanolique	44.4	31.2
Aqueux (par ultrasons)	35.3	17.5
Acétate d'éthyle	29.8	16.1
Hexane	23.3	9.0

1.1. Activité antioxydante

1.1.1. Test DPPH

L'extrait aqueux conventionnel AIE était le meilleur avec 97,3% d'inhibition. La valeur la plus basse de la CI_{50} (81,1 $\mu\text{g/ml}$) indique une efficacité élevée. L'extrait d'hexane était le plus faible.

1.1.2. Dans le test de réduction de puissance

L'AIE a montré la plus grande activité : 97,3% (par rapport à la vitamine C).
Extrait d'hexane plus faible : 21,7 %.

Tableau 13 : Activité antioxydante.

Type d'extrait	IC_{50} pour DPPH ($\mu\text{g/mL}$)	Activité de réduction de la puissance (30 μg d'équivalent en vitamine C) (%)
Aqueux (classique)	81.1	97.3
Méthanolique	212.7	82.9
Aqueux (par ultrasons)	367.6	65.6
Acétate d'éthyle	383.9	58.4
Hexane	>1000	21.7

1.2. Activité antibactérienne

Les résultats ont montré que l'efficacité antibactérienne était très faible ou inefficace aux concentrations utilisées (1-5 mg/comprimé) par rapport à l'antibiotique chloramphénicol qui a atteint 20-28 mM d'inhibition, à l'exception d'une faible activité contre *Staphylococcus aureus* avec l'extrait méthanolique (zone d'inhibition de 4,5 mM).

2. Une étude de Lahcene *et al*,(2025)

Cette étude vise à évaluer la composition phytochimique de l'olivier *Olea europaea subsp. Laperrinei* et d'étudier les activités biologiques des extraits (activité antioxydante et activité antibactérienne). Les feuilles ont été récoltées en mai 2022 sur trente arbres matures de la région d'Oulad Hangassi située à Tamanrasset, en Algérie. L'identification botanique a ensuite été effectuée à l'Institut national de recherche forestière (Algérie). Des feuilles broyées à sec d'une granulométrie de 1 à 0,5 mm ont été préparées puis stockées à la température ambiante dans l'obscurité, puis extraites de deux façons : la première méthode était l'extraction aqueuse, tandis que la seconde était l'extraction aqueuse par éthanol (70:30 eau-éthanol). Le brassage a été effectué pendant 24 heures à température ambiante, suivi d'une filtration et d'un séchage par congélation. Par des analyses phytochimiques côté rein, les phénols totaux ont été déterminés à l'aide du réactif de Folin–Ciocalteu et des flavonoïdes utilisant le chlorure d'aluminium et les tanins en réaction avec l'albumine sérique bovine (BSA). En termes de spécificité, la CLHP-UV est utilisée pour identifier les composés phénoliques. Après cela, des tests antioxydants ont été effectués en utilisant la capacité antioxydante totale (TAC), le test de puissance réductrice de fer (FRAP), le test DPPH pour attirer les radicaux libres, le test d'inhibition de l'oxydation du β -carotène et le test d'inhibition du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2). Après cela, des tests antibactériens ont été effectués à l'aide d'un test de diffusion en comprimé contre 9 souches bactériennes. Le diamètre inhibiteur (IZD) et la concentration inhibitrice minimale (CIM) ont été déterminés.

Ses résultats les plus marquants sont les suivants :

2.1. Composition chimique

- a) L'extrait éthanolique (EE) a présenté :
 - Teneur plus élevée en polyphénols totaux ($134,72 \pm 9,25$ mg GAE/g),
 - Teneur en flavonoïdes ($26,08 \pm 1,57$ mg QE/g)
- b) L'extrait aqueux (EA).
 - Un total de 27 composés phénoliques ont été identifiés tels que : oléuropéine, hydroxytyrosol, rutine, quercétine.
 - L'EE a montré une capacité plus élevée à extraire les composés bioactifs.

2.2. Activité antioxydante

- TAC: EE ($345,41 \pm 3,31$ mg AAE/g) -----> EA ($267,26 \pm 2,67$ mg AAE/g).
- FRAP: EE ($258,76 \pm 6,69$ mg AAE/g) -----> EA ($153,72 \pm 2,70$ mg AAE/g).

- DPPH : EE ($EC_{50} = 7,48 \pm 0,39 \mu\text{g/mL}$) ----> EA ($EC_{50} = 10,88 \pm 0,22 \mu\text{g/mL}$), indiquant une meilleure activité antioxydante.
- β carotène: EE a montré un pourcentage d'inhibition plus élevé (87,41% à 900 $\mu\text{g/mL}$).
- H_2O_2 : EE ($IC_{50} = 214,04 \pm 2,89 \mu\text{g/mL}$) < EA ($IC_{50} = 351,30 \pm 5,30 \mu\text{g/mL}$).

Tableau 14 : Résultats de l'activité antioxydante

Méthode d'essai	EA (extrait aqueux)	EE (extrait éthanolique)	Observation
DPPH (EC_{50})	$10,88 \pm 0,22 \mu\text{g/mL}$	$7,48 \pm 0,39 \mu\text{g/mL}$	EE plus efficace ($p < 0,001$)
DPPH (AAI)	< 2 (activité forte)	> 2 (activité très forte)	EE comparable à la vitamine C
FRAP	$153,72 \pm 2,70 \text{ mg AAE/g}$	$258,76 \pm 6,69 \text{ mg AAE/g}$	EE activité plus élevée ($p < 0,01$)
TAC	$267,26 \pm 2,67 \text{ mg AAE/g}$	$345,41 \pm 3,31 \text{ mg AAE/g}$	EE activité beaucoup plus élevée ($p < 0,01$)
beta-Carotène (IC_{50})	$1187,99 \pm 93,23 \mu\text{g/mL}$	$185,63 \pm 3,84 \mu\text{g/mL}$	EE activité beaucoup plus élevée ($p < 0,001$)
H_2O_2 (IC_{50})	$351,30 \pm 5,30 \mu\text{g/mL}$	$214,04 \pm 2,89 \mu\text{g/mL}$	EE plus efficace dans la neutralisation de H_2O_2 ($p < 0,001$)

2.3. Activité antibactérienne

- L'EE a démontré une activité plus marquée contre les bactéries Gram positif, avec un diamètre d'inhibition maximal pour *Staphylococcus aureus* ($23,33 \pm 0,76 \text{ mm}$).
- L'EA a montré une bonne activité contre la majorité des souches bactériennes, mais avec des diamètres plus faibles.

