

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université MOULOU D MAMMERRI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUER ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

En vue d'obtention du diplôme d'Etudes de Master en Biologie

Spécialité : Microbiologie appliquée

THÈME

**Synthèse Bibliographique sur l'Activité  
Antibactérienne de *Olea sylvestris***

Réalisé par :

SABRI Fatma Zohra et ZIDANI Salim

Mémoire soutenu publiquement le 11/06/2025 devant le jury composé de :

<b>Président : M<sup>r</sup> HOUALI K.</b>	<b>Professeur</b>	<b>à l'UMMTO</b>
<b>Promotrice : M<sup>me</sup> LAHCENE S.</b>	<b>Maitre de conférences</b>	<b>à l'UMMTO</b>
<b>Examinatrice : M<sup>me</sup> IRATNI AICHE G.</b>	<b>Maitre de conférences</b>	<b>à l'UMMTO</b>

Promotion 2024/2025

# Remerciements

---

*Tout d'abord, nous remercions le Dieu, notre créateur de nos avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste.*

*Nos remerciements les plus profonds vont à notre Promotrice Mme S. LAHCENE maître de conférences à l'Université Mouloud MAMMERRI-Tizi Ouzou, pour avoir aimablement accepté notre encadrement, pour nous avoir accordé sa disponibilité sans faille, pour ses conseils et ses orientations. Que vous soyez assurées de notre respectueuse reconnaissance et merci pour la confiance que vous avez témoigné à notre égard. Elle a été aussi notre enseignante durant notre cycle et nous avons passé des moments agréables pleins de connaissances. Son enseignement et ses conseils avisés nous ont accompagnés tout au long de notre parcours universitaire.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur K. HOUALI, professeur à l'Université Mouloud MAMMERRI-Tizi Ouzou, qui nous a honoré par son acceptation de présider ce jury. Il a été notre professeur durant notre cycle, nous tenons à le remercier pour sa pédagogie qui a largement contribué à enrichir notre formation et à éveiller notre intérêt pour la microbiologie.*

*Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adressent également à notre examinatrice Mme G. Iratni-Aïche, Maître de conférences à l'Université Mouloud MAMMERRI-Tizi Ouzou, d'avoir accepté de juger notre modeste travail.*

*Nous remercions sincèrement et profondément tous les enseignants de département des sciences de la nature et de la vie.*

*Nous tenons à remercier toutes les personnes qu'on n'a pas pu citer leurs noms ici, et qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.*

*Que tous nos professeurs qui nous ont inspirés et qui nous ont servies de modèles au fil des ans, trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.*

# Dédicaces

---

*Je dédie ce modeste travail de tout cœur :*

*A mes chers parents Smail et Sadjia,*

*Pour votre amour inconditionnel, vos sacrifices silencieux et vos prières.*

*Merci d'avoir été mon soutien à chaque étape de ce long parcours.*

*A mes chers frères Abd Nour, Romaiissa et Abd Elghani,*

*Compagnons de cœur et d'enfance.*

*Merci pour votre amour sincère et votre présence rassurante.*

*A mes grands-parents, qui ont toujours cru en moi.*

*A mes tantes Lamia et Khadidja, votre amour et votre soutien m'ont toujours guidée.*

*A mon binôme et à mes collègues de la promotion master 2 Microbiologie appliquée 2024/2025.*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués et le fruit de votre soutien infallible*



*Fatma Zohra*

# *Dédicaces*

---

À mes chers parents, à qui je dois beaucoup ;

À mon très cher frère adorable Samy ;

À mes grands-parents ;

À tous mes oncles, à toutes mes tantes et leurs familles ;

À mon binôme et à toute la promotion M2 Microbiologie 2025.

*Salim*

# Table des matières

---

Résumé .....	i
Liste des figures .....	iii
Liste des tableaux .....	iv

<b>Introduction générale</b> .....	1
------------------------------------	---

## **Chapitre 1 : Généralités sur *Olea europaea var. sylvestris***

1.1.Introduction .....	3
1.2.Origine .....	3
1.3.Evolution .....	3
1.4.Taxonomie .....	5
1.4.1. Nomenclature .....	5
1.4.2. Taxonomie .....	5
1.5.Répartition géographique .....	6
1.6.Vertus thérapeutiques .....	8
1.7.Description botanique .....	10
1.8.Composition chimique des feuilles .....	11
1.9.Conclusion .....	12

## **Chapitre 2 : Activité antibactérienne**

2.1. Introduction .....	13
2.2. Caractérisation des bactéries .....	13
2.3. Antibiotiques .....	14
2.3.1. Effet bactériostatique .....	15
2.3.2. Effet bactéricide .....	15
2.4. Modes d'action des antibiotiques .....	15
2.4.1. Action sur la paroi et la membrane cytoplasmique .....	15

2.4.2. Action sur la synthèse d'ADN et sur la synthèse protéique .....	16
2.5. Critères d'efficacité d'un antibiotique .....	16
2.6. Résistance aux antibiotiques .....	16
2.6.1. Mécanismes de résistance .....	17
2.6.1.1. Inhibition d'antibiotique .....	17
2.6.1.2. Modification des cibles des antibiotiques .....	17
2.7. Composés phénoliques des feuilles d'olivier <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> et leur activité antimicrobienne .....	18
2.7.1. Composés phénoliques .....	18
2.7.1.1. Composés non flavonoïdes .....	19
2.7.1.2. Composés flavonoïdes .....	20
2.7.2. Activité antibactérienne .....	23
2.7.2.1. Mécanismes d'action des polyphénols sur les bactéries .....	23
2.7.2.2. Activité antibactérienne des composés phénoliques .....	25
2.8. Conclusion .....	26

### **Chapitre 3 : Méthodologie, Résultats et Discussion des travaux précédents**

3.1. Méthodologie, Résultats et Discussion des travaux précédents .....	27
3.1.1. Méthodologie et expérimentation au laboratoire .....	27
3.1.1.1. Matériel biologique .....	27
3.1.1.2. Expérimentation .....	29
3.1.2. Résultats et discussion .....	31
3.2. Conclusion .....	34
<b>Conclusion générale</b> .....	35
<b>Références bibliographiques</b> .....	36

## Résumé

Dans notre travail, nous nous sommes intéressés à la synthèse bibliographique sur l'activité antibactérienne (*Olea europaea* subsp. *sylvestris*), une plante médicinale traditionnellement utilisée dans la région méditerranéenne. Elle est reconnue pour sa richesse en composés phénoliques, flavonoïdes et autres métabolites secondaires à potentiel thérapeutique.

Nous avons analysé les résultats expérimentaux obtenus à partir de plusieurs études antérieures sur les extraits de cette sous-espèce d'olivier. Il ressort que :

- Les extraits montrent une meilleure activité contre *Staphylococcus aureus* (Gram+) avec des diamètres d'inhibition allant jusqu'à 16,5 mm selon les cas.
- En revanche, *E. coli* (Gram-) se montre largement résistant, ce qui est attribué à la barrière membranaire des bactéries à Gram négatif.
- La concentration minimale inhibitrice (CMI) varie selon le type d'extrait et la souche testée, avec une efficacité croissante à mesure que la concentration augmente.
- L'effet synergique entre extrait végétal et antibiotique (ex. : Bacitracine) démontre un renforcement de l'action antibactérienne sur *S.aureus*, mais reste inefficace sur *E. coli*.

Les extraits de *Olea europaea*, notamment ceux issus des feuilles et des racines, montrent un potentiel antibactérien encourageant, en particulier contre les bactéries à Gram positif. Cependant, leur efficacité reste limitée contre les bactéries à Gram négatif.

**Mots clés :** *Olea europaea* subsp. *Sylvestris*, composés phénoliques, activité antibactérienne.

## Abstract

In our work, we focused on the bibliographic synthesis on the antibacterial activity (*Olea europaea* subsp. *sylvestris*), a medicinal plant traditionally used in the Mediterranean region. It is recognized for its richness in phenolic compounds, flavonoids, and other secondary metabolites with therapeutic potential.

We analyzed the experimental results obtained from several previous studies on the extracts of this olive tree subspecies. It appears that:

- The extracts show better activity against *Staphylococcus aureus* (Gram+) with inhibition diameters reaching up to 16.5 mm in some cases.
- On the other hand, *E. coli* (Gram-) appears largely resistant, which is attributed to the membrane barrier of Gram-negative bacteria.
- The minimum inhibitory concentration (MIC) varies according to the type of extract and the tested strain, with increasing effectiveness as the concentration increases.
- The synergistic effect between plant extract and antibiotic (e.g.: Bacitracin) demonstrates an enhancement of the antibacterial action on *S. aureus*, but remains ineffective on *E. coli*.

The extracts of *Olea europaea*, notably those from the leaves and roots, show encouraging antibacterial potential, particularly against Gram-positive bacteria. However, their effectiveness remains limited against Gram-negative bacteria.

**Keywords:** *Olea europaea* subsp. *sylvestris*, phenolic compounds, antibacterial activity

# Liste des figures

---

<b>Figure 1.</b> Aspect général de l'oléastre.....	5
<b>Figure 2.</b> Distribution géographique des forêts d' <i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i> autour du bassin méditerranéenne.....	7
<b>Figure 3.</b> Répartition de l'olivier sauvage en Algérie selon les zones les plus importantes...	8
<b>Figure 4.</b> Structure générale d'une bactérie.....	13
<b>Figure 5.</b> Différentes formes et associations bactériennes.....	14
<b>Figure 6.</b> Mécanismes de résistance aux antibiotiques.....	18
<b>Figure 7.</b> Structure chimique de coumarine.....	19
<b>Figure 8.</b> Structure chimique de l'oleuropeine.....	20
<b>Figure 9.</b> Structure des flavonoïdes.....	21
<b>Figure 10.</b> Structure de (A) Tanins hydrosolubles et (B) Tanins condensés.....	22
<b>Figure 11.</b> Structure de base des anthocyanes 12.....	22
<b>Figure 12.</b> <i>Escherichia coli</i> sous microscope électronique à G X 1000 et à G X 15000 respectivement.....	28
<b>Figure 13.</b> <i>S.aureus</i> sous microscope électronique.....	28
<b>Figure 14.</b> Aspect macroscopique d' <i>E.coli</i> sur gélose sur Hektoen.....	30
<b>Figure 15.</b> Aspect macroscopique de <i>S.aureus</i> sur Chapman.....	30

# Liste des tableaux

---

<b>Tableau I.</b> Composition chimique globale des feuilles de l'olivier.....	<b>12</b>
---	-----------

# INTRODUCTION GENERALE

---

### **Introduction Générale**

L'apparition de microorganismes pathogènes multi résistants, résultant de l'utilisation excessive et incorrecte des antibiotiques, constitue aujourd'hui une préoccupation majeure en matière de santé publique. En effet, la résistance des bactéries aux antibiotiques rend certains traitements inefficaces, plaçant ainsi les professionnels de santé dans des situations difficiles, particulièrement lorsque la vie du patient est en jeu.

La résolution de ce problème s'avère donc urgente et nécessite la recherche de nouveaux agents antimicrobiens. Dans ce contexte, l'utilisation des plantes médicinales aux propriétés antimicrobiennes apparaît comme l'une des pistes les plus prometteuses. Il convient de noter que cette pratique n'a pas totalement disparu, notamment dans les zones rurales et au sein des communautés ethniques de nos sociétés modernes. En effet, cette forme de médecine demeure largement utilisée et constitue, pour les populations les plus défavorisées, un complément ou une alternative à la médecine moderne, souvent difficile d'accès.

L'olivier sauvage (*Olea europaea subsp. europaea var. sylvestris*), également connu sous le nom d'olivier des forêts ou d'olivier sauvage, est une plante qui a suscité un intérêt croissant en raison de ses propriétés médicinales et thérapeutiques, notamment pour ses effets antibactériens. L'activité antibactérienne de l'olivier sauvage repose principalement sur ses composés bioactifs, tels que les polyphénols (notamment l'oleuropéine), les flavonoïdes, et les acides gras, qui agissent en inhibant la croissance et la prolifération de certaines souches bactériennes.

Les extraits de feuilles d'olivier sauvage, ainsi que ses huiles essentielles, ont montré une activité antimicrobienne contre une large gamme de bactéries pathogènes, y compris des bactéries résistantes aux antibiotiques classiques. Cette efficacité est souvent attribuée aux composés phénoliques présents dans l'olivier sauvage, qui aident à neutraliser les radicaux libres et à protéger les cellules contre les infections bactériennes.

Les recherches sur l'activité antibactérienne de l'olivier sauvage suggèrent qu'il pourrait être utilisé comme alternative ou complément aux traitements antimicrobiens traditionnels, notamment en médecine populaire pour traiter des infections bénignes, telles que les infections respiratoires, urinaires, ou cutanées. Néanmoins, des études cliniques plus approfondies sont nécessaires pour valider ces propriétés et évaluer leur potentiel thérapeutique dans des contextes médicaux plus larges.

## *Introduction Générale*

---

La synthèse bibliographique sur l'activité antibactérienne d'*Olea europaea* constitue l'objectif principal de notre travail.

Ce mémoire est organisé en trois chapitres comme suit :

Dans le premier chapitre, nous nous intéressons plus particulièrement aux généralités concernant *Olea europaea* var. *sylvestris*. Nous examinons son origine, ses caractéristiques botaniques, sa répartition géographique, ses principales utilisations traditionnelles ainsi que la composition chimique de ses feuilles.

Le deuxième chapitre aborde les antibiotiques ainsi que l'activité antibactérienne de *Olea europaea* var. *sylvestris*. Nous présentons les mécanismes d'action des antibiotiques classiques, les enjeux liés à la résistance bactérienne, puis nous analysons le potentiel de l'olivier sauvage comme alternative naturelle. L'attention est portée sur ses extraits, notamment ceux issus des feuilles, qui contiennent des composés phénoliques capables d'inhiber la croissance de diverses souches bactériennes, soulignant ainsi son intérêt en tant qu'agent antibactérien d'origine végétale.