MIC : variant entre 0,78 et 50 mg/mL selon le type d'extrait et la souche bactérienne.

Tableau15 : des résultats de l'activité antibactérienne

Souche bactérienne	Diamètre d'inhibition EA (mm)	Diamètre d'inhibition EE (mm)	MIC EA (mg/mL)	MIC EE (mg/mL)	Observation
<i>S. aureus</i> FRIS6	18,66 ± 1,15	23,33 ± 0,76	6,25	12,5	EE diamètre plus grand mais EA moins efficace
<i>S. aureus</i> LGA251	17,33 ± 1,52	20,66 ± 0,76	1,56	25,0	EA plus efficace selon le MIC
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	15,33 ± 0,57	19,00 ± 0,78	50,0	0,78	EA activité plus élevée contre cette souche
<i>B. cereus</i>	12,83 ± 1,04	14,15 ± 0,86	N/A	N/A	Les deux extraits non déterminés comme actifs
<i>E. coli, K. pneumoniae</i> (espèces)	10,00 - 12,83	8,00 - 14,10	N/A	N/A	Activité modérée contre les bactéries Gram négatives

3. Une étude d'Alzaroug Alsulaymani *et al*, (2021)

Réalisée en Libye. Cette étude visait à évaluer la teneur en phénol et flavonoïdes des extraits de feuilles d'olivier (*Olea europaea* L.) et à étudier leur activité antioxydante et antibactérienne contre *Escherichia coli* (bactéries Gram négatives). Des échantillons de feuilles d'olivier fraîches et séchées ont été prélevés en Libye, et l'analyse a été effectuée dans les laboratoires de la Faculté des sciences des universités de Benghazi and Ajedabia, les composés ont été extraits à l'aide d'éthanol et d'eau (méthode Soxlet), Pour la teneur totale en phénol (TPC), le réactif de Folin-Ciocalteu a été utilisé et comparé au pyrogallol, tandis que les flavonoïdes totaux (TFC) ont été utilisés selon la méthode du chlorure d'aluminium et comparés à la quercétine.

Quant à l'évaluation de l'activité antioxydante, elle a été réalisée en mesurant la capacité de réduction du fer (Fe_3 à Fe_2) et en le comparant à l'acide ascorbique. Quant à l'activité antibactérienne, elle a été testée par diffusion en puits sur milieu Mueller-Hinton Agar, comparée à celle de l'antibiotique néomycine (30 μg).

Les principaux résultats de cette étude sont les suivants :

1. Teneur en phénols (CPT) :

- Extrait éthanolique de feuilles fraîches (Eth.ex.GL) :
- La teneur en phénol la plus élevée a été enregistrée (6,27 0,05 mg pyrogallol/g), tandis que l'extrait aqueux de feuilles fraîches (W.ex.GL) était inférieure (5,23 0,01 mg/g).

- Extraits séchés : L'extrait éthanolique (Eth.ex.PL) était supérieur à (5,61 0,02 mg/g) et l'extrait aqueux (W.ex.PL) présentait la valeur la plus faible (5,52 0,02 mg/g).

2. Teneur en flavonoïdes (TFC) :

- L'extrait aqueux de feuilles fraîches (10,22 µg quercétine/g) est supérieur, et l'extrait éthanolique (Eth.ex.GL) a une valeur proche de (10,02 0,02 µg/g)

3.1. Activité antioxydante

3.1.1. Test de réduction du fer (FRAP)

L'extrait éthanolique de feuilles fraîches a montré la plus grande activité (8,28 µg d'acide ascorbique/g).

Les autres extraits valent :

- W.ex.GL : 7,96
- Eth.ex.PL : 7,23
- W.ex.PL : 7,24

3.2. Activité antibactérienne

- Contre *E.coli* :

Par rapport à la néomycine, qui a enregistré (16 mm), la plus grande zone d'inhibition (15 mm) était pour l'extrait éthanolique de feuilles fraîches, tandis que les extraits aqueux de feuilles séchées étaient moins efficaces (8 mm).

-L'éthanol est plus efficace que l'eau pour extraire les composés phénoliques, ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle les solvants organiques augmentent l'efficacité d'extraction.

-Efficacité des extraits frais :

Les feuilles fraîches surpassent les feuilles séchées en termes d'activité antioxydante et antibactérienne, ce qui indique l'importance des conditions de récolte et de stockage.

4. Étude de Rocha-Pimienta *et al*, (2020)

visait à examiner l'effet de la digestion in vitro sur la teneur en composés phénoliques actifs extraits des feuilles d'olivier. Elle a également évalué l'activité antibactérienne et l'activité antioxydante après digestion, ainsi que l'effet synergique et l'effet de matrice entre les composés phénoliques individuels. L'étude a été réalisée à l'Institut Technologique pour l'Agriculture et l'Alimentation (CICYTEX-INTAEX) dans la région de "Tierra de Barros", à Badajoz, en Espagne. Les feuilles d'olivier de la variété « Carrasqueña » ont été récoltées dans des exploitations locales, puis conservées congelées jusqu'à utilisation. Les composés

phénoliques ont été extraits en lavant les feuilles, en les séchant partiellement à 120°C, en les broyant et en les extrayant à l'eau chaude (60-65°C pendant 3 heures). L'extrait aqueux a ensuite été soumis à une digestion in vitro (orale, gastrique, intestinale grêle et intestinale épaisse), puis les changements dans la concentration des composés phénoliques ont été analysés par HPLC, et l'activité antioxydante a été mesurée par la méthode ABTS. L'activité antibactérienne a été mesurée de deux façons : (a) Par dilution en milieu liquide (bactéries modèles : *Escherichia coli* et *Listeria innocua*); (b) Par diffusion sur disque de papier pour l'activité bactéricide.

Concernant l'effet synergique et l'effet de matrice, l'extrait a été mélangé à différentes concentrations avec des standards purs des principaux composés (oléuropéine, hydroxytyrosol, tyrosol), puis le changement d'activité biologique a été évalué. Les résultats les plus marquants étaient les suivants :

- L'extrait contient des pourcentages élevés de composés phénoliques tels que : hydroxytyrosol, oleuropéine et tyrosol. Ces composés représentent plus de 90 % du total des composés phénoliques.
- Les composés phénoliques sont affectés à la digestion (digestion artificielle (orale, gastrique, intestinale)), où les concentrations des composés diminuent progressivement au cours des étapes de la digestion (bouche, estomac, intestins). Après digestion complète, il ne reste qu'environ 10 % de la concentration initiale des composés.
- Dans l'activité antioxydante, l'extrait a montré une forte activité antioxydante (15,9 mmol Trolox/L). L'activité diminue progressivement après la digestion, atteignant 34% de sa valeur initiale.
- Une forte corrélation positive a été constatée entre le déclin de l'activité antioxydante et la diminution des composés phénoliques pendant la digestion

Activité antibactérienne :

- L'extrait a montré une efficacité remarquable contre *Escherichia coli* et *Listeria innocua*. Après digestion, l'activité a diminué d'environ 40 % mais est demeurée efficace malgré la diminution des composés phénoliques.
- L'hydroxytyrosol était le plus efficace comme antibactérien.
- Certains composés présentaient des propriétés oxydantes à de fortes concentrations plutôt que des propriétés antioxydantes.

- Un effet synergique positif a été démontré contre la *Listeria innocua* lorsque l'extrait était mélangé avec des composés phénoliques purs, mais cette synergie n'a pas été démontrée contre *E.coli*

Tableau 16 : Concentration des composés phénoliques (mg/kg) dans les différentes phases de digestion (Extrait frais, Phase buccale, Phase gastrique, Intestin grêle)

Propriété	Extrait Frais	Phase Buccale	Phase Gastrique	Intestin Grêle	Côlon
Hydroxytyrosol (mg/kg)	10 856 ± 154,60	8 325,10 ± 211,60	5 255,50 ± 141,70	4 699,70 ± 68,40	1 201,40 ± 42,15
Tyrosol (mg/kg)	1 741,20 ± 101,20	1 625,40 ± 25,30	741,20 ± 21,60	655,10 ± 10,40	265,90 ± 9,40
Oléuropéine (mg/kg)	22 421,00 ± 564,70	17 545,70 ± 155,40	7 587,90 ± 107,80	5 645,80 ± 55,50	1 546,90 ± 54,10
Lutéoline-7-O-glucoside	3 841,50 ± 21,90	3 201,50 ± 55,90	2 502,70 ± 25,90	2 064,40 ± 11,70	755,40 ± 16,80
Apigénine-7-O-glucoside	2 255,70 ± 26,50	2 100,80 ± 12,40	687,90 ± 9,70	564,70 ± 9,80	257,40 ± 19,50
Verbascoside (mg/kg)	1 005,80 ± 10,70	955,80 ± 11,50	356,70 ± 10,40	269,70 ± 11,50	101,50 ± 11,70

5. Comparaison entre les études

5.1. Méthode d'extraction

- L'étude (Alzaroug Alsulaymani *et al*, 2021) a adopté la méthode d'éthanol et d'eau (méthode Soxlet)
- L'étude (Al-Dabbas *et al*, 2025) s'est basée sur deux méthodes Infusion d'eau traditionnelle et par ultrasons à l'aide de quatre solvants (eau, méthanol, acétate d'éthyle, hexane).
- L'étude (Lahcene *et al*, 2025) a adopté deux méthodes la première méthode était l'extraction aqueuse, tandis que la seconde était l'extraction aqueuse par éthanol.
- L'étude (Rocha-Pimienta *et al*, 2020) a adopté la méthode de l'extrait à l'eau chaude (60-65°C pendant 3 heures).

5.2. Zone géographique et type d'échantillon

- L'étude (Alzaroug Alsulaymani *et al*, 2021) a été menée en Libye sur des feuilles d'olivier européen (*Olea europaea* L.).

- l'étude (**Al-Dabbas et al, 2025**) s'est concentrée sur les oliviers sauvages aux Émirats arabes unis.
- L'étude (**Lahcene et al, 2025**) a examiné une sous-espèce d'olivier (*Olea europaea subsp. laperrinei*) en Algérie.
- L'étude (**Rocha-Pimienta et al, 2020**) a examiné des extraits de feuilles d'olivier (*Olea europaea var. Carrasqueña*) en Espagne.

5.3. Type de matériel végétal

- Toutes les études ont utilisé les feuilles d'olivier (*Olea europaea* L.) comme source de composés phénoliques.

5.4. État des feuilles d'olivier (fraîches / séchées)

- **Al-Dabbas et al, 2025** et **Lahcene et al, 2025** et **Rocha-Pimienta et al, 2020** ont utilisé un échantillon séché.
- **Alzaroug Alsulaymani et al, 2021** est utilisé un échantillon fraîches et séchées.

5.5. Tests utilisés dans l'activité antibactérienne

- L'étude (**Alzaroug Alsulaymani et al, 2021**) a été testée par diffusion en puits sur milieu Mueller-Hinton Agar, comparée à celle de l'antibiotique néomycine (30 µg).
- L'étude (**Al-Dabbas et al, 2025**) et l'étude (**Lahcene et al, 2025**) Utilisées la méthode d'étalement des comprimés contre les souches bactériennes.
- L'étude (**Rocha-Pimienta et al, 2020**) a été mesurée de deux façons : par dilution en milieu liquide et par diffusion sur disque de papier pour l'activité bactéricide.

5.6. Détermination en phénols et en flavonoïdes

- **Alzaroug Alsulaymani et al, 2021** et **Al-Dabbas et al, 2025** et **Lahcene et al, 2025** ont été utilisés pour mesurer la teneur en phénol le réactif de Folin-Ciocalteu. et dans la mesure de la teneur en flavonoïdes la méthode du chlorure d'aluminium mais **Rocha-Pimienta et al, 2020** s'est uniquement basée sur l'extraction des composés phénoliques.

5.7. Testes utilisés dans l'activité antioxydante

- L'étude (**Alzaroug Alsulaymani et al, 2021**) a été réalisée en mesurant la capacité de réduction du fer (Fe³ à Fe²).
- L'étude (**Al-Dabbas et al, 2025**)est utilisée des tests DPPH et un test de résistance réductrice.

- l'étude (**Lahcene et al, 2025**) utilisant la capacité antioxydante totale (TAC), le test de puissance réductrice de fer (FRAP), le test DPPH pour attirer les radicaux libres, le test d'inhibition de l'oxydation du β -carotène et le test d'inhibition du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂).
- l'étude (**Rocha-Pimienta et al, 2020**) a été mesurée par la méthode ABTS.