Le troisième chapitre est consacré à la présentation des résultats sur les travaux effectués sur l'activité antibactérienne des extraits de l'olivier sauvage.

Finalement, nous terminons par une conclusion générale sur l'ensemble de ce travail, ainsi que les perspectives susceptibles d'être envisagées.

# CHAPITRE 1 Généralités sur *Olea europaea* var. *sylvestris*

---

## 1.1. Introduction

*Olea europaea* var. *sylvestris* est une variété sauvage de l'olivier, une plante appartenant à la famille des Oléacées. Cette variété est souvent appelée l'olivier sauvage ou olivier de montagne.

L'olivier sauvage se distingue par sa croissance plus modeste, son port irrégulier et ses fruits plus petits et plus amers par rapport à ses homologues cultivés.

Malgré sa taille plus petite et sa production de fruits moins abondante, cette variété est d'une grande importance écologique et génétique. Elle joue un rôle clé dans la préservation de la biodiversité méditerranéenne et représente la base génétique à partir de laquelle l'olivier cultivé a été domestiqué, il y a plusieurs millénaires.

Au-delà de son rôle dans l'histoire de la culture de l'olivier, *Olea europaea* var. *sylvestris* possède également des propriétés médicinales grâce à sa richesse diversifiée en composés secondaires qui lui procurent des propriétés biologiques : antioxydante, antimicrobienne, anti-inflammatoire, anticancéreuse et antidiabétique.

## 1.2. Origine

De nombreuses études indiquent que l'olivier a toujours existé dans le bassin méditerranéen depuis plusieurs milliers d'années, en particulier au Moyen-Orient, bien avant sa domestication (Rugini et *al.*, 2011).

Selon les vestiges archéologiques, l'olivier a été cultivé pour la première fois dans le bassin méditerranéen oriental il y a environ 6000 ans (Zohary et Spiegel-Roy 1975 ; Kaniewski et *al.*, 2012). Les preuves palynologiques, anthropologiques et archéologiques démontrent la présence de certaines formes d'olivier lors de la dernière glaciation dans les régions méditerranéennes occidentales et orientales (Carrion et Dupré 1996 ; Watts et *al.*, 1996).

## 1.3. Evolution

La persistance et la diversification de l'oléastre méditerranéen (*Olea europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris* (Mill.) Leh., datent du pléistocène.

La crise de salinité messénienne a entraîné l'écrasement des espèces subtropicales à l'ouest du bassin méditerranéen archaïque et le développement d'espèces méditerranéennes thermophiles et xérophiles, d'où l'explication des installations du genre *Olea* en Afrique du Nord, en Europe du Sud et enfin dans les îles de la Macaronésie.

L'expansion graduelle du paysage méditerranéen durant le Pliocène a favorisé l'apparition des plantes de natures thermophiles et xérophiles (Suc et *al.*, 1984).

Les olives sauvages font partie du complexe oléicole dans lequel six sous-espèces sont reconnues (Médail et *al.* 2001 ; Green 2002).

Ces taxa sont naturellement distribués de l'Afrique du Sud au Sud de l'Asie, dans les montagnes sahariennes, en Macaronésie, et le bassin méditerranéen.

Les explorations phylogénétiques ont démontré l'existence d'un ancêtre commun des six sous-espèces d'oliviers datant de la fin du Miocène et le début du Pliocène, il y a de cela environ 4 à 8 millions d'années (Besnard et *al.* 2009).

Les flux génétiques restreints entre l'Afrique du Nord et l'Afrique tropicale, se sont traduits par le processus historique d'aridification des conditions climatiques du Sahara à la fin du Miocène (Schuster et *al.* 2006), et ont éventuellement contribué à la divergence de la sous espèce *cuspidata* des autres sous-espèces (Besnard et *al.* 2009).

Dans le paysage méditerranéen, les arbustes *Olea europaea* var. *sylvestris* ont évolué à partir de plantations historiques abandonnées ou brûlées (Gianguzzi et Bazan 2019). La figure 1 représente l'aspect général de l'oléastre (Sadi Korichene et Ami Saada, 2021).

Ainsi, le vieux porte-greffe, dont le tronc est oléastre, est une preuve de l'ancienne culture Méditerranéenne (Zohary et Spiegel-Roy 1975 ; Marcuzzi 1996).



*Figure 1* : Aspect général de l'oléastre (Sadi Korichene et Ami Saada, 2021)

## 1.4. Taxonomie et nomenclature

### 1.4.1. Nomenclature

La nomenclature de l'oléastre (l'olivier sauvage) est donnée comme suit :

Bérbère : azebboudj, désigné sous cette appellation en Kabylie et dans le haut Atlas au Maroc (Boudribila, 2004), ahecad (Ait Youssef, 2006).

Arabe : berri (Maroc), zebboudj (Algérie) (Ait Youssef, 2006).

Français : oléastre, olivier sauvage.

Anglais : wild olive, oléastre.

### 1.4.2. Taxonomie

**Embranchement** : Magnoliophyta

**Sous embranchement** : Magnoliophytina

**Classe** : Magnoliopsida

**Sous classe** : Asteridae

**Ordre :** Scrophulariales

**Famille :** *Oleaceae*

**Genre :** *Olea*

**Espèces :** *Olea europaea* L.

**Sous-espèces :** *Olea europaea* L. ssp. *Sativa* Hoffm. Et Link (*O. europaea* L. subsp. *europaea*). *Olea europaea* L. subsp. *Oleaster* Hoffm. et Link (*O. europaea* L. subsp. *sylvestris* Miller)

L'olivier sauvage méditerranéen, appelé *oleaster* ou *sylvestris* (*O. europaea* subsp. *europaea* var. *sylvestris* (Mill.) Lehr.) appartient à la famille des *Oleaceae* et à la sous-famille *Oleideae*, le genre *Olea*, qui comprend trois sous-genres : *Olea*, *Tetrapilus* et *Paniculatae*. Le sous genre *Olea* est divisé en deux sections : *Olea* et *Ligustroides* (Figure 2).

Suite à la révision approfondie de Green (2002), le genre *Olea* se compose de 33 espèces et neuf sous-espèces.

Six sous-espèces forment la sous-section *Olea* qui s'étend à travers les régions de la méditerranée (*O. europaea*), asiatique (*O. cuspidata*), du massif saharien (*O. laperrinei*), africaine (*O. maroccana*), Macronesienne (*O. cerasiformis* et *O. guanchica*) La sous-espèce *europaea* (var. *sativa* et var. *sylvestris*) est diploïde (2x) (Bitonti et al. 1999).

Tandis que les sous-espèces *cerasiformis* et *maroccana* sont tétraploïdes (4x) et hexaploïdes (6x), respectivement (Brito et al., 2008 ; Besnard et al., 2008).

Alors que la sous-espèce *laperrinei* connaît la coexistence de deux types diploïde et triploïde (Besnard et Baali-Cherif, 2009 ; Besnard et De Casas, 2016).

## 1.5. Répartitions géographiques

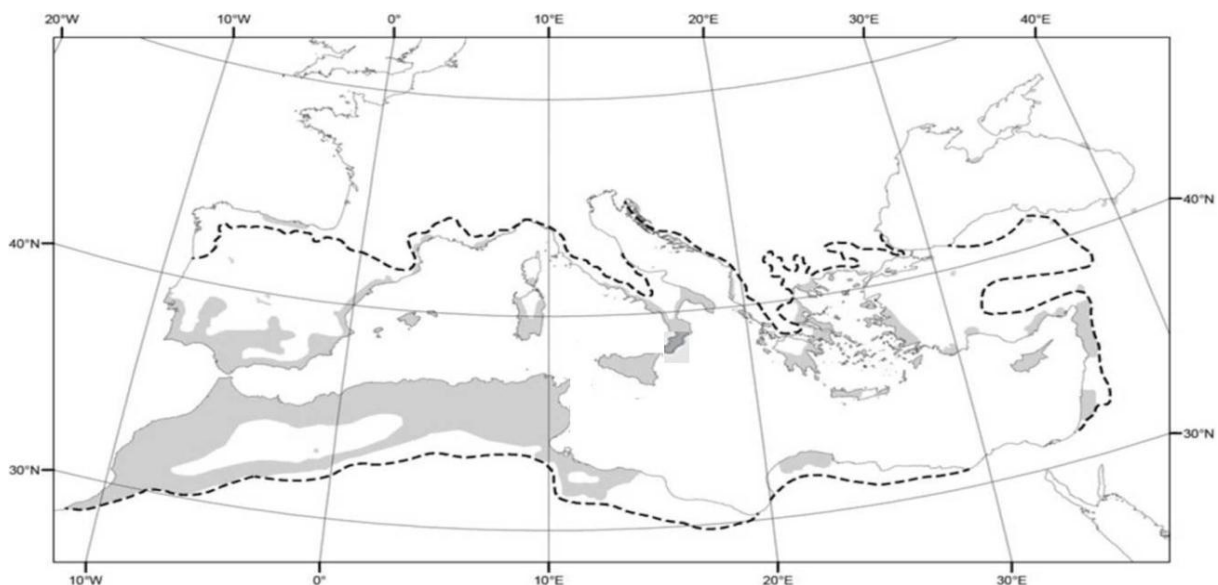
### ➤ En méditerranée

La répartition de l'olivier autour du bassin méditerranéen se fait par latitude nord et sud (et en altitude plus élevée que celle de l'oléastre dont avec un maximum de 500m Atteints en Espagne (Rubio et al. 2002).

Du point de vue phytosociologique, les forêts Matures d'oléastre sont distribuées dans tout le bassin méditerranéen, en particulier, L'Afrique du Nord, l'Espagne, le Portugal, les îles Baléares, la Sardaigne, la Corse, la Turquie. Et la Sicile (Gianguzzi et al. 2019).

En effet, l'olivier sauvage pousse le long des côtes méditerranéennes. Il est authentique en Espagne, en France continentale et en Corse, sur le continent italien, sarde et sicilien, en Grèce et en Turquie avec l'île de Chypre, et dans tous les pays de l'Est et du Sud de la Méditerranée (Jordanie, Liban, Syrie, Israël, Egypte (Sinaï) et la Libye (Breton et al. 2012).

La présence constante et répandue d'*Olea europaea* var. *sylvestris* dans la région Méditerranéenne montre son rôle dynamique important envers les communautés Forestières d'oléastre (Gianguzzi et Bazan, 2019). La figure 2 montre Distribution géographique des forêts d'*Olea europaea* var. *sylvestris* autour du bassin méditerranéenne (Gianguzzi et Bazan, 2020).



**Figure2** : Distribution géographique des forêts d'*Olea europaea* var. *sylvestris* autour du bassin méditerranéenne (modifié à partir de Gianguzzi et Bazan, 2020)

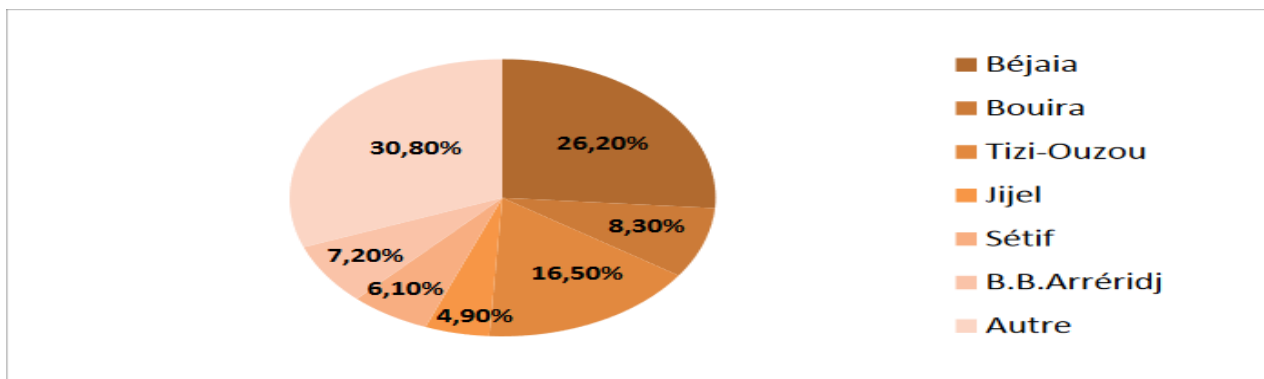
### ➤ En Algérie

L'oléiculture algérienne s'inscrit dans une tradition séculaire. De nombreux historiens tels que Polybe et Al Idrissi, ont fait une description des olivettes (Jean-Pierre Laporte et al. 2013).

Cette oléiculture fonde le paysage et la culture même des populations de certaines régions productrices comme la petite et la grande Kabylie.

La profondeur historique est un élément de distinction entre le système moderne plus récent et traditionnel assez ancien. La plupart des oliveraies (80%) sont situées dans des zones de montagne, sur des terrains accidentés et marginaux, peu fertiles et caractérisés par une pluviométrie moyenne comprise entre 400 et 900 mm/an. Le reste des oliveraies (20%) sont localisées dans les plaines occidentales du pays (Mascara-Sig-Relizane), où la pluviométrie moyenne annuelle est de 300-400 mm.

L'oléiculture traditionnelle qui constitue près de 90% du verger national s'étend principalement sur les régions montagneuses défavorisées : la Kabylie, Sétif, Constantine, Guelma et Tlemcen (Khoumeri, 2009).



**Figure 3 :** Répartition de l'olivier sauvage en Algérie selon les zones les plus importantes (Khoumeri, 2009)

## 1.6. Vertus thérapeutiques

L'oléastre est très intéressant dans le domaine sanitaire. Ses feuilles ont été largement utilisées dans les remèdes traditionnels dans les pays européens et méditerranéens comme des extraits, des tisanes, et des poudres. Elles contiennent plusieurs composés potentiellement bioactifs (Wainstein et *al.*, 2012).

Les feuilles, fraîches, aussi bien les jeunes que les plus âgées, sont mâchées pour deux choses : pour désinfecter et aider à cicatriser les lèvres et les gencives, ainsi que pour

rafraichir l'haleine puisque leur emploi élimine la mauvaise odeur, elles sont donc aussi utilisées pour l'hygiène buccale.

Elles sont efficaces sur les stomatites, qui sont des inflammations de la muqueuse buccale. Ses feuilles provoquent aussi l'hypotension chez les personnes souffrant de l'hypertension artérielle (Ait Youssef, 2006).

Elles sont également utilisées contre les diarrhées (Tahraouiet *al.*, 2007).

L'olivier sauvage a des feuilles d'une nature astringente qui sont capables de limiter l'érysipèle (Infections cutanées streptococciques), l'Herpès, escarboucles (tumeurs malignes), ulcération gangreneuse.

L'humidité qui sort du bois brûlé vert, de l'olivier, guérit les pellicules, les maladies parasitaires de la peau et les lichens (maladie papuleuse de la peau) (Goodyer, 1959).

En dehors de l'alimentation et de l'éclairage, l'huile d'olive sauvage était utilisée dans un large spectre, depuis l'antiquité. Elle était destinée aux soins du corps, dans la fabrication des baumes.

Au cinquième siècle, on l'utilisait comme remède, Hippocrate la conseillait contre les courbatures, dans le cas d'ulcère ou de choléra. Au moyen âge, les écoles de médecines en Italie utilisaient l'huile comme solvant médicamenteux (assouplie et réchauffe les blessures), les romains l'utilisaient en particulier pour la lutte et la course (échauffement, protection contre le froid ou le soleil) et ainsi elle a été intégrée dans l'usage médical et elle a été réutilisée dans l'industrie des textiles pour assouplir les tissus de lin, rafraichir les vêtements fripés et graisser les fibres de textiles (Moreaux, 1999).

L'huile d'oléastre comme l'huile d'olive possède les mêmes usages thérapeutiques (Boukef, 1986). En effet sa consommation est associée à une incidence limitée des maladies cardiovasculaires, des désordres neurologiques, cancers du sein et du colon, ainsi qu'aux propriétés antioxydants (Gimeno et *al.* 2002). Elle est commode pour les maux de tête et la chute des cheveux (alopécie). Elle est utilisée contre les maladies cutanées parasitaires (Goodyer, 1959). Elle est aussi utilisée pour la cicatrisation des blessures (Ait Youssef, 2006). Ses racines sont utilisées pour traiter les maladies urinaires, coliques, ténias, rhumatisme et d'autres maladies (Tahraoui et *al.* 2007).

## 1.7. Description botanique

*Olea europaea* var. *sylvestris* est l'ancêtre sauvage de l'olivier cultivé (*Olea europaea* var. *europaea*), il présente des caractéristiques distinctes dans sa composition botanique.

- **Taille**

L'olivier sauvage est généralement plus petit et plus ramifié que l'olivier cultivé. Il peut atteindre environ 6 à 8 mètres de hauteur, mais peut aussi être plus grand dans certaines conditions favorables.

- **Tronc**

Le tronc est souvent tortueux et rugueux, ce qui donne à l'arbre une apparence robuste et ancienne. Cette caractéristique est accentuée par les conditions de croissance difficiles de l'espèce dans la nature. Il a plusieurs branches de roseau avec des rameaux opposés et à écorce grisâtre (Pagnol, 1975).

- **Racines**

L'olivier sauvage développe un système racinaire profond et étendu, ce qui lui permet de survivre dans des sols pauvres et secs. Continuant à grossir à mesure que l'olivier vieillit, il forme une masse énorme.

- **Feuilles**

Les feuilles sont persistantes et généralement plus petites et plus raides que celles de l'olivier cultivé, de forme oblongue ou elliptique, d'un vert argenté à gris-vert sur le dessus, et blanc argenté sur la face inférieure. Cette coloration est due aux poils qui couvrent les feuilles, ce qui aide à réduire la perte d'eau par évaporation.

D'après (Boudhrioua et *al.*, 2008), la production des feuilles est estimée à 25 kilogramme par olivier. En cas de sécheresse, les feuilles sont capables de perdre jusqu'à 60 % de leur eau, de réduire fortement la photosynthèse et de fermer les stomates permettant les échanges gazeux, pour réduire les pertes en eau par évapotranspiration, permettant ainsi la survie de l'arbre. C'est grâce à sa feuille que l'olivier peut survivre en milieu aride. Quand il pleut, les cellules foliaires s'allongent pour emmagasiner l'eau.

- **Fleurs**

Les fleurs sont petites, blanches, odorantes et disposées en grappes axillaires. D'après (Boucher et *al.*, 2011), elles forment des grappes courtes et serrées à l'aisselle des feuilles de l'année précédentes.

- **Fruits**

Les fruits n'ont pas les qualités de l'olivier cultivé, ils sont moins charnus et fournissent moins d'huile (Paquereau, 2013).

- **Reproduction**

Les deux variétés d'olivier sauvages et cultivées ont le même nombre de chromosomes ( $2n = 46$ ) et sont interfertiles (Zohary et Spiegel-Roy, 1975; Besnard et Bervillé, 2000). L'oléastre se reproduit à partir de graines, tandis que l'olivier cultivé a besoin d'être greffé pour retrouver les vertus de l'arbre dont il est issu (Berville, 2012).

### **1.8. Composition chimique des feuilles**

Les feuilles d'*Olea europaea* var. *sylvestris* possèdent une composition chimique riche et variée qui leur confère des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes. Bien que la composition des feuilles puisse légèrement varier en fonction de plusieurs facteurs tels que le sol, le climat, les pratiques agricoles, l'âge des plantations et la période de récolte, les principaux composants chimiques des feuilles de cette espèce sont regroupés dans le tableau 1 selon plusieurs auteurs.

**Tableau I** : Composition chimique globale des feuilles de l'olivier (exprimé en g par 100 g)

Composition (%)	Boudhrioua et <i>al.</i> , 2009	Erbay et Icier, 2009	Garcia-Gomez et <i>al.</i> , 2003
Eau	46,2 – 49,7 a	49,8 a	Nd
Protéines	5,0 – 7,6 a	5,4 a	Nd
Lipides	1,0 – 1,3 a	6 b	6,2 b
Minéraux	2,8 – 4,4 a	3,6 a	26,6 b
Carbohydrates	37,1 – 42,5 a	27,5 a	Nd
Fibres brutes	Nd	7,0 a	Nd
Cellulose	Nd	Nd	19,3 b
Hémicellulose	Nd	Nd	25,4 b
Lignine	Nd	Nd	30,4 b
Polyphénols totaux	1,3 - 2,3 b	Nd	Nd

**a** : correspond aux valeurs exprimées par rapport à la masse fraîche des feuilles d'olivier.

**b** : correspond aux valeurs exprimées par rapport à la masse sèche des feuilles d'olivier.

**Nd** : valeur non déterminée.

## 1.9. Conclusion

*Olea europaea* var. *sylvestris*, communément appelé olivier sauvage, est une variété d'olivier qui appartient à la famille des *Oleaceae*. C'est un arbre résilient et adapté à des conditions environnementales difficiles, avec une composition chimique et morphologique distincte de l'olivier cultivé. Bien qu'il ait une importance agricole moindre en raison de la taille réduite de ses fruits et de son faible rendement en huile, il reste d'une grande valeur écologique, botanique et médicinale. Il offre des propriétés thérapeutiques intéressantes grâce à ses composants bioactifs, qui sont utilisés depuis des siècles dans la médecine traditionnelle, notamment dans le bassin méditerranéen.



## CHAPITRE 2 *Activité antibactérienne*

---

## 2.1. Introduction

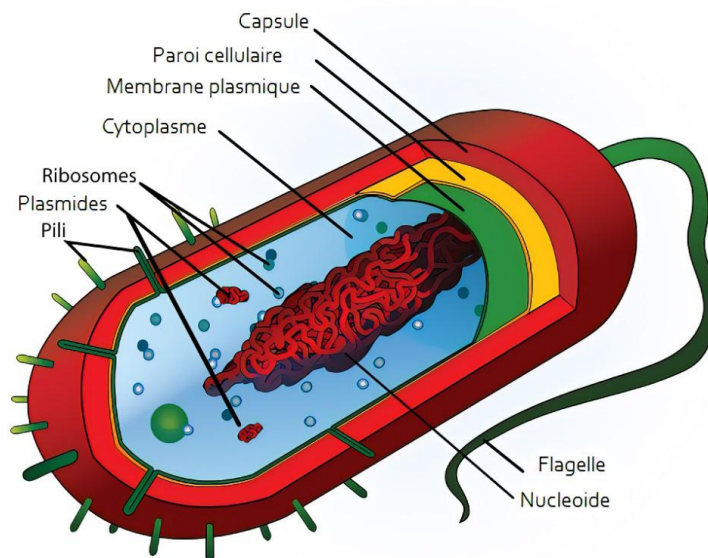
La résistance bactérienne aux antibiotiques, ainsi que les risques de toxicité associé à l'usage massif des médicaments et des antibiotiques de synthèse, ont orienté les chercheurs vers des alternatifs naturels, fournissant de nouveaux médicaments qui seraient efficaces, possédant une faible toxicité et ayant un impact mineur sur l'environnement (Muzzamal et *al.*, 2012).

## 2.2. Caractérisation des bactéries

La bactérie est un procaryote unicellulaire, composée d'éléments constants. Ces éléments sont : un chromosome unique circulaire et des ribosomes qui baignent dans le cytoplasme ; l'ensemble est entouré par une membrane cytoplasmique, elle-même entouré d'une paroi bactérienne (Figure 4).

Nous retrouvons également une capsule, qui entoure la paroi bactérienne, les plasmides, les pili sexuels, les fimbriae, les flagelles, les spores et les corps d'inclusions (Rosselló-Móra et Amann, 2015).

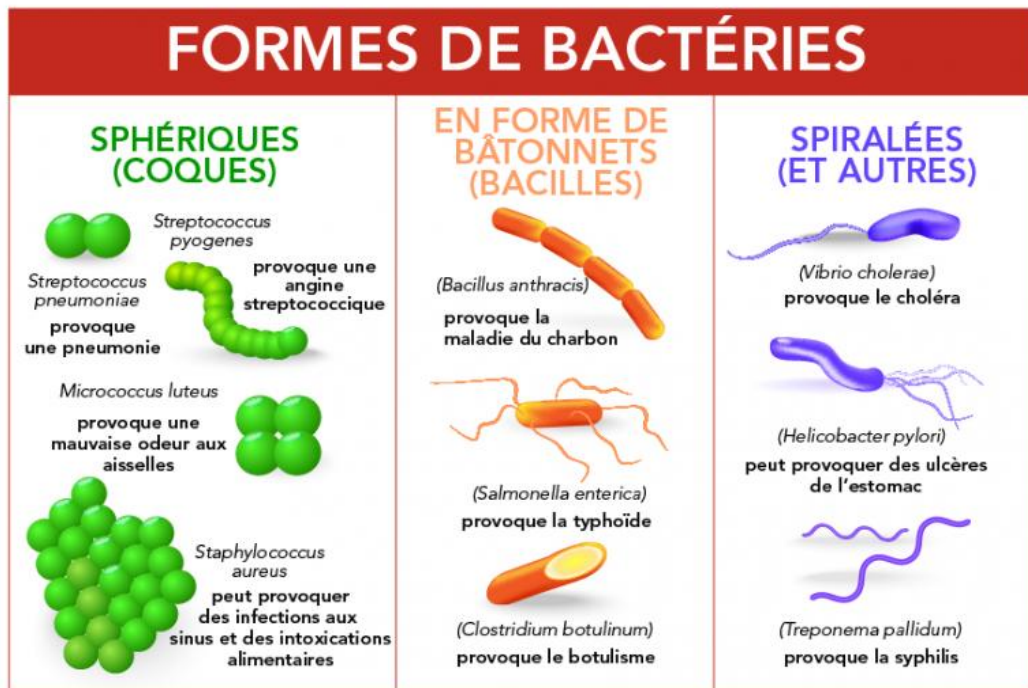
Une bactérie est autonome et elle est capable de croitre et de se multiplier en présence de substances nutritives (Pebret, 2003).



**Figure 4** : Structure générale d'une bactérie

Les bactéries se présentent sous des formes et des tailles diverses, génétiquement déterminées et caractéristiques de chaque espèce (Figure 5).

- Sphérique ou Cocci : isolées, en chaînette ou en amas (nombre variable de cellule) Staphylocoques, Streptocoques... (Juvillier et *al.*, 1972).
- Bâtonnet ou bacille : isolée, en chaînette ou en amas, de longueur et de diamètre variable *E.coli*, *Salmonella*, *Bacillus*. (Javillier et *al.*, 1972 ; Golvan, 1969).
- Spiralée : spirilles, spirochètes : comme *Treponema*.
- Filamenteuse : ayant une organisation biologique de champignons (mycélium) : les actinomycètes. (Javillier et *al.*, 1972 ; Golvan, 1969).



**Figure 5** : Différentes formes et associations bactériennes (Javillier et *al.*, 1972).

### 2.3. Antibiotiques

Les antibiotiques sont des substances chimiques, synthétisées par des organismes vivants ou produits par synthèse chimique, qui possèdent une activité antibactérienne. Cette activité

se manifeste de manière spécifique à sa cible par l'inhibition ou la modification de certains processus vitaux des micro-organismes (Catteau *et al.*, 2018).

En fonction de la molécule, de sa concentration et du temps de contact avec les bactéries, les antibiotiques peuvent les tuer (effet bactéricide), ou ralentir leur croissance (effet bactériostatique) (Kumar *et al.*, 2019).

### **2.3.1. Effet bactériostatique**

La concentration minimale inhibitrice (CMI) est la plus petite concentration d'antibiotique qui inhibe toute croissance visible d'une souche bactérienne après  $20 \pm 4$  heures de culture à  $35 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$  cette valeur caractérise l'effet bactériostatique d'un antibiotique et permet de déterminer si une souche est sensible ou résistante à l'antibiotique testé (Veysière, 2019).