5.8. Le type des souches bactériennes étudiée

- L'étude (**Alzaroug Alsulaymani et al, 2021**) : *Escherichia coli*.
- l'étude (**Al-Dabbas et al, 2025**) : Bactéries Gram-positives : *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*; Bactéries gram-négatives : *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.
- l'étude (**Lahcene et al, 2025**) : *Bacillus cereus* ATCC14597
, *Staphylococcus aureus* FRIS6, *Staphylococcus aureus* LGA251mecC
, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853
, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352
, *Klebsiella pneumoniae* 1766, *Klebsiella pneumoniae* 825.
- l'étude (**Rocha-Pimienta et al, 2020**) : *Escherichia coli* et *Listeria innocua*.

Après la comparaison entre les études, il est apparu qu'il existe des différences entre les résultats de ces études en termes de rendement ou de composition chimique des feuilles d'olivier. Cela est dû à plusieurs facteurs, dont nous citons :

- **Type de feuilles et conditions de collecte et de stockage :**
Certaines études ont utilisé des feuilles fraîches, d'autres des feuilles séchées. De plus, l'âge de la feuille, la saison de récolte, ainsi que la méthode de séchage et de stockage influencent sa composition chimique.
- **Le site géographique :** Les facteurs environnementaux tels que (la température, l'humidité et la durée d'exposition des feuilles à la lumière) influencent directement la composition chimique des feuilles, ce qui entraîne une variation des activités biologiques telles que les activités antioxydantes et antibactériennes.
- **Méthode d'extraction :** Il est essentiel de choisir une méthode d'extraction appropriée, car elle influence la quantité et la qualité des composés phénoliques extraits. En comparant les études, on constate que la méthode ayant donné la meilleure teneur des composés phénoliques et les flavonoides est l'extraction par solvants organiques (éthanol ou méthanol).

Discussion

Discussion

En analysant et en comparant les résultats de quatre études. Ces activités sont influencées par plusieurs facteurs, tels que les méthodes d'extraction, la localisation géographique, le type d'échantillons (frais ou secs) et les souches bactériennes testées.

Les données recueillies montrent en gros que les extraits de feuilles d'olivier jouent bien le rôle d'antioxydant, mais leur punch final dépend surtout de la technique d'extraction employée et de la richesse en composés phénoliques et flavonoïdes qu'ils contiennent. Par exemple, l'étude d'**Al-Dabbas** et ses collègues a mis en lumière l'extrait aqueux traditionnel (AIE), qui écrase les autres dans le test DPPH avec un taux d'inhibition de 97,3 % et une IC₅₀ basse de 81,1 µg/mL, atteignant la même limite pour la capacité de réduction de 97,3 %, alors que l'extrait à l'hexane reste très loin. À l'inverse, Laden et son équipe ont trouvé l'extrait éthanolique (EE) largement supérieur à l'extrait aqueux (EA) sur tous les tests réalisés TAC, FRAP, DPPH, bêta-carotène et H₂O₂, citant une EC₅₀ DPPH de 7,48 ± 0,39 µg/mL pour l'EE contre 10,88 ± 0,22 µg/mL pour l'EA. L'éthanolique capte aussi nettement plus de substances bioactives. Dans le même sens, **Alzaroug Alsulaymani** et ses partenaires reportent un extrait éthanolique de feuilles fraîches affichant une activité antioxydante record de 8,28 µg d'acide ascorbique/g) comparé aux extraits aqueux ou de feuilles sèches. Ces résultats suggèrent que les solvants organiques comme l'éthanol et le méthanol sont généralement plus efficaces pour extraire les composés phénoliques et flavonoïdes responsables de l'activité antioxydante. L'exception de l'extrait aqueux traditionnel dans l'étude d'**Al-Dabbas et al**, pourrait s'expliquer par d'autres facteurs, tels que la nature des feuilles (sauvages) et les conditions environnementales aux Émirats arabes unis.

Les feuilles d'olivier, selon leur état et l'endroit où elles poussent, montrent des niveaux d'antioxydants très différents. **Alzaroug Alsulaymani** et ses collègues ont ainsi observé que les feuilles fraîchement cueillies possédaient plus de puissance antioxydante que les feuilles sèches, mettant en lumière l'impact décisif des méthodes de récolte et de stockage. D'autres éléments du milieu comme la chaleur, l'humidité ou la lumière modifient la chimie interne des feuilles, d'où les disparités relevées dans les travaux réalisés aux Émirats arabes unis, en Algérie, en Libye ou en Espagne. **Rocha-Pimienta** et son équipe ont aussi testé une digestion in vitro et constaté que l'extrait aqueux perdait lentement son activité, ne conservant plus que 34 % de sa valeur initiale en fin de parcours, sous l'effet d'une diminution des composés phénoliques.

Quant à l'activité antibactérienne, les mêmes extraits révèlent une activité réelle mais son intensité dépend toujours du protocole choisi, de la concentration utilisée et des souches microbiennes visées. Dans l'étude d'**Al-Dabbas et al.**, l'activité antibactérienne des extraits était très faible ou inefficace aux concentrations testées (1–5 mg/disque), à l'exception d'une faible activité contre *Staphylococcus aureus* avec l'extrait méthanolique (zone d'inhibition de 4,5 mm). Par contre, l'extrait éthanolique (EE) dans l'étude de **Lahcene et al.**, a démontré une activité marquée contre les bactéries à Gram positif, particulièrement *Staphylococcus aureus*, avec une zone d'inhibition maximale de $23,33 \pm 0,76$ mm. L'extrait aqueux (EA) a également montré une bonne activité contre la plupart des souches, bien qu'avec des zones d'inhibition plus faibles. Les valeurs de CMI variaient de 0,78 à 50 mg/mL selon le type d'extrait et la souche bactérienne. L'étude d'**Alzaroug Alsulaymani et al.**, a confirmé que l'extrait éthanolique des feuilles fraîches était le plus efficace contre *Escherichia coli* (zone d'inhibition de 15 mm) par rapport aux extraits aqueux ou de feuilles sèches, suggérant l'efficacité de l'éthanol pour extraire les composés phénoliques antibactériens. L'activité antibactérienne, comme l'activité antioxydante, est affectée par la digestion *in vitro* ; **Rocha-Pimenta et al.**, ont constaté une diminution d'environ 40 % de l'activité contre *Escherichia coli* et *Listeria innocua* après digestion, bien qu'elle reste présente, et l'hydroxytyrosol pourrait être le composé le plus actif. Les différences dans les souches bactériennes testées et les méthodes d'évaluation (diffusion sur disque, diffusion en puits ou dilution en milieu liquide) peuvent également influencer les résultats.