### **2.3.2. Effet bactéricide**

La concentration minimale bactéricide (CMB) est la plus petite concentration d'antibiotique laissant 0.01% ou moins de survivants de l'inoculum initial après  $20 \pm 4$  heures de culture à  $35 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ . Cette valeur caractérise l'effet bactéricide d'un antibiotique. On considère que si la CMB est  $\leq 4$  CMI l'antibiotique est bactéricide est donc très efficace et au contraire si la CMB  $> 10$  CMI, on le considère comme peu efficace, donc bactériostatique (Veysière, 2019).

## **2.4. Modes d'actions des antibiotiques**

### **2.4.1. Action sur la paroi et la membrane cytoplasmique**

La bacitracine, la pénicilline et les céphalosporines agissent sur les germes en croissance et inhibent la dernière étape de la biosynthèse du peptidoglycane. Par conséquent, la paroi cellulaire est grandement affaiblie et la cellule finit par se lyser ; la pénicilline agit seulement sur les cellules en croissance active (Hoerr *et al.*, 2016).

La membrane est aussi affectée par les antibiotiques, comme la daptomycine qui s'intègre progressivement à la membrane pour créer une dépolarisation rapide, par fuite de potassium, associée à des dysfonctionnements cellulaires entraînant sa mort (Veysière, 2019).

### 2.4.2. Action sur la synthèse d'ADN et sur la synthèse protéique

Certaines familles d'antibiotiques comme l'actinomycine, empêchent la réplication d'ADN, en bloquant l'activité d'ADN polymérase.

Les sulfamides aussi provoquent une inhibition de la synthèse des bases nucléiques et la cellule meurt par carence en bases nucléiques.

D'autres sont actifs sur la synthèse protéique, plus particulièrement sur le ribosome, qui est un complexe composé de protéines et d'ARN. Par exemple, les aminosides créent une mauvaise reconnaissance du codon de l'ARN messager (ARNm) par l'ARN de transfert (ARNt) chargé, conduisant à des erreurs de traduction (Veyssiere, 2019).

## 2.5. Critères d'efficacité d'un antibiotique

Pour que l'antibiotique choisi puisse être actif sur la ou les bactéries, il faut :

- Qu'il possède un mode d'action qui lui permette d'agir sur cette bactérie.
- Qu'il parvienne là où est la bactérie et à des concentrations suffisamment élevées.
- Qu'il y reste le temps suffisant pour lui permettre soit de la détruire, c'est ce que l'on appelle la bactéricidie, soit d'en arrêter la multiplication, c'est la bactériostase. (Veyssiere, 2019).

## 2.6. Résistance aux antibiotiques

La résistance bactérienne à un antibiotique est d'origine génétique. Les gènes de la résistance se trouvent soit dans le chromosome (résistance chromosomique), soit dans des éléments mobiles, comme les plasmides, éléments transposables ou intégrons (résistance extra chromosomique). La résistance peut être soit naturelle, soit acquise (Breidenstein et *al.*, 2011).

Selon la définition microbiologique du terme, une souche est dite résistante, lorsqu'elle se cultive en présence de concentration plus élevée en antibiotique, comparativement à d'autres souches, qui lui sont phylogénétiquement liées.

Par conséquent, la résistance est une propriété qui ne peut être étudiée que par comparaison d'au moins deux souches, dont l'une de référence souvent appelée souche

sauvage et développée en laboratoire, à partir d'individus prélevés dans la nature, d'une même espèce ou d'un même genre, cultivées dans les mêmes conditions.

Selon la définition clinique, une souche est qualifiée de résistante, lorsqu'elle survit à la thérapie antibiotique mise en place (Guardabassi et Courvalin, 2006).

### **2.6.1. Mécanismes de résistance**

La résistance aux antibiotiques peut résulter de plusieurs mécanismes : production d'une enzyme modifiant ou détruisant l'antibiotique, modification de la cible de l'antibiotique, imperméabilisation de la membrane de la bactérie (Figure 7).

#### **2.6.1.1. Inhibition d'antibiotique**

Certaines bactéries synthétisent des enzymes qui inhibent l'action des antibiotiques, en dégradant ou en modifiant ce dernier (Bouyahya, 2017).

Elles peuvent sécréter une enzyme spécifique, qui effectue une modification chimique covalente de la cible, par exemple par une méthylation, qui inhibera la fixation de l'antibiotique (Veyssiere, 2019).

La modification induite par ces enzymes peut inactiver certains antibiotiques, tels que les aminoglycosides, le chloramphénicol, les streptogramines, les macrolides et les rifampicines ou diminuer leurs affinités vis-à-vis de leurs cibles (Dzidic, 2008).

#### **2.6.1.2. Modification des cibles des antibiotiques**

Dans ce cas l'antibiotique n'est pas modifié, mais il ne peut pas atteindre sa cible. Dans certaines situations, la bactérie modifie l'affinité de ses protéines de liaison à des antibiotiques spécifiques.

Par exemple, certaines souches pathogènes telles que *Haemophilus influenzae*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Neisseria meningitidis* modifient l'affinité des protéines de liaison à la pénicilline (penicillin-binding proteins, PBP), ce qui leur permet de résister à des antibiotiques de la famille des  $\beta$ lactamines (les antibiotiques qui ciblent spécifiquement les enzymes de synthèse de la paroi bactérienne) (Poole, 2004).

D'autres sont capables d'empêcher les antibiotiques de rentrer dans la cellule bactérienne et cela grâce à un mécanisme de transport particulier dit pompe à efflux, qui leur permet d'exporter les antibiotiques à l'extérieur (Li, 2009).

C'est l'un des mécanismes de résistance de *Pseudomonas aeruginosa* (Veysiere, 2019).

### MÉCANISMES DE RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES

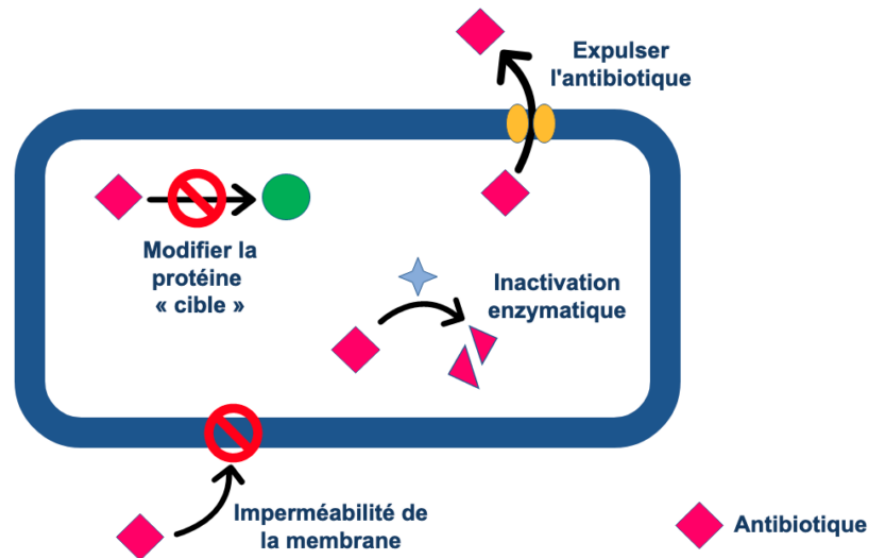


Figure 6 : Mécanismes de résistance aux antibiotiques

## 2.7. Composés phénoliques des feuilles d'olivier *Olea europaea var. sylvestris* et leur activité antimicrobienne

### 2.7.1. Composés phénoliques

Les polyphénols présents dans les feuilles d'*Olea europaea var. sylvestris* peuvent être divisés en deux groupes principaux : les composés flavonoïdes et les composés non flavonoïdes (Ola *et al.*, 2017 ; Cory *et al.*, 2018).

- Composés flavonoïdes
- Composés non flavonoïdes

### 2.7.1.1. Composé non flavonoïdes

#### a- Acides phénoliques

Les acides phénoliques se divisent en deux catégories, les dérivés de l'acide benzoïque et les dérivés de l'acide cinnamique. Ils sont caractérisés par le squelette en C1-C6 et C3-C6. Ces composés sont dotés de pouvoir antioxydant, anti-inflammatoire et de chélation (Bruneton, 1999).

#### b- Coumarines

Les coumarines ont été isolés pour la première fois par Vogel en 1820 dans le *Coumarounaodorata*.

Ils sont définis comme des composés phénoliques cyclisés qui dérivent des acides *t*-cinnamique et *p*-coumarique pour la majorité d'entre eux (Boubekri, 2014). La structure chimique de coumarine est représentée dans la figure 7 (Kummerle *et al.*, 2018).

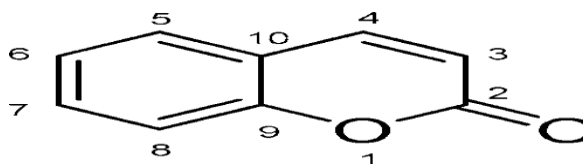


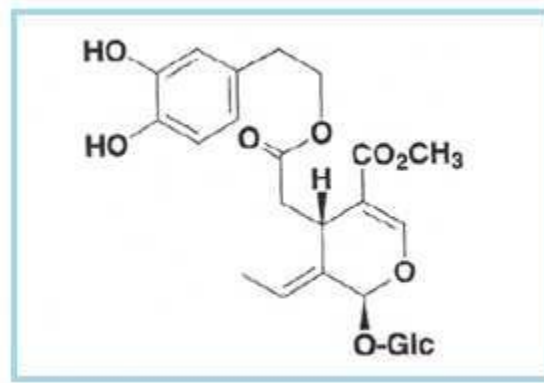
Figure 7 : Structure chimique de coumarine (Kummerle *et al.*, 2018)

#### c- Sécoiridodes

Les sécoiridodes sont isolés en 1908, par Bourquelot et Vintilesco. Ce sont des dérivés des iridoïdes (Bruneton, 1999), une classe de composés bicycliques qui ont un noyau de base spécifique.

Les sécoiridodes sont majoritaires des feuilles d'olivier, représentant 60 à 90 mg par g du poids sec, ils sont responsables de l'amertume typique et de l'arôme piquante associées aux olives et aux feuilles.

L'oleuropéine est le sécoiridoïde le plus abondant et l'un des composés les plus étudiés dans les feuilles d'olivier (Bruneton, 1999). Sa structure chimique est donnée par la figure 8.



**Figure 8 :** Structure chimique de l'oleuropeine (Bruneton, 1999)

### 2.7.1.2. Composés flavonoïdes

#### a- Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires possédant un squelette de flavone composé de 15 atomes de carbone, organisés en une séquence C6-C3-C6, avec deux cycles benzéniques (A et B) reliés par un cycle pyrane à trois atomes de carbone (C). La présence d'un groupe catéchol sur le cycle B du cycle pyrane, ainsi que le nombre et la position des groupes hydroxyle sur ce groupe catéchol, sont des facteurs qui peuvent influencer la capacité antioxydante des flavonoïdes (Amelia *et al.*, 2018).

Ils peuvent être regroupés en six grandes classes en fonction de leur structure (Figure 9) : les flavan-3-ols, les flavones, les flavonols, les flavanones, les isoflavones et les anthocyanes (Šamec *et al.*, 2021).

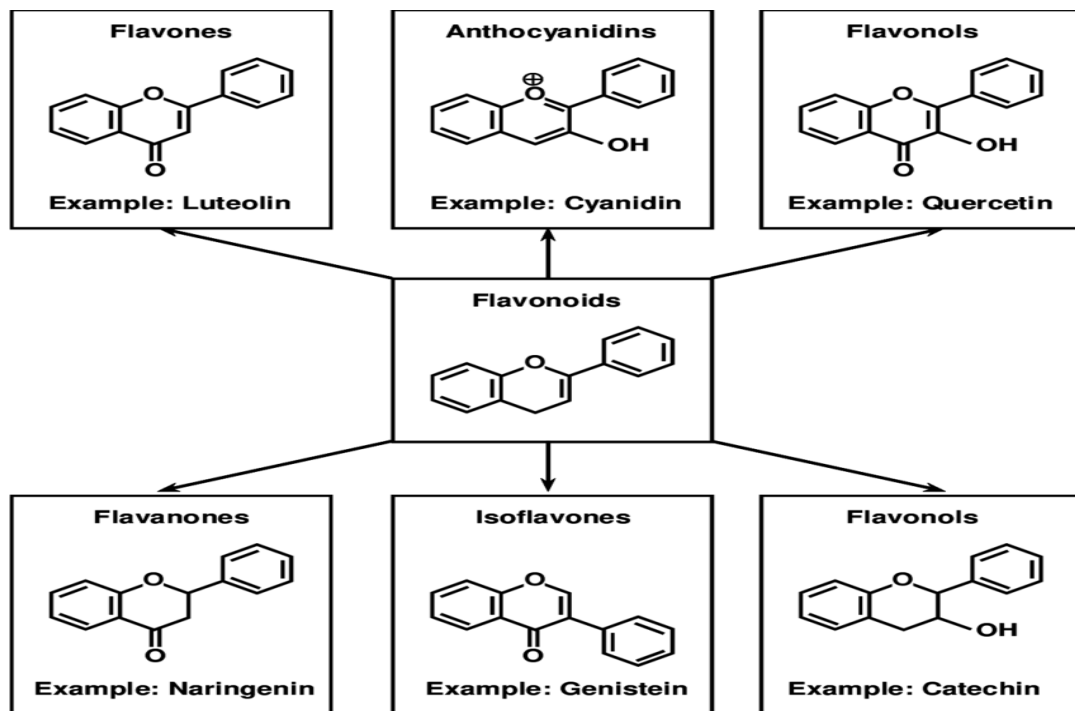


Figure 9 : Structure des flavonoïdes (Šamec et al., 2021)

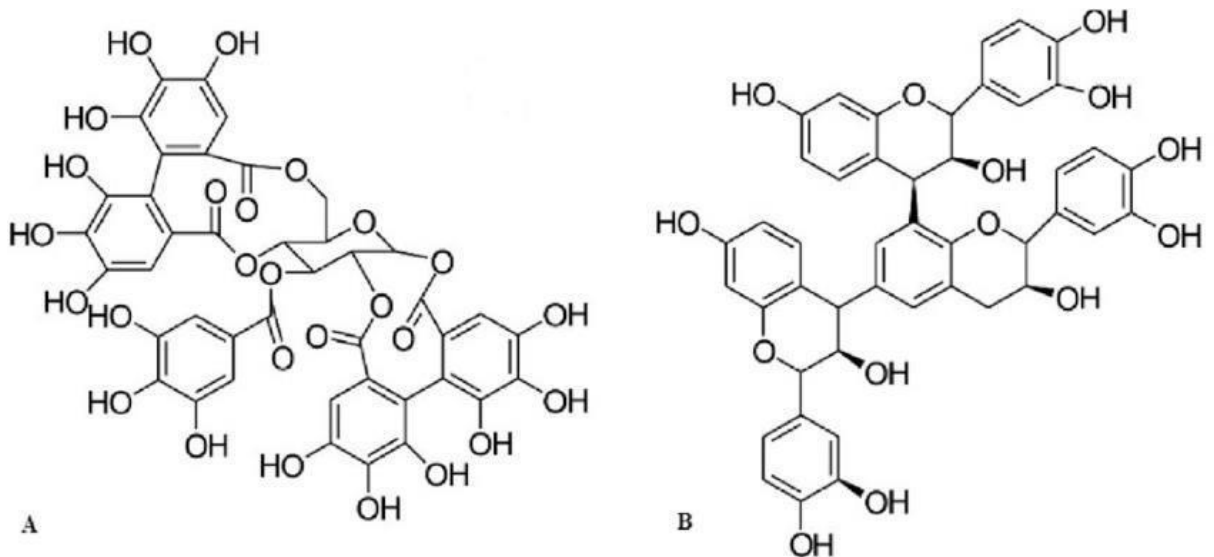
### b- Tanins

Les tanins sont des composés phénoliques complexes pouvant se lier à des protéines et à d'autres macromolécules, ce qui explique leur pouvoir tannant (tannage de cuir). Ils sont caractérisés par une saveur astringente et sont trouvés dans toutes les parties de la plante : l'écorce, le bois, les feuilles, les fruits et les racines (Yao et al., 2004).

Les tanins sont souvent divisés en deux grandes catégories :

- **Tanins condensés** : Ce sont des flavonoïdes qui se forment par la condensation de flavonoïdes. Ils sont définis comme des polymères flavanoliques, constitués d'unités de flavan-3-ols liées entre elles par des liaisons carbonées-carbonées (Guignard, 1996)
- **Tanins hydrolysables** : Ils sont définis comme des esters d'oses et d'acides Phénoliques Bruneton, (1999).

La structure chimique de ces deux grandes catégories est représentée par la figure 10 (Raja et al., 2014).

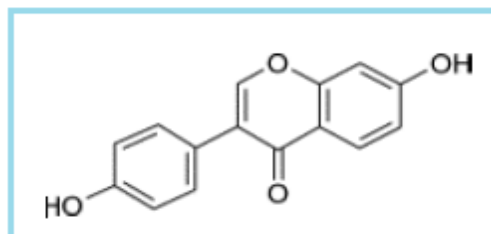


**Figure 10** : Structure de (A) Tanins hydrosolubles et (B) Tanins condensés (Raja *et al.*, 2014)

### c- Anthocyanes

Les anthocyanes sont un groupe de pigments naturels appartenant à la famille des flavonoïdes, ce sont des glycosides, c'est-à-dire des molécules où un sucre est lié à un aglycone (la partie non sucrée de la molécule).

Bien que les feuilles d'olivier sauvage ne soient pas particulièrement connues pour être riches en anthocyanines, certaines parties de l'olivier, comme les fruits (les olives), peuvent contenir ces pigments. La couleur de ces derniers dépend non seulement du pH, mais aussi de la méthylation ou de l'acylation des groupes hydroxyle situés sur les anneaux A et B (Iwashina, 2013). La structure de base des anthocyanes est illustrée par la figure 11 (Raja *et al.*, 2014).



**Figure 11** : Structure de base des anthocyanes 12 (Raja *et al.*, 2014)

**2.7.2. Activité antibactérienne**

Les propriétés préventives et protectrices des composés phénoliques sont liées à leur fort potentiel antioxydant, antimicrobien, antimutagène et anti cancérigène.

Les feuilles d'olivier sauvage sont une source riche en composés antibactériens potentiels, notamment l'oleuropéine, les flavonoïdes et les tanins.

Des études ont montré que les extraits de feuilles d'olivier sauvage, que ce soit sous forme d'infusions, d'extraits ou d'huiles essentielles, peuvent être utilisés comme agents antibactériens naturels. Ces extraits sont utilisés en médecine traditionnelle pour traiter des infections bactériennes légères à modérées, notamment les infections de la peau, les infections respiratoires et les troubles gastro-intestinaux.

**2.7.2.1. Mécanismes d'action des polyphénols sur les bactéries**

- **Perturbation de la membrane cellulaire**

Les extraits de feuilles d'olivier sauvage contiennent des composés qui peuvent perturber la membrane cellulaire des bactéries. Ces composés, en particulier les flavonoïdes, peuvent interagir avec les phospholipides et les protéines membranaires. Cette perturbation entraîne la formation de pores dans la membrane, ce qui permet à des ions et des molécules internes de s'échapper, entraînant la déstabilisation de la cellule bactérienne et, finalement, sa mort. Cette action est comparable à celle de certains antibiotiques de classe polymyxine.

- **Effet sur la paroi cellulaire**

Certaines études ont suggéré que les extraits de feuilles d'olivier sauvage peuvent inhiber la synthèse de la paroi cellulaire bactérienne. En interférant avec les processus de biosynthèse de la paroi, les extraits affaiblissent la structure cellulaire et rendent les bactéries plus vulnérables à des facteurs environnementaux stressants.

- **Inhibition de la synthèse des protéines**

Les composés phénoliques présents dans les extraits de feuilles d'olivier peuvent inhiber la synthèse des protéines bactériennes en perturbant les mécanismes de traduction ou en

interférant avec les ribosomes. Cela empêche la bactérie de synthétiser des protéines essentielles à sa croissance et à sa reproduction, réduisant ainsi sa viabilité.

- **Inhibition de l'adhésion bactérienne**

Les extraits de feuilles de l'olivier sauvage peuvent empêcher l'adhésion des bactéries aux surfaces, ce qui est une étape cruciale dans la formation de biofilms. Les biofilms sont des communautés bactériennes protégées par une matrice extracellulaire, et leur inhibition est particulièrement importante dans les infections chroniques et les infections liées aux dispositifs médicaux. Les extraits de feuilles d'olivier interfèrent avec l'adhésion initiale des bactéries, réduisant ainsi leur capacité à former des biofilms et à causer des infections persistantes.

- **Inhibition de la production de toxines bactériennes**

Certaines recherches ont suggéré que les extraits de feuilles d'olivier sauvage peuvent réduire la production de toxines par les bactéries. En inhibant la production de toxines, ces extraits limitent l'effet virulent des bactéries et réduisent l'ampleur des infections (Bisignano *et al.*, 1999).

- **Modification de la fluidité membranaire**

Les extraits de feuilles d'olivier sauvage, grâce à leur richesse en oléuropéosides et autres composés bioactifs, peuvent modifier la fluidité des membranes cellulaires des bactéries. Cela altère le transport des nutriments et des ions à travers la membrane, perturbant ainsi les fonctions métaboliques essentielles à la survie bactérienne (Caturla *et al.*, 2005, Casas-Sanchez *et al.*, 2007).

- **Effet synergique avec les antibiotiques**

Il a été observé que les extraits de feuilles d'olivier sauvage peuvent avoir un effet synergique avec certains antibiotiques, augmentant ainsi leur efficacité. Cela pourrait permettre de réduire les doses d'antibiotiques nécessaires pour traiter des infections bactériennes, minimisant ainsi les risques de résistance.

### 2.7.2.2. Activité antibactérienne des composés phénoliques

Les composés phénoliques offrent une large gamme d'activités antibactériennes contre des bactéries Gram-positives (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, *Bacillus subtilis*, *Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, ...) et Gram-négatives (*Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Haemophilus influenzae*, ...).

Des études ont montré que l'oleuropeine et les produits de son hydrolyse inhibent le développement et la production de l'enterotoxine B par *Staphylococcus aureus*, le développement de *Salmonella enteritidis*, des spores de *Bacillus cereus* (Bisignano et al., 1999), de *Klebsiella pneumoniae*, et d'*Escherichia coli* (Azizollahi et al., 1998).

Leitao et al., 2005, Chatterjee et al., 2004 ont démontré l'action antibactérienne puissante des tannins sur l'inhibition de la croissance des bactéries comme *Clostridium aminophilum* et *Butyvirio fibrisolvans*.

Ulanowska et al., 2006 ont démontré le pouvoir inhibiteur des flavonoïdes sur des souches bactériennes d'*Escherichia coli* et *S.aureus*.

De plus, (Sudjana et al., 2009) ont constaté que les composés phénoliques des feuilles de l'olivier sauvage ont une activité antimicrobienne contre d'importantes pathogènes tels que *Helicobacter pylori*, *Campylobacter jejuni*, *Staphylococcus aureus*.

(Rocha-pimienta, 2020) a montré l'activité antimicrobienne de l'extrait de feuille d'olivier contre *Escherichia coli* et *Listeria innocua*.

Il a été constaté que l'oleuropéine avait des propriétés antibactériennes contre *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *pneumonie Klebsiella* et *Bacillus cereus* (Aliabadi et al., 2012) Des résultats similaires ont été observés par (Al-Rimawi et al., 2024).

D'après les recherches menées par (Al-Rimawi et al., 2024), *Staphylococcus aureus* a montré une sensibilité plus élevée vers l'extrait de feuille d'olivier que *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*, concernant le temps nécessaire pour obtenir une inhibition complète de la croissance de ces bactéries.

**2.8. Conclusion**

Les composés phénoliques présents dans l'olivier sauvage (*Olea europaea* var. *sylvestris*) possèdent une activité antibactérienne notable. Ils exercent leurs effets antimicrobiens par divers mécanismes, notamment l'inhibition de la croissance bactérienne, la perturbation des membranes cellulaires et l'altération de la synthèse des protéines bactériennes. De nombreuses études ont démontré l'efficacité de ces composés contre un large éventail de pathogènes bactériens, y compris des bactéries résistantes aux antibiotiques.

## CHAPITRE 3 Méthodologie, Résultats et Discussion des travaux précédents

---

### **3.1. Méthodologie, Résultats et Discussion des travaux précédents**

#### **3.1.1. Méthodologie et expérimentation au laboratoire**

##### **3.1.1.1. Matériel biologique**

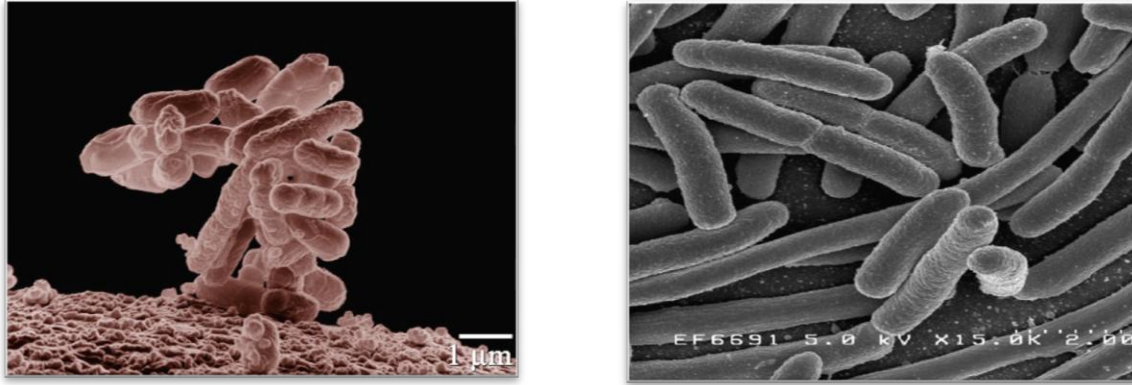
Pour le dépistage de l'activité antibactérienne des extraits bruts de l'oléastre, les chercheurs procèdent à une extraction des composés phénoliques à partir des différents supports de l'olivier à savoir ; les feuilles, les racines, les fruits ....

Le matériel bactérien utilisé dans les travaux consultés est représenté le plus souvent par des bactéries référencées par American type culture collection (ATCC).

Ce sont *Escherichia coli* ATCC (25922, 25929 et 10536) et *Staphylococcus aureus* ATCC (25923 et 6538/p).

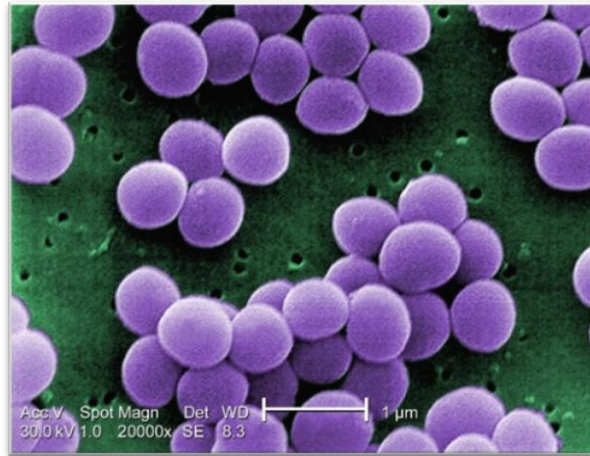
Le genre *Escherichia* appartenant à la famille des Enterobacteriaceae. Il s'agit d'un bacille Gram négatif, aérobie-anaérobie facultatif. *E.coli* est une bactérie immobile ou mobile, d'une structure flagellaire, péritriche et non-sporulée. Sa température optimale de croissance est de 37°C. Bactérie non exigeante, elle est capable de croître sur des milieux ordinaires tels que le milieu TSA. *E.coli* constitue une espèce bactérienne sous-dominante du microbiote aérobie-anaérobie facultatif intestinale de l'Homme et des animaux (King et al., 2014).