Les travaux accumulés montrent que la quantité de phénols et de flavonoïdes dans chaque extrait varie, ces deux classes de molécules étant tenues pour les principales actrices des effets observés. **Al-Dabbas** et ses collègues notent ainsi que l'extrait aqueux préparé selon la méthode traditionnelle renferme le plus de phénols, tandis que l'extrait à base de méthanol se distingue par un taux supérieur de flavonoïdes. A l'opposé, **Lahcene** et son équipe signalent que l'extrait éthanolique EE contient des quantités nettement plus élevées de polyphénols et de flavonoïdes que l'extrait aqueux EA, et ils identifient vingt-sept composés, dont l'oleuropéine, l'hydroxytyrosol, la rutine et la quercétine. **Alzaroug Alsulaymani** et co-auteurs observent, pour leur part, que l'extrait éthanolique obtenu à partir de feuilles fraîches présente la teneur phénolique maximale, alors que l'extrait aqueux des mêmes feuilles est celui qui concentre le plus de flavonoïdes. Au total, ces résultats confirment que l'efficacité d'extraction des composés phénoliques et flavonoïdes dépend avant tout de la nature du solvant, les solvants organiques étant souvent plus performants dans la plupart des travaux.

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales demeurent une source solide de principes actifs aux effets thérapeutiques prouvés. Face aux inquiétudes que suscitent les molécules de synthèse, leur emploi ne cesse de gagner du terrain. L'olivier (*Olea europaea* L.) fournit un réservoir riche de composés bioactifs, en particulier des flavonoïdes et des polyphénols comme l'oleuropéine et l'hyproxytyrosol, dont l'histoire a largement documenté les effets antioxydants et antibactériens. Cette étude théorique explore justement ces propriétés dans les feuilles d'olivier. Quatre essais récents ont mesuré les résultats que donnent leurs extraits. Il en ressort que les solvants éthanolique et méthanolique isolent mieux les molécules actives et freinent les radicaux libres DPPH et ABTS, rétablissant ainsi l'équilibre oxydatif. Cette performance renforce leur stature d'option naturelle, sûre et efficace. Concernant le champ antimicrobien, les mêmes extraits éthanoliques agissent avec succès contre des pathogènes comme *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* et *Staphylococcus aureus*.

Une comparaison entre les quatre études a montré que l'efficacité des extraits est influencée par plusieurs facteurs, notamment le type de feuille d'olivier, le solvant d'extraction, les méthodes de séchage, ainsi que les conditions de récolte, de stockage et la localisation géographique. Les résultats ont également démontré que l'activité antioxydante et antibactérienne ne dépend pas d'un seul composé, mais résulte de l'effet synergique de plusieurs molécules bioactives. L'extrait de feuilles d'olivier constitue ainsi une source précieuse de molécules présentant un potentiel pharmacologique et cosmétologique important.

À la lumière de ces résultats, il serait pertinent de :

- Compléter ce travail par une étude plus large portant sur d'autres activités biologiques ;
- Procéder à la séparation et à l'identification des molécules bioactives par des techniques analytiques avancées telles que le LC-MS/MS et le GC-MS/MS ;
- Tester ces extraits sur des lignées cellulaires et in vivo sur des modèles animaux en laboratoire.

***Références
bibliographiques***

Références bibliographiques

- Addab, N., Fetni, S., Hamlaoui, F., Zerguine, A., Mahloul, K. (2020). Evaluation comparative de l'activité anti-oxydante des extraits éthanoliques des feuilles d'*Olea europaea* L. de l'Est Algérien: Comparative evaluation of antioxidant activity of ethanolic extracts from leaves of *Olea europaea* L. from Eastern Algeria. *Journal de la faculté de médecine d'Oran*, 4(2).
- Al-Dabbas, M. M., Al-Jaloudi, R., Hamad, H. J., Al-Nawasrah, B. A. A., Al-Refaie, D. A., Abughoush, M., ... & Iqbal, S. (2025). Antioxidant, Antibacterial, and Antidiabetic Activities of Different Extracts from Wild Olive Leaves Grown in United Arab Emirates. *Processes*, 13(4), 998.
- Aliabadi M. A., Darsanaki R. K., Rokhi M. L., Nourbakhsh M et Raeisi G., (2012). Antimicrobial activity of olive leaf aqueous extract. *Annals of biological research*. 3(8): 4189-4191.
- Alzaroug Alsulaymani, F., Farag Elmhdwi, M., Gaber, S., M El Aali, N., & Idris Mohammed, M. (2021). In Vitro Antioxidant and Antibacterial Activity of Olive Leaf Extract. *Journal of Pharmaceutical and Applied Chemistry*, 7(2), 1-7.
- Amarnath, V., Amarnath, K., Amarnath, K., Davies, S., & Roberts, L. J. (2004). Pyridoxamine: an extremely potent scavenger of 1,4-Dicarbonyls. *Chemical Research in Toxicology*, 17(3), 410-415.
- Aouissa I. W. R., (2002). Etude des activités biologiques et de la toxicité aiguë de l'extrait aqueux des feuilles de (*Mangifera indica* L.) (*Anacardiaceae*). Thèse de doctorat. Université de Bamako. 127 p.
- Azab, A. E., Adwas, A. A., Elsayed, A. S. I., Adwas, A. A., Elsayed, A. S. I., & Quwaydir, F. A. (2019). Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *Journal of Applied Biotechnology & Bioengineering*, 6(1), 43-47.
- Benavente-García O, Castillo J, Lorente J, Ortuño A, Del Río JA (2000). Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europea* L. leaves. *Food Chem*. Vol 68 no 4 p 457-462.
- Benguendouz, A., (2019). Caractérisation nutritionnelle, toxicologique et aptitudes technologiques de «Sardine pilchardus» pêchée dans la côte Algérienne. M. Selselet Attou Ghalem. Thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. 163 pages.