Les animaux peuvent constituer un réservoir et la dissémination dans l'environnement provient essentiellement de contamination fécales (Cohen et Karib, 2006), elles sont principalement transmises à l'homme par les aliments et l'eau contaminée (Karmali et al., 2003). Il existe plusieurs pathovars d'*E.coli* que l'on retrouve en pathologie humaine (Cohen et Karib, 2006) et qui sont responsables de la majeure partie des diarrhées infantiles (Varela et al., 2015), des colites hémorragiques, du syndrome hémolytique et urémique (Karmali et al., 2003). La figure ci-dessous montre deux images d'*Escherichia coli* observée au microscope électronique, avec un grossissement de X1000 et X15000 ;



**Figure 12 :** *Escherichia coli* sous microscope électronique à G X 1000 et à G X 15000 respectivement (Thorene,1994)

Les staphylocoques sont des bactéries sphériques (coques) aérobie anaérobie facultative à Gram positif, très résistantes dans les milieux extérieurs et peu exigeante en culture. *S.aureus* appelé staphylocoque doré est un staphylocoque à coagulase positive, c'est une bactérie commensale de la peau et des muqueuses dont la niche principale est la fosse nasale. Elle possède de nombreux facteurs de virulence et de pathogénicité (facteurs d'adhésions, toxines, enzymes) (Clotide, 2015). Elle est impliquée dans une très grande variété d'infections communautaires ou nosocomiales : Furoncles, abcès, fasciites, arthrites septiques, ostéomyélites, pneumopathies, diarrhées infectieuses, endocardites, méningites...etc. (Guillaune, 2014). Les principales sources de contamination sont les humains (par contact manuel ou via les voies respiratoires), et les denrées alimentaires contaminées (Lait, beurre, viande en conserve, crème... etc.) (Le loir et *al.*, 2003). La figure 13 illustre *Staphylococcus aureus* observé au microscope électronique ;



**Figure 13 :** *S.aureus* sous microscope électronique montrant la forme de coques des cellules (Daddi, 2012)

### 3.1.1.2. Expérimentation

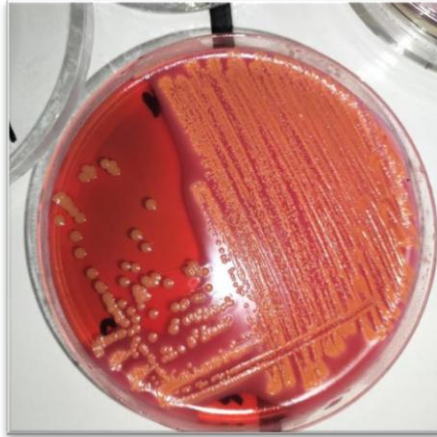
Différentes procédures d'extraction des polyphénols sont réalisées par les chercheurs Ainsi) le solvant d'extraction des polyphénols est représenté selon l'extraction réalisée par de l'eau distillée (extraction aqueuse), de l'éthanol (extraction éthanolique) ou du méthanol (extraction méthanolique) (Aiche-Iratni et *al.* ; 2015 ; Moualek et *al.*, 2016 ; Belhattab et *al.*, 2004 ;;Ben Ammar et *al.*, 2008).

Le principe repose sur une macération durant un temps déterminé (en général 24 h) de la poudre végétale résultant du broyage du matériel végétal récolté. Cette étape est suivie par une filtration et une lyophilisation qui aboutit aux extraits bruts qui ont servi de support aux tests antibactériens dans les travaux de recherches consultés.

L'ensemencement des souches d'*Escherichia coli se* fait sur de la gélose Hektoen, et le milieu Chapman pour *Staphylococcus aureus*. (Boudraa, 2011). La gélose Hektoen est un milieu sélectif permettant l'isolement et la différenciation des entérobactéries pathogènes, utilisée dans les analyses d'hygiène alimentaire et analyses médicales (Dolarras, 2007). Le milieu Chapman est un milieu de culture destiné à l'isolement et à la différenciation des staphylocoques à partir de prélèvement biologique en bactériologie médicale, la croissance sur ce milieu permet d'étudier la fermentation du mannitol par virage de l'indicateur coloré (Dolarras, 2007).

L'identification des germes repose sur l'observation de l'aspect macroscopique des colonies obtenues à partir des différents milieux d'isolement (la taille, la forme, la couleur, la consistance, l'opacité, l'allure du contour) (Tabak et *al.*, 2012).

• *Escherichia coli* donne des colonies saumonées, arrondies, lisses, bombées, à bords réguliers, très solubles dans le liquide, mesurant de 2 à 3 mm de diamètre sur Hektoen (Clave, 2012). La figure 14 montre l'aspect d'*E.coli* sur Hektoen ;



**Figure 14 :** Aspect macroscopique d'*E.coli* sur gélose sur Hektoen. (Bensalem et *al.*,2022)

• *Staphylococcus aureus* (Figure 15) donne des colonies petites, lisses, légèrement bombées à contours réguliers, souvent pigmentées et entourées d'une auréole jaune sur Chapman ; la plupart des souches de *S.aureus* fermentent le mannitol et font virer le milieu du rouge au jaune orangé (Tabak et *al.*, 2012).



**Figure 15 :** Aspect macroscopique de *S.aureus* sur Chapman.(Photo prise pendant un stage pratique)

L'activité antibactérienne vise à déterminer la capacité des différents extraits à inhiber la croissance des souches bactériennes par la méthode de diffusion sur milieu solide (méthode des disques). Son principe repose sur la mesure du diamètre de la zone d'inhibition de la croissance bactérienne autour d'une source d'antibiotique déposée à la surface de la gélose (Atefeibu, 2002).

### **3.1.2. Résultats et Discussion**

L'activité antibactérienne se détermine en mesurant à l'aide d'une règle le diamètre (en millimètre) de la zone d'inhibition autour de chaque disque (Nath et *al.*, 2008). Selon Ponce et *al.* (2003), les diamètres correspondants à la sensibilité ou la résistance des souches vis-à-vis de l'extrait testé se présentent comme suit :

- **Non sensible (-) ou résistante** : diamètre < 8 mm.
- **Modérément sensible (+)** : diamètre compris entre 9 et 14 mm.
- **Très sensible (++)** : diamètre compris entre 15 et 19 mm.
- **Extrêmement sensible** : diamètre > 20 mm.

La CMI est la plus faible concentration d'antibiotique inhibant toute croissance visible après un temps d'incubation de 18 à 24 heures. (Kablan et *al.*, 2008).

Le terme synergie est dérivé du grec syn-ergos, « travailler ensemble ». Les synergies ont été décrites dans de nombreux contextes et situations de la vie, y compris la mécanique, les systèmes techniques, la vie sociale humaine et bien d'autres. Dans tous les cas, la synergie décrit le fait qu'un système, c'est-à-dire la combinaison et l'interaction de deux ou plusieurs agents ou forces, produit un effet supérieur à la somme de leurs effets individuels.

Cette définition implique qu'il existe trois manières possibles qui peuvent résulter d'une telle « interaction d'agents ou de forces » : ces forces pourraient simplement s'additionner, sans s'influencer mutuellement (pas d'interaction), leur combinaison pourrait produire un résultat plus important que prévu (synergie), ou la combinaison pourrait conduire à un résultat inférieur à la somme des effets individuels (antagonisme) (Hans, 2012). Pour lutter contre la résistance des bactéries aux antibiotiques une combinaison des composés actifs issus des extraits de plantes avec les antibiotiques a été faite. Ces associations sont caractérisées par quatre types d'interactions.

- **Indifférence** : l'activité n'est pas affectée par la présence de l'autre.
- **Addition** : l'effet de l'association est égal à la somme des effets de chacun étudié séparément à la même concentration que dans l'association.
- Synergie** : l'effet de l'association est significativement supérieur à la somme des activités de chacun étudié séparément à la même concentration. La traduction arithmétique est :  $1 + 1 > 2$
- Antagonisme** : l'association diminue l'effet de l'un des deux. L'activité de cette association est inférieure à la somme des effets de chacun étudié isolément à la même concentration. De façon arithmétique :  $1 + 1 < 2$  (Denes et Hidri, 2009).

Ce test consiste à rechercher une augmentation de la zone d'inhibition entre l'extrait et l'ATB qui sont placés côte à côte sur la gélose Mueller Hinton et seront comparés à une autre boîte portant l'ATB et l'extrait de plante étudié séparément à la même concentration.

Pour déterminer l'effet antibactérien de l'extrait végétal préalablement préparé, une étude *in vitro* par la méthode de diffusion sur le milieu MH a été effectuée dans les travaux consultés.

Dans les travaux de Lami (2013) ; l'extrait méthanolique obtenu à partir des feuilles de l'oléastre est testé sur quatre souches bactériennes à savoir : *E. coli* ATCC 25929 ; *E. coli* ATCC 10536 ; *S. aureus* ATCC 25923 et *S. aureus* ATCC 6538/p. Les résultats obtenus au cours de cette recherche montrent que seuls les staphes sont réactifs à l'extrait de feuilles de l'oléastre, alors que les deux souches d'*E. coli* testées n'ont présenté aucune sensibilité vis-à-vis l'extrait méthanolique. Ce même extrait est considéré comme non inhibiteur ou légèrement inhibiteur vis-à-vis de la souche *S. aureus* ATCC 25923 ayant un diamètre égal à  $10,5 \pm 0,5$  mm. De ce fait, la souche *S. aureus* ATCC 25923 est considérée comme une souche modérément sensible à cet extrait.

La souche *S. aureus* ATCC 6538/p est considérée très sensible à cet extrait présentant un diamètre de  $16,5 \pm 0,5$  mm.

La résistance des bactéries à gram négatif (-) aux agents antimicrobiens hydrophobes est en relation avec la structure de leur membranes externes composées de lipopolysaccharides qui forment une barrière imperméable et favorisent la résistance à ces agents (Yakhlef et al., 2011).

Les résultats reportés par Addi et al. (2023) ; confirment la sensibilité de la souche *S. aureus* (ATCC 25923) vis-à-vis de l'extrait pur des racines de l'olivier en présentant une

bonne activité antimicrobienne avec un diamètre moyen de 15mm, et la résistance d'*E.coli* à cet extrait. Laribi (2015) a effectué une étude sur l'activité antibactérienne de l'huile d'olives en utilisant onze variétés algériennes contre ces deux souches, qui a donné comme résultats une activité antibactérienne particulièrement intéressante contre *Staphylococcus aureus* avec des diamètres de zones d'inhibition les plus élevés et des CMI et CMB les plus faibles qui varient entre 0,6 mg/l et 0,8 mg/l respectivement. Les résultats de ce travail mettent en évidence que l'huile d'olive vierge algérienne est une source de composés phénoliques dotée d'une forte activité antibactérienne.

La sensibilité des souches aux composés phénoliques des huiles est aussi confirmée par (Karaosmanoglu et al., 2010) qui démontre que ces derniers ont des propriétés antibactériennes en dénaturant les protéines et en inactivant les enzymes, vu qu'ils ont une capacité d'inhiber ou de retarder la croissance d'une gamme de bactéries. Selon les travaux de Bergsson et al. (2002) les bactéries Gram positif sont particulièrement sensibles aux activités antibactériennes des composés phénoliques par rapport aux bactéries Gram négatif.

Ceci a été confirmé par Medina et al. (2006), ils ont révélé que les huiles d'olive extra vierge de deux variétés Espagnoles (Picual et Arbequina) semblent avoir un effet bactéricide vis-à-vis de la souche *S. aureus*, pareil pour Djedioui (2018) qui a conclu que l'huile d'olive de la région de Skikda présente une CMI de 10 mg/ml contre la bactérie *E.coli* et de  $0,5.10^{-3}$  mg/ml contre *S.aureus*. Contrairement aux résultats de Nazarro et al. (2019) et Karaosmanoglu et al. (2010), qui ont confirmé que la souche *E. Coli* à Gram négatif est la plus sensible que *S.aureus* à Gram positif. La différence de l'activité antibactérienne observée entre ces deux souches choisies pourrait s'expliquer dans la présence d'une bicouche lipidique chez les Gram négatif, de sorte que les composés phénoliques aient des difficultés à la dénaturer (Bergsson et al., 2002).

Les résultats obtenus dans une autre étude menée par Otmani & Slimani (2019), ont montré une activité antibactérienne notable des extraits foliaires éthanoliques de l'olivier, en particulier contre *Staphylococcus aureus*, avec des CMI de 2176,2 µg/ml.

D'après l'échelle proposée par Aime et al. (2015), il est admis qu'une activité antibactérienne est considérée comme :

- **Significative** : CMI < 100 µg/ml,
- **Modérée** : 100 µg/ml < CMI < 625 µg/ml.
- **Faible** : CMI > 625 µg/ml.

En se basant sur cet échelle, l'activité antibactérienne des extraits foliaires éthanoliques d'*Olea europaea* est donc considérée comme faible.

Cette activité limitée pourrait être due à la méthode ainsi qu'au solvant d'extraction utilisé.

Selon Smaili et Mimoun (2022), une étude est menée pour la détermination de l'effet synergique de certains extraits végétaux avec des antibiotiques. Ils établissent que l'association extrait éthanolique pur de feuilles d'olives et la Bacitracine s'est révélé synergique vis-à-vis de *S. aureus* avec un diamètre de 26 mm. Par contre pour *E. coli*, l'interaction n'a aucun effet (indifférence) avec l'antibiotique.

### **3.2. Conclusion**

Les résultats présentés dans ce chapitre confirment le potentiel antibactérien notable des extraits de l'olivier sauvage, particulièrement ceux obtenus à partir des feuilles, riches en composés phénoliques. L'activité observée contre plusieurs souches pathogènes suggère que cette plante pourrait constituer une source prometteuse de molécules naturelles à visée antimicrobienne.

## Conclusion générale

---

### Conclusion Générale

L'ensemble des travaux consultés met en évidence le potentiel antibactérien des extraits bruts issus de différentes parties de l'oléastre (*Olea europaea* subsp. *oleaster*), notamment les feuilles, les racines et les fruits. Les expérimentations menées in vitro, principalement par la méthode de diffusion sur gélose, montrent une activité antibactérienne variable selon le type d'extrait, la méthode d'extraction utilisée, ainsi que la nature et la sensibilité des souches bactériennes testées.

Les bactéries Gram positives, en particulier *Staphylococcus aureus*, apparaissent plus sensibles aux composés phénoliques, extraits de l'olivier que les bactéries Gram négatives comme *Escherichia coli*. Cette différence de sensibilité est souvent attribuée à la structure de la membrane externe des Gram négatifs, riche en lipopolysaccharides, qui constitue une barrière efficace contre les agents antimicrobiens hydrophobes.

Les études rapportent des activités allant de faibles à modérées, avec quelques cas d'activités significatives, notamment pour certains extraits méthanoliques ou éthanoliques. Toutefois, l'efficacité des extraits reste souvent inférieure à celle des antibiotiques conventionnels, ce qui justifie la recherche de stratégies combinées.

En ce sens, plusieurs travaux montrent qu'il est possible d'obtenir un effet synergique lorsqu'on associe certains extraits végétaux aux antibiotiques, en particulier contre *S. aureus*, avec une nette augmentation des diamètres des zones d'inhibition. Ces synergies représentent une voie prometteuse pour contourner la résistance bactérienne, notamment dans un contexte de montée alarmante de l'antibiorésistance.

En conclusion, bien que les extraits d'*Olea europaea* ne puissent pas encore se substituer totalement aux traitements antibiotiques, leur potentiel comme agents antimicrobiens naturels complémentaires est réel, et mérite d'être approfondi par des recherches plus poussées, incluant la purification des composés actifs, des tests in vivo et l'évaluation de leur toxicité.

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques

- **Addi, L. F., Belhocine, A. & Graine, A. (2023).** *Analyse quantitative et évaluation des activités antioxydantes, antibactériennes et antibiofilms des extraits de racines de l'olivier de Laperrine (Olea europaea subsp. laperrinei (Batt. et Trab.) Cifferi) sur deux souches bactériennes*. Master en Biotechnologie Microbienne. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie. pp 40-44.
- **Aiche-Iratni G., Moualek I., Mestar-Guechaoui N., Mezaache-Aichour S., Zerroug M.M. et Houali K. (2015).** *In vitro evaluation of biological activities of Pistacia lentiscus aqueous extract*. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 7(11): 133-139.
- **Aime G., Fankam S., Jules R., Vitor K. (2015).** *Antibacterial and antibiotic resistance modifying activity of the extracts from allanblackia gabonensis, combretum molle and gladiolus quartinianus against Gram negative bacteria including multidrug resistant phenotypes*. Complementary and Alternative Medicine. 15 (206).
- **Aït Youssef, M. (2006).** *Étude lexicologique des termes désignant l'olivier sauvage en berbère et en arabe au Maroc et en Algérie*. Journal des études berbères, 37(2), 123–135.
- **Aït Youssef, M. (2006).** *Plantes médicinales de Kabylie*. Paris : Ibis Press.
- **Aliabadi, M. A., Darsanaki, R. K., Rokhi, M. L., Nourbakhsh, M., & Raeisi, G. (2012).** *Antimicrobial activity of olive leaf aqueous extract*. Annals of Biological Research, 3(8), 4189–4191.
- **Al-Rimawi, F., Sbeih, M., Amayreh, M., Rahhal, B., & Mudalal, S. (2024).** *Evaluation of the antibacterial and antifungal properties of oleuropein, Olea europaea leaf extract, and Thymus vulgaris oil*. Saudi Pharmaceutical Journal, 32(5), 102014.
- **Amelia, V., Aversano, R., Chiaiese, P., & Carputo, D. (2018).** *The antioxidant properties of plant flavonoids: their exploitation by molecular plant breeding*. Phytochemistry Reviews, 17(3), 611–625.

## Références Bibliographiques

---

- **Atfeibu E. S. I., (2002).** *Contribution à l'étude des tanins et de l'activité antibactérienne d'Accacia nilotica Var adansoni.* Tees doctorat en pharmacie. Univercité de Dacar. 37 P.
- **Azizollahi Aliabadi, M., Kazemi Darsanaki, R., Laleh Rokhi, M., Nourbakhsh, M., & Raeisi, G. (2012).** *Antimicrobial activity of olive leaf aqueous extract.* Annals of Biological Research, 3(8), 4189–4191.
- **Bendermane E., Djouab L. (2016).** *Screening phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne des extraits bruts des feuilles de l'olivier de Laperrine europea subp. Laperrinei Batt et Trab sur neuf souches bactériennes.* Master en Biochimie Appliquée.
- **Bergey D. H., Holt J. G., Krieg N. R. and Peter H.A. (1994).** *Sneath, Bergey's manual of determinative bacteriology,* Lippincott Williams & Wilkins (ISBN 0-683-00603-7).
- **Bergsson G., Steingrímsson O., and Thormar H. (2002).** *Bactericidal effects of fatty acids and monoglycerides on helicobacter pylori.* International journal of antimicrobial agents, 20(4): 258–262.
- **Berkal D., Guedoul T. N., Rouane Amghar K. (2022).** *Analyse quantitative et évaluation des activités antioxydantes d'extrait de graines et Evaluation des activités antitibacterienne et antibiofilms des extraits bruts de feuilles l'olivier de Laperrine Olea europaea subsp.laperrinei (Batt. et Trab.) Cifferi sur deux souches bactériennes.* Master en Microbiologie Appliquée. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algerie.71 p.
- **Berville, A. (2012).** *Reproduction et multiplication de l'olivier : greffage et sélection variétale.* Oléiculture, 28(1), 45–52.
- **Besnard, G., & Baali-Cherif, D. (2009).** *Coexistence of diploids and triploids in a Saharan relict olive: Evidence from nuclear microsatellite and flow cytometry analyses.* Comptes Rendus Biologies, 332(12), 1115–1120.
- **Besnard, G., & Bervillé, A. (2000).** *Multiple origins for Mediterranean olive (Olea europaea L.) based upon mitochondrial DNA polymorphisms.* C. R. Acad. Sci. III, 323(2), 173–181.
- **Besnard, G., & De Casas, R. R. (2016).** *Phylogenomics of the olive tree (Olea europaea) reveals the relative contribution of ancient allo- and autopolyploidization events.* BMC Biology, 14, 1–16.

## Références Bibliographiques

---

- **Besnard, G., Rubio de Casas, R., & Vargas, P. (2009).** *Phylogénétique de Olea (Oleaceae) basée sur les séquences d'ADN plastidien et nucléaire ribosomal : changements climatiques tertiaires et datation des divergences des lignées.* *Annals of Botany*, 104(1), 143–160.
- **Bisignano, G., Tomaino, A., Lo Cascio, R., Crisafi, G., Uccella, N., & Saija, A. (1999).** *On the in-vitro antimicrobial activity of oleuropein and hydroxytyrosol.* *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 51(8), 971–974.
- **Bisignano, G., Tomaino, A., Lo Cascio, R., Crisafi, G., Uccella, N., & Saija, A. (1999).** *On the in-vitro antimicrobial activity of oleuropein and hydroxytyrosol.* *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 51(8), 971–974.
- **Bitonti, M. B., Cozza, R., Chiappetta, A., Contento, A., Minelli, S., Ceccarelli, M., Gelati, M. T., Maggini, F., & Baldoni, L. (1999).** *Amount and organization of the heterochromatin in Olea europaea and related species.* *Heredity*, 83(2), 188–195.
- **Boubekri, C. (2014).** *Étude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de Solanum melongena par des techniques électrochimiques.* Université Mohamed Khider – Biskra .
- **Boucher, M., Gros-Balthazard, M., Besnard, G., & Baali-Cherif, D. (2011).** *Caractéristiques florales de l'oléastre (Olea europaea var. sylvestris) : étude des grappes axillaires.* *Revue Botanique Méditerranéenne*, 34(2), 123–130.
- **Boudhrioua, N., Bahloul, N., Kouhila, M. et Nabil, K. (2008).** *Sorptions isotherms and isosterichats of sorption of olive leaves (Chemlali variety). Experimental and mathematical investigations.* *Food and Bioproducts Processing* .86, pp: 167-175.
- **Boudhrioua, N., Bahloul, N., Ben Slimen, I., & Kechaou, N. (2009).** *Etude et valorisation des feuilles d'olivier dans l'industrie agro-alimentaire.*
- **Boudraa W., Bengati S., et Djamaa F. (2011).** *Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau des de la veille d'Annaba. Mémoire pour l'obtention du diplôme de master en microbiologie de l'environnement.* Université de Guelma.
- **Boudribila, A. (2004).** *Les noms vernaculaires de l'olivier et de l'oléastre en Kabylie et dans le Haut Atlas au Maroc.* *Revue d'ethnobotanique*, 12(1), 45–58.
- **Boukef, N. (1986).** *L'oléastre et ses propriétés thérapeutiques.* *Revue de Phytothérapie*, 14(3), 58-62.
- **Boussadia D., Djenoune S. (2017).** *Evaluation de l'activité antibactérienne des extraits bruts des feuilles de l'olivier de Laperrine (Olea europaea laperrinei) et de l'oléastre (Olea europaea sylvestris) sur cinq souches bactérienne et l'étude de*

## Références Bibliographiques

---

*l'association extrait brut-antibiotique*. Master en Microbiologie Appliquée. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie. 86p.

- **Bouyahya, A., Bakri, Y., Et-Touys, A., Talbaoui, A., Khouchlaa, A., Charfi, S., Abrini, J., & Dakka, N. (2017).** *Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries. Phytothérapie*, 16(Suppl 1), 173–183.
- **Breidenstein, E. B. M., de la Fuente-Núñez, C., & Hancock, R. E. W. (2011).** *Pseudomonas aeruginosa: all roads lead to resistance. Trends in Microbiology*, 19(8), 419–426.
- **Breton, C., Terral, J.-F., Pinatel, C., Médail, F., Bonhomme, F., & Bervillé, A. (2012).** *L'olivier sauvage (Olea europaea var. sylvestris) le long des côtes méditerranéennes : étude de sa présence et de sa distribution. Comptes Rendus Biologies*, 335(5), 289–298.
- **Brito, M. A., Oliveira, M. M., & Silva, M. (2008).** *Polyploidy in the olive complex (Olea europaea): Evidence from flow cytometry and nuclear microsatellite analyses. Annals of Botany*, 102(4), 493–501.
- **Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (3e éd.)*. Paris : Éditions Tec & Doc.
- **Carrión, J. S., & Dupré, M. (1996).** *Olea europaea L. in the North Mediterranean Basin during the Pleniglacial and the Early–Middle Holocene. Quaternary Science Reviews*, 29, 952–968.
- **Casas-Sanchez, M., Rivas, A., & Martín, M. (2007).** *Olive leaf extract modulates quorum sensing genes and biofilm formation in multi-drug resistant Pseudomonas aeruginosa. Antibiotics*, 9(9), 526.
- **Catteau, J., Zhu, Y., Van Bambeke, F., & Quetin-Leclercq, J. (2018).** *Les antibiotiques : mécanismes d'action et résistances, Medecine Sciences*, 34(12), 1076–1083.
- **Caturla, N., Vera-Samper, E., Villalaín, J., Mateo, C. R., & Micol, V. (2005).** *The relationship between the antioxidant and the antibacterial properties of galloylated catechins and the structure of phospholipid model membranes. Free Radical Biology and Medicine*, 34(5), 648–662.
- **Chatterjee, S., Chatterjee, S., & Chattopadhyay, R. (2004).** *Antibacterial activity of tannins from Terminalia chebula. Phytomedicine*, 11(5), 444–448.
- **Clave D. (2012).** *Escherichia coli. Fiche technique bactériologie*. Centre Toulousain pour le Contrôle de qualité en Biologie clinique. P : 2

## Références Bibliographiques

---

- **Clotide C. (1 décembre 2015).** *Impact des antibiotiques sur l'histoire naturelle de la colonisation nasale par staphylococcus aureus.* Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie.
- **Cohen, N., & Karib, H. (2006).** *Risque hygiénique lié à la présence des Escherichia coli dans les viandes et les produits carnés : Un réel problème de santé publique ?* Les technologies de laboratoire, 1(1)
- **Cory, H., Passos, C. P., Cardoso, S. M., Domingues, M. R. M., & Rocha, S. M. (2018).** *Identification of Predominant Phytochemical Compounds and Cytotoxic Activity of Wild Olive Leaves (Olea europaea L. ssp. sylvestris) Harvested in South Portugal.* Chemistry & Biodiversity, 14(3), e1600331.
- **Daddi Samia Oubekka (30 janvier 2012).** *Dynamique réactionnelle d'antibiotiques au sein des biofilms de Staphylococcus aureus apport de la microscopie de fluorescence multimodale.* Thèse de doctorat, Université Paris Sud XI.
- **Denes, É. et Hidri, N. (2009).** *Synergie et antagonisme en antibiothérapie.* Antibiotiques, 11, 106-115.
- **Djedioui A. (2019).** *Caractérisation d'une huile d'olive vierge algérienne d'une variété cultivée dans la région de Skikda.* Thèse doctorat. Université Annaba, 48.
- **Dolarras C. (2007).** *Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire.* Ed. Tec & Doc, Paris, 289, 476.
- **Dzidic, S., Susković, J., & Kos, B. (2008).** *Mécanismes de résistance aux antibiotiques : une revue.* Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 61(4), 747–757.
- **Erbay, Z., & Icier, F. (2009).** Optimization of hot air drying of olive leaves using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 91(4), 533–541
- **Garcia-Gomez A., Roig A., Bernal M. (2003).** *Composting of the solid fraction of olive mill wastewater with olive leaves: organic matter degradation and biological activity.* Bioresource Technology, 86, pp : 59-64.
- **Gianguzzi, L., & Bazan, G. (2019).** *La présence constante et répandue d'Olea europaea var. sylvestris dans la région méditerranéenne : rôle dynamique dans les communautés forestières d'oléastre.* Plant Sociology, 56(2), 3–34.
- **Gianguzzi, L., & Bazan, G. (2019).** *Les forêts matures d'oléastre (Olea europaea var. sylvestris) dans le bassin méditerranéen : étude phytosociologique et répartition géographique.* Vegetatio Mediterranea, 41(2), 123–135.
- **Gianguzzi, L., & Bazan, G. (2020).** *A phytosociological analysis of the Olea europaea L. var. sylvestris (Mill.) Lehr. forests in Sicily.* AGRIS – International System for Agricultural Science and Technology.