Références bibliographique

- Benitez, R. (2023). Global Olive Tree Distribution and Production. Research Gate Publications.
- Bianchi, G. (2003). Lipids and phenols in table olives. European Journal of Lipid Science and Technology. Vol 105, p 229–242.
- Bonnefont-Rousselot D (2002). Glucose and reactive oxygen species. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. sept 2002;5(5):561–8.
- Borjan, D., Leitgeb, M., Knez, Ž., et Hrnčič, M. K. (2020). Microbiological and antioxidant activity of phenolic compounds in olive leaf extract. Molecules, 25(24), 5946.
- Boudjouref, M. (2011). Évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits phénoliques d'*Urtica dioica* L, Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention de diplôme de master académique en Biologie, Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou.
- Boulekbache-Makhlouf L., Slimani S et Madani K., (2013). Total phenolic content, antioxidant and antibacterial activities of fruits of *Eucalyptus globulus* cultivated in Algeria. Mémoire de Magister. Bouira. 280 pages.
- Boulkroune, H., (2018). L'oléiculture en petite Kabylie: améliorer la qualité du produit participe au développement durable de la filière Devant. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif. 186 pages.
- Boumediou, A. et Addoun, S., (2017). Etude ethnobotanique sur l'usage des plantes toxiques, en médecine traditionnelle, dans la ville de Tlemcen (Algérie). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. Université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen.
- Bouras, A., Hadj Said, M., et Bouguedoura, N. (2022). État sanitaire et productivité des variétés d'olivier en zone tellienne. *Algérie Agronomie*, 14(3), 51–59.
- Bourgeois C. et Leveau S., (1980). Technique d'analyse et de contrôle dans les industries alimentaires. 2ème édition : Entièrement. Paris : Lavoisier-Tec et Doc : Apria.
- Calvin A., (2001). Investigation phytochimique de trois plantes indonésiennes aux propriétés antioxydantes et antiradicalaires : (*Tinospora crispa*), (*Merremia emarginata*) et (*Oroxylum indicum*). Thèse de doctorat. Université de Lausanne, 243 p.
- Carillon A, J C Charrié, B. Chastel, C. Cieur, M. Damak. (2017). Plantes médicinales phytothérapie clinique intégrative et médecine endobiogénique Olivier *Olea europea* L p487.
- Caruso, G., Gucci, R., et Rapoport, H. F. (2020). Leccino: comportement agronomique et qualité de l'huile. *Revue Européenne de l'Olivier*, 26(3), 67–73.

Références bibliographique

- Casas-Sanchez J., Alsina M. A., Herrlein M. K et Mestres C., (2007). Interaction between the antibacterial compound, oleuropein, and model membranes Colloid and Polymer Science . 285(12): 1351-1360.
- Chafaa, S. (2013). Contribution à l'étude de l'entomofaune de l'olivier, *Olea europaea* et de la dynamique des populations de la cochenille violette *Parlatoria oleae* Colvée., 1880 (Homoptera: Diaspididae) dans la région de Batna. Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique – EL- Harrach. 168 pages.
- Chandimali, N., Bak, S. G., Park, E. H., Lim, H. J., Won, Y. S., Kim, E. K., ... & Lee, S. J. (2025). Free radicals and their impact on health and antioxidant defenses: a review. *Cell Death Discovery*, 11(1), 19.
- Chiappetta, A., and Muzzalupo, I. (2012). Botanical Description. In *Olive Germplasm -The Olive Cultivation, Table Olive and Olive Oil Industry in Italy*, I. Muzzalupo, ed. (InTech). 386 p.
- COI, (2006). Le monde oléicole, L'olivier, Conseil Oléicole International, p1.
- Dahbia Lebdiri and Souhila Berkani, (2015). Contributions à l'évaluation de la qualité de l'huile d'olive produit au niveau de trois régions de la willaya de Tizi-Ouzou (Ouaguenoun, Makouda, Iboudraren) de campagne oléicole 2014-2015. PhD thesis, Université Mouloud Mammeri.
- Das K., Tiwari R et Shrivastava D., (2010). Techniques for evaluation of medicinal plant products as antimicrobial agents, current methods and future trends. 4(2): 104-111.
- Defraigne, J.-O., & Pincemail, J. (2008). Stress oxydant et antioxydants: Mythes et réalités. *Revue Médicale de Liège*, 63.
- Djenane D., Aïder M., Yangüela J., Idir L., Gómez D et Roncalés P., (2012). Antioxidant and antibacterial effects of *Lavandula* and *Mentha* essential oils in minced beef inoculated with *E. coli* O157: H7 and *S. aureus* during storage at abuse refrigeration temperature. *Journal of Meat Science*.92(4): 667-674.
- Djerroud, A., et Nouar, S. (2023). Adaptation des cultivars d'olivier aux conditions climatiques des Hauts Plateaux algériens. **Journal Nord-Africain d'Agriculture**, 11(1), 22–30.
- Dominique Bottani. (2011). L'olivier de toute éternité. Équinoxe.
- FAO, (2025). Statistiques agricoles sur l'oléiculture en Algérie.
- Farhani, S. (2024). Oliviculture in the Middle East: Status. *Tehran Agricultural Reports*.
- Farhi, H., (2009). Effect of gamma irradiation on olive leaves and application on meat

Références bibliographique

- Friedman M., Henika P. R., Levin C. E et Mandrell R. E., 2004. Antibacterial activities of plantessential oils and their components against Escherichia coli O157: H7 and Salmonella enterica in apple juice. *Journal of agricultural and Food chemistry* .52(19): 6042-6048.
- G Steven Sibbett and Louise Ferguson. (2005). Olive production manual, volume 3353. UCANR Publications.
- Gharabi, D. (2019). Effet du stress salin sur le comportement physiologique et morpho-biochimique de jeunes plants de variétés d'olivier cultivé (oleaeuropeae) sur locales et introduits non greffés et greffés oléastre. Thèse de doctorat : Sciences de l'environnement. Sidi Bel Abbés : Université de Djillaliliabes- Sidi Bel Abbés, 30-31 P.
- Ghomari O., Sounni F., Massaoudi Y., Ghanam J., Kaitouni L. B. D., Merzouki M et Benlemlih M., (2019). Phenolic profile (HPLC-UV) of olive leaves according to extraction procedure and assessment of antibacterial activity *Biotechnology Reports (Amsterdam, Netherlands)*. 2: 347.
- Gonzalez, L. (2023). Andalousie et les oliveraies du futur. Université de Séville Press.
- Halliwell, B. (2022). Reactive oxygen species (ROS), oxygen radicals and antioxidants: where are we now, where is the field going and where should we go? *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 633, 17-19.
- Hammer K., 2009. Antimicrobial activity of commercial *Olea europaea* (olive) leaf extract. *national library of medicine*. (5): 461-463.
- Hashmi Ali M, Khan A, Hanif M, Farooq U, Perveen S. (2015). Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology of *Olea europaea* (Olive), Vol 2015 Article ID 541591.
- Hennebelle, T., Sahpaz, S., & Bailleul, F (2004). Polyphenols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 1(1), 3-6.
- Holmström, K., Gräslund, S., Wahlström , A., Pongshompoo, S., Bengtsson, B.- E., & Kautsky, N. (2003). Antibiotic use in shrimp farming and implications for environmental impacts and human health. *International Journal of Food Science and Technology* 38, 255–266.
- Iddir A.(2019). Etude comparative du comportement des huiles d'olive durant leur stockage. Influence du climat, l'altitude et la date de récolte. These de Doctorat en Science, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 119p.
- INRAA. (2023). Rapport sur l'état de l'oliveraie en Algérie.
- ITAFV. (2024). Adaptation de l'olivier dans les zones arides d'Algérie.