## Références Bibliographiques

---

- **Gimeno, E., Castellote, A. I., Lamuela-Raventós, R. M., de la Torre, M. C., & López-Sabater, M. C. (2002).** *Effect of olive oil on human health: Nutritional properties, antioxidants, and disease prevention.* *Food Chemistry*, 81(1), 37-47.
- **Golvan, Y. J. (1969).** *Les bactéries pathogènes.* Masson.
- **Goodyer, D. (1959).** *Herbal medicine and its uses.* London: Harper & Row.
- **Green, P. S. (2002).** A revision of *Olea L.* *Kew Bulletin*, 57(1), 91–140.
- **Guardabassi, L., & Courvalin, P. (2006).** *Modes d'action antimicrobiens et mécanismes de résistance bactérienne : résistance antimicrobienne chez les bactéries d'origine animale.* In F. M. Aarestrup (Éd.), *Antimicrobial Resistance in Bacteria of Animal Origin* (pp. 1–18). ASM Press.
- **Guignard, J. (1996).** *Les tanins : classification, structure et propriétés.* In *Les tanins dans les plantes médicinales* (pp. 45–67). Éditions Tec & Doc.
- **Guillaurne V. (26 septembre 2014).** *Diversité génétique des isolats de Staphylococcus aureus producteurs de toxines de Panton-Valentine isolé au C.H.U de Toulouse.* Thèse de Doctorat Université Toulouse Iii – Paul Sabatier.
- **Hamoud, G. & Hamidchi, L. (2022).** *Évaluation de l'activité anti-biofilm et antibactérienne des extraits des feuilles d'olivier et des gousses d'ail* (Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique, Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité), pp. 59–60.
- **Hans-Georg, B. (2012).** *Drug Synergy-Mechanisms and Methods of Analysis, Toxicity and Drug Testing*, Prof. Bill Acree (Ed.), ISBN: 978-953-51-0004-1.
- **Hoerr, V., Zbytnuik, L., Leger, C., Tam, P. C., Kubes, P., & Vogel, H. J. (2016).** *Les antibiotiques : mécanismes d'action et résistances.*
- **Iwashina, T. (2015).** *Contribution to flower colors of flavonoids including anthocyanins: a review.* *Natural Product Communications*, 10(3), 529–544.
- **Juvillier, J., Drouhet, E., & Bouvet, A. (1972).** *Microbiologie générale.* Masson.
- **Kablan B. J., Adiko M. et Abrogoual D. P., (2008).** *Evaluation in vitro de l'activité antimicrobienne de Kalanchoe crenata et de Manotes longiflora utilisées dans les ophtalmies en Cote d'Ivoire.* Springer, Phytothérapie 6: 2823 288.
- **Kaniewski, D., Van Campo, E., Boiy, T., Terral, J.-F., Khadari, B., & Besnard, G. (2012).** *Primary domestication and early uses of the emblematic olive tree: Palaeobotanical, historical and molecular evidence from the Middle East.* *Biological Reviews*, 87(4), 885–899.

## Références Bibliographiques

---

- **Karaosmanoglu H., Soyer F., Ozen B., Tokatli F. (2010)** - Antimicrobial and antioxidant activities of Turkish extra virgin olive oils. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58: 8238–8245.
- **Karmali, M. A., Mascarenhas, M., Shen, S., Ziebell, K., Johnson, S., Reid-Smith, R., ... & Kaper, J. B. (2003)**. Association of genomic O island 122 of *Escherichia coli* EDL 933 with verocytotoxin-producing *Escherichia coli* seropathotypes that are linked to epidemic and/or serious disease. *Journal of clinical microbiology*, 41(11), 4930-4940.
- **Khoumeri, M. (2009)**. *L'oléiculture en Algérie : état des lieux et perspectives*. Thèse de magister, Université de Sétif.
- **King, L. A., Loukiadis, E., Mariani-Kurkdjian, P., Haeghebaert, S., Weill, F. X., Baliere, C., ... & Callon, H. (2014)**. Foodborne transmission of sorbitol-fermenting *Escherichia coli* O157:[H7] via groundbeef: an outbreak in northern France, 2011. *Clinical Microbiology and Infection*, 20(12), O1136-O1144.
- **Korichene Kenza, S., & Saada Soraya, A. (2021)**. *Étude phytochimique d'un extrait éthanolique racinaire de l'espèce Olea europaea subsp. sylvestris dans la région de Tizi-Ouzou (cas de Tizi Rached)*. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- **Kumar, S., Kashyap, P., & Chowdhury, S. (2019)**. *Antibiotiques : classification, mécanismes d'action et résistances*.
- **Lami, N. (2013)**. *Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits phénoliques des feuilles et des fruits d'Olea europaea oleaster* (Mémoire de Master en Sciences de la Nature et de la Vie, Option : Biotechnologie des Plantes Aromatiques et Médicinales et des Produits Naturels). Université Saad Dahleb de Blida , pp. 37, 39.
- **Laporte, J.-P., Dallet, J.-M., & Chaker, S. (2013)**. *Olivier (La culture de l'olivier, de l'Antiquité à la Kabylie contemporaine)*. *Encyclopédie berbère*, n°35, p. 5730–5749.
- **Laribi R. (2015)** - Les composés phénoliques de quelques variétés de l'huile d'olive Algérienne : identification et propriétés. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas, Sétif, 81.
- **Le Loir, Y., Baron, F., & Gautier, M. (2003)**. *Staphylococcus aureus* and food poisoning. *Genet Mol Res*, 2(1), 63-76.
- **Leitao, M., Silva, D., & Silva, F. (2005)**. *Antibacterial activity of tannins from Quercus robur and Quercus pyrenaica*. *Journal of Ethnopharmacology*, 97(2), 331–335.

- **Li, X.-Z., & Nikaido, H. (2009).** Efflux-mediated drug resistance in bacteria: an update. *Drugs*, 69(12), 1555–1623.
- **Marcuzzi, G. (1996).** *L'olivier : histoire et culture*. Éditions du Chêne.
- **Médail, F., Quézel, P., Besnard, G., & Khadari, B. (2001).** *Systematics, ecology and phylogeographic significance of Olea europaea L. subsp. maroccana (Greuter & Burdet) P. Vargas et al., a relictual olive tree from South West Morocco. Botanical Journal of the Linnean Society*, 137(3), 249–266.
- **Medina E., De Castro A., Romero C., and Brenes M. (2006)** - Comparison of the Concentrations of Phenolic Compounds in Olive Oils and Other Plant Oils: Correlation with Antimicrobial Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 : 4957–4961.
- **Moreaux, M. (1999).** *L'usage médical de l'huile d'olive à travers l'histoire*. Paris : Editions Médicales.
- **Muzzamal, M., Ahmad, M., Ali, M., & Khan, S. A. (2012).** *Antimicrobial potential of selected medicinal plants. Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(2), 493–497.
- **Nath M., Sulaxna Song X., Eng G. et Kumar A. (2008)** - Synthesis and spectral studies of organotin (IV) 4-amino-3-alkyl-1, 2, 4-triazole-5-tionates: In vitro antimicrobial activity. *Spectrochimica Acta Part A*, 70: 766-774.
- **Ola, I., Boudries, H., Ladjel, S., & Bachir Bey, M. (2017).** Identification of bioactive compounds and determination of total phenolic and flavonoid contents in leaf extracts originated from the Algerian desert *Olea europaea subsp. laperrinei* and *Olea europaea subsp. europaea var. sylvestris* and evaluation of their potential as antioxidants. *Progress in Nutrition*.
- **Otmani, Y. & Slimani, M. (2018).** *Activité antibactérienne et anti-inflammatoire des extraits des feuilles d'olivier (Olea europaea L.) et du lentisque (Pistacia lentiscus L.)*. Master en Biotechnologie et Valorisation des Plantes. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie. pp 37-38.
- **Pagnol, J. (1975).** *L'Olivier*. Aubanel. ISBN : 978-2700600643.
- **Paquereau, J. (2013).** *Comparaison de la qualité des fruits entre l'olivier cultivé et l'oléastre. Journal of Agricultural Sciences*, 45(3), 215–221.
- **Pebret, M. (2003).** *Les bactéries : structures et fonctions*
- **Ponce A. G., Fritz R., del Valle C., & Roura S. I. (2003).** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *LWT - Food Science and Technology*, 36(7), 679–684.

## Références Bibliographiques

---

- **Poole, K. (2004).** *Efflux-mediated antimicrobial resistance.* The Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 54(2), 345–356.
- **Raja, S., Ramya, I., & Priyadharshini, S. D. (2014).** *Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities.* Research Journal of Medicinal Plant, 8(1), 52–65.
- **Rocha-Pimienta, J. (2020).** *Antimicrobial activity of Olea europaea leaf extract against Escherichia coli and Listeria innocua.* Journal of Medicinal Plants Research, 14(6), 123–129.
- **Rosselló-Móra, R., & Amann, R. I. (2015).** *Past and future species definitions in bacteriology.* Systematic and Applied Microbiology, 38(4), 209–216.
- **Rubio, M., García-Verdugo, C., Balaguer, L., & Vargas, P. (2002).** *La répartition de l'olivier (Olea europaea) autour du bassin méditerranéen : influence de la latitude et de l'altitude.* Journal of Mediterranean Ecology, 3(1), 45–56.
- **Rugini, E., Lavee, S., & Ibacache, A. (2011).** *Olive (Olea europaea L.).* In J. Jain & P.M. Priyadarshan (Eds.), *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species* (Vol. 1, pp. 253–283). New York, NY: Springer.
- **Šamec, D., Karalija, E., Šola, I., Vujčić Bok, V., & Salopek-Sondi, B. (2021).** *Flavonoid biosynthesis and its regulation in plants.* International Journal of Molecular Sciences, 22(6), 3099.
- **Schuster, M., Quézel, P., Médail, F., & Besnard, G. (2006).** *Flux génétiques restreints entre l'Afrique du Nord et l'Afrique tropicale : conséquences pour la divergence de Olea europaea subsp. cuspidata.* Comptes Rendus Biologies, 329(12), 1059–1064.
- **Smaili, I. & Mimoun, L. (2022).** *Évaluation de l'activité antibactérienne de certains extraits végétaux et du miel sur E. coli et S. aureus.* Master en Agroalimentaire et Contrôle de qualité. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie. pp 55-56.
- **Suc, J.-P., Fauquette, S., Guiot, J., Diniz, F., Feddi, N., Zheng, Z., Bessais, E., & Drivaliari, A. (1998).** *Végétation et climat en Méditerranée occidentale au Pliocène basal (5,32–5 Ma) d'après les données polliniques.* Ecologia Mediterranea, 24(1), 89–100.
- **Sudjana, A., Suryani, S., & Suryani, A. (2009).** *Antimicrobial activity of phenolic compounds from olive leaves.* International Journal of Pharmacognosy, 47(3), 215–220.
- **Tabak S., and Bensoltane A. (2012).** *L'activité antagoniste des bactéries lactiques (Streptococcus thermophilus, Bifidobacterium bifidum et Lactobacillus bulgaricus) vis-*

## Références Bibliographiques

---

à-vis de la souche *Helicobacter pylori* responsable des maladies gastroduodénales. *Nature & Technology*, (6), 71.

- **Tahraoui, A., El-Hilaly, J., Israili, Z. H., & Lyoussi, B. (2007).** *Ethnopharmacological survey of medicinal plants used in the treatment of urinary and digestive disorders in Algeria. Journal of Ethnopharmacology*, 112(3), 376-387.
- **Thorene G. (1994).** *Hurmonal immune responses to shiga-like toxins and Escherichia coli* ; p43.
- **Ulanowska, M., Szymanska, G., & Sienkiewicz, M. (2006).** *Antibacterial activity of flavonoids. Acta Poloniae Pharmaceutica*, 63(5), 405–409.
- **Varela, G., Batthyány, L., Bianco, M. N., Pérez, W., Pardo, L., Algorta, G., ... & Schelotto, (2015).** *Enteropathogens associated with acute diarrhea in children from households with high socioeconomic level in Uruguay. International journal of microbiology*, 2015.
- **Veyssière, A. (2019).** *Antibiotiques : mécanismes d'action et résistances.*
- **Wainstein, M., Bortolotti, M., Ghiselli, A., Di Matteo, V., & Nistico, G. (2012).** *Pharmacological Activities of Olea europaea Leaves. Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 3128–3136.
- **Watts, W. A., & Hansen, B. C. S. (1996).** *Holocene vegetation history of the Mediterranean region.* \*In J. B. C. Jackson, A. M. L. MacDonald, & M. A. T. M. J. M. S. M.
- **Yakhlef G., Laroui S., Hambaba L., Aberkane M.C., Ayachi A. (2011).** *Évaluation de l'activité antimicrobienne de Thymus vulgaris et de Laurus nobilis, plantes utilisées en médecine traditionnelle. Phytothérapie* .9, 209-218.
- **Yao, L. H., Jiang, Y. M., Shi, J., Tomas-Barberan, F. A., Datta, N., Singanusong, R., & Chen, S. S. (2004).** *Flavonoids in food and their health effects. Plant Foods for Human Nutrition*, 59(3), 113–122.
- **Zohary, D., & Spiegel-Roy, P. (1975).** *Beginnings of fruit growing in the Old World. Science*, 187(4175), 319–327.
- **Zohary, D., & Spiegel-Roy, P. (1975).** *The origin of the cultivated olive tree. Economic Botany*, 29(4), 99–103.