Références bibliographique

- Kailis, S.G. (2017). Olives. In Encyclopedia of Applied Plant Sciences, (Elsevier), p. 236–245.
- Kamel Ghedira. (2008). L'olivier. *Phytothérapie*, 6(2) :83–89.
- Kaurinovic, B., & Vastag, D. (2019). Flavonoids and phenolic acids as potential natural antioxidants. *Antioxidants*, (pp. 1-20). London, UK: IntechOpen.
- Kaźmierczak-Barańska, J., Boguszevska, K., Adamus-Grabicka, A., & Karwowski, B. T. (2020). Two faces of vitamin C4Antioxidative and pro-oxidative agent. *Nutrients*, 12(5), 1501.
- Keskin D., Ceyhan N., Ugur A et Dbeyes A. D., (2012). Antimicrobial activity and chemical constitutions of West Anatolian olive (*Olea europaea* L.) leaves. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. (2): 99-102 .
- Khammash, D., Rajagopal, S. K., & Polk, T. A. (2023). The neurobiology of aging. *Neurobiology of brain disorders*, 977-993.
- Khelifi, D., et Boulal, A. (2019). Étude morphologique et agronomique de la variété Sigoise dans l'ouest algérien. **Cahiers Agricoles**, 28(4), 41–49.
- Kim J., Marshall M. R et Wei C.-I., (1995). Antibacterial activity of some essential oil components against five foodborne pathogens. *Food chemistry*. (11): 2839-2845 .
- Korukluoglu M., Sahan Y., Yigit A., Ozer E. T et Gücer S., (2010). Antibacterial activity and chemical constitutions of *Olea europaea* L. leaf extracts. *Food Science et Technology* .(3): 383-396.
- Labdaoui, D., (2017). Impact socio-économique et environnemental du modèle d'extraction des huiles d'olives à deux phases et possibilités de sa diffusion dans la région de Bouira (Algérie). Thèse de doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostganem.178 pages.
- Lahcene, S., Moualek, I., Bariz, K., Benramdane, E., Alenazy, R., Alqasmi, M., Almufarriji, F. M., Thabet, M., Fallata, G., Alqurainy, N., Saoudi, B., Sadoun, N., Trabelsi, L., & Houali, K. (2025). Antioxidant and antibacterial activities and phytochemical analysis of *Olea europaea* subsp. *laperrinei* leaves extracts. *Processes*, 13(4), 1113.
- Lama-Muñoz, A., del Mar Contreras, M., Espínola, F., Moya, M., Romero, I., & Castro, E. (2020).
- LA M. J.-., Loukou Y et Guede-guina F., (2008). Étude de l'activité antibactérienne de l'extrait acétatique (EAC) de *Morinda morindoides* (Baker) milne-redheat (rubiaceae) sur la croissance in-vitro des souches d'*Escherichia coli* Study of the antibacterial activity of

Références bibliographique

- Morinda morindoides (Baker) milne-redheat (rubiaceae) acetatque extract (ACE) on in-vitro growth of Escherichia coli strains. Félix Houphouët- Boigny. (3) :228-366.
- Lee O.-H. et Lee B.-Y., (2010). Antioxidant and antimicrobial activities of individual and combined phenolics in Olea europaea leaf extract. Food chemistry . (10): 3751-3754.
- Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., Gargiulo, G., Testa, G., Cacciatore, F., Bonaduce, D., & Abete, P. (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. Clinical Interventions in Aging, 13, 757-772.
- Lorenzo, D. (2024). The Mediterranean Olive Basin: A Global Overview. PlantHealth Journal, 38(2), 55–67.
- MADRP. (2024). Programme de développement oléicole dans les Hauts Plateaux.
- Markin D., Duek L et Berdicevsky S., (2003). In vitro antimicrobial activity of olive leaves. Antimikrobielle Wirksamkeit von Olivenblättern in vitro. Mycoses. 46(3-4): 132 -136 .
- Martinez, A. (2023). Olive Farming in the Americas: Development and Outlook. LatinAgro Publishing. Mémoire de Magister.Bouira. 280 pages.
- Mendil M et Sebai A., (2006). Catalogue national des variétés de l'olivier.100p.
- Mohamed Selmani. (2015). Influence de la période de récolte et de la station sur la qualité de l'huile d'olive. PhD thesis, Université Mouloud Mammeri.
- Moukette, B. M., Pieme, C. A., Njimou, J. R., Biapa, C. P., Marco, B., & Ngogang, J. Y. (2015).In vitro antioxidant properties, free radicals scavenging activities of extracts and polyphenol composition of a non-timber forest product used as spice: Monodora myristica. Biological Research, 48(1), 1- 17.
- Muzzalupo I, (2012). Olive Germplasm-Itaian Catalogue of Olive Varieties.
- Nadia Zamoum . (2016). Association de culture Olivier/Vesce/Avoine : Performance et influence sur le potassium assimilable de la rhizosphère. PhD thesis, Université Mouloud Mammeri.
- Nandi, A., Yan, L., Jana, C. K., & Das, N. (2019). Role of catalase in oxidative stress- and age-associated degenerative diseases. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2019, 1-19.
- ONCV. (2025). Bilan de la production oléicole en Algérie.
- ONFAA, (2016). Suivi de campagne : huile d'olive. Note de conjoncture N° 02. Alger.
- Owen R., Haubner R., Mier W., Giacosa A., Hull W., Spiegelhalder B et Bartsch H., (2003). Isolation, structure elucidation and antioxidant potential of the major phenolic and

Références bibliographique

- flavonoid compounds in brined olive drupes. Food and chemical Toxicology. 41(5): 703-717.
- P Iserin. (2001). Larousse encyclopédie des plantes médicinales, edition larousse paris.
- Pereira, A. P., I. C. Ferreira, F. Marcelino, P. Valentão, P. B. Andrade, R. Seabra, L. Estevinho, A et Pereira B., (2007). Phenolic compound and antimicrobial activity of olive (*Olea europaea* L. Cv. Cobrançosa) leaves. Journal of molecules. 12(5): 1153- 1162.
- Proietti, P., Nasini, L., & Famiani, F. (2021). Koroneiki: Adaptation et qualité de l'huile dans divers environnements. **International Journal of Olive Sciences**, 8(1), 14–23.
- Quyoun, A. (2003) : Mise au point d'une base de données sur les plantes médicinales. Exemple d'utilisation pratique de cette base. Thèse de Doct. Univ. Ibn Tofail. Fac. Sci. Kénitra, Maroc.
- Rachid BOUKHARI. (2014). Contribution à l'analyse génétique et caractérisation de quelques variétés d'olivier et l'influence de l'environnement sur leurs rendements au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou. PhD thesis.
- Rahman, K. (2007). Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. Clinical interventions in aging, 2(2), 219-236.
- Rhizopoulou, S. (2007). *Olea europaea* L.A Botanical Contribution to Culture. Environ.Sci. 6.
- Roberts, T. (2023). The Rise of Olive Trees in Oceania. Australian Journal of Agricultural Expansion, 12(1), 22–35.
- Rocha-Pimienta, J., Martín-Vertedor, D., Ramírez, R., & Delgado-Adámez, J. (2020). Pro-/antioxidant and antibacterial activity of olive leaf extracts according to bioavailability of phenolic compounds. Emirates Journal of Food and Agriculture, 32(6), 479–487.
- S Brahimi. (2015). Isolement et caractérisation biotechnologiques des bactéries lactiques isolées à partir des margines d'olives amoredj fermentés. Mémoire de Magister, Spécialité : Biodiversités des microorganismes, Université D'Oran, 1:3–4.
- Sabrina Ait Fodil and Razika Ourahmoun. (2016). Caractérisations physico-chimiques de l'huile d'olive issue de deux systèmes d'extraction. PhD thesis, Université Mouloud Mammeri.
- Sarangarajan R., Meera S., Rukkumani R., Sankar P., Anuradha G. (2017). Antioxidants: Friend or Foe?. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine.
- Selaimia, R., (2018). Etude de l'huile d'olive d'Algérie. Thèse de doctorat. Université 8 Mai 1945 Guelma. 161 pages.

Références bibliographique

- Shen, N., Wang, T., Gan, Q., Liu, S., Wang, L., & Jin, B. (2022). Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 383, 132531.
- Shete, V., & Quadro, L. (2013). Mammalian metabolism of β -carotene: Gaps in knowledge. *Nutrients*, 5(12), 4849-4868.
- Sies, H. (2020). Oxidative eustress and oxidative distress: Introductory remarks. *Oxidative Stress*, 3-12.
- Sies, H., & Stahl, W. (1995). Vitamins E and C, β -carotene and other carotenoids as antioxidants. *American Journal of Clinical Nutrition*, 62(6), 1315S-1321S.
- Silva N., Fernandes Júnior A., (2010). Biological properties of medicinal plants: a review of their antimicrobial activity. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* .16(3): 402-413.
- Silvia Doveri and Luciana Baldoni. (2007). Olive, pages 253–264. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Stoia, M., & Oancea, S. (2022). Low-molecular-weight synthetic antioxidants: classification, pharmacological profile, effectiveness and trends. *Antioxidants*, 11(4), 638.
- Sudjana A. N., D’Orazio C., Ryan V., Rasool N., Islam J. Ng, N., Riley T. V et al. (2022). The antibacterial compound, oleuropein, and model membranes *Colloid and Polymer Science*
- Therios I. N., (2009). Olives, CABI. Toxicity in rat hepatocyte culture by natural phenolic compounds. *Toxicology in Vitro*. 9 : 695-702.
- Tkachenko, H., Kurhaluk, N., Grudniewska, J., & Andriichuk, A. (2014). Tissue-specific responses of oxidative stress biomarkers and antioxidant defenses in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* during a vaccination against furunculosis. *Fish Physiology and Biochemistry*.
- Touati, M., Chabane, H., et Yahi, N. (2021). Les variétés traditionnelles d’olivier en Algérie orientale : patrimoine et perspectives. **Revue Maghrébine d’Agriculture**, 9(1), 12–20.
- Tous, J., et Romero, A. (2020). Arbequina: développement mondial et performances en super-intensif. **Acta Olea**, 12(4), 101–110.
- Tovmasyan, A., Maia, C. G., Weitner, T., Carballal, S., Sampaio, R. S., Lieb, D., Ghazaryan, R., IvanovicBurmazovic, I., Ferrer-Sueta, G., Radi, R., Reboucas, J. S., Spasojevic, I., Benov, L., & BatinićHaberle, I. (2015). A comprehensive evaluation of catalase-like activity of different classes of redoxactive therapeutics. *Free Radical Biology and Medicine*, 86, 308–321.

Références bibliographique

- Tshabalala, M. (2024). L'expansion de l'olivier en Afrique Sub-Saharienne. *African Farming Review*, 19(3), 90–101.
- USTOMB. (2020). Relation structure/activités des xénobiotiques [Notes de cours]. Faculté des Sciences de la Nature, Département de Toxicologie. Page 1.
- Wendakoon C. N. et Sakaguchi M., (1995). Inhibition of amino acid decarboxylase activity of *Enterobacter aerogenes* by active components in spices. *Journal of Food protection*. (3): 280-283.
- Wiesman, Z., (2009). *Desert olive oil cultivation: advanced biotechnologies*: Academic Press. 395 pages.
- Yala D., Merad A., Mohamedi D et Ouar Korich M., (2001). Classification et mode d'action des antibiotiques. *Médecine du Maghreb*. (1) : 5-12 .
- Younus, H. (2018). Therapeutic potentials of superoxide dismutase. *International Journal of Health Sciences*, 12(3), 88-93.
- Zhao, H., Zhang, R., Yan, X., & Fan, K. (2021). Superoxide dismutase nanozymes: An emerging star for anti-oxidation. *Journal of Materials Chemistry B*, 9(35), 6939-6957.
- Zuluaga, M., Gueguen, V., Pavon-Djavid, G., & Letourneur, D. (2017). Carotenoids from microalgae to block oxidative stress. *BioImpacts*, 7(1), 1-3.