

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE UNIVERSITE MOULOU D MAMMERRI DE TIZI OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE-MICROBIOLOGIE.



## MEMOIRE

De fin d'études

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

DOMAINE : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE.

FILIERE : BIOTECHNOLOGIE.

SPECIALITE : BIOTECHNOLOGIE VEGETAL ET VALORISATION DES  
PLANTES.

Intitulé :

**Activité antibactérienne et antioxydante de l'extrait  
des feuilles du *Pistacia lentiscus***

Réalisé par :

**ABDELLI Sabrina & RAMI Mélissa**

**Membres de Jury composé de :**

**Président (e)** : Mme BERROUANE. N

Maitre Assistante classe B à l'UMMTO

**Encadreur** : Mr MOUALEK. I

Maitre de Conférence A à l'UMMTO

**Examinatrice** : Mme BENAHMED DJILALI. A

Professeur à l'UMMTO

**Année universitaire :**

**2023/2024**

# *Remerciements :*

Avant tout nous remercions de BON DIEU le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adressent à notre promoteur M<sup>F</sup> MOUALEK. I qui a accepté de nous encadrer, et pour sa grande patience, ses encouragements, son aide et ses conseils judicieux durant la réalisation du présent travail.

Nous remercions les membres de jury Mme BERROUANE. N (La Présidente), Mme BENAHMED DJILALI. A (Examinatrice) d'avoir accepté d'évaluer ce travail, leurs remarques et suggestions ne feront que rehausser la qualité de ce modeste travail.

Nos remerciements vont aussi à nos parents qui ont été derrière nous avec leurs soutien durant notre cursus, ainsi que toute personne qui à contribuée de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace :*

Louange à Dieu le tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attend.

### **A mon très cher père Saïd.**

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne Meticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es. Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi, je t'aime papa.

### **A Ma chère mère Ourida.**

Qui m'a donné la vie qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études.

Qu'ALLAH te protège et donne la santé, le bonheur et longue vie.

### **A mon cher frère Billal.**

Qui a toujours été là pour moi, partageant mes joies et mes peines. Votre présence constante et votre encouragement ont été une source d'inspiration pour moi tout au long de ce parcours. Vous été plus qu'un frère pour moi, vous êtes mon ami, mon soutien et mon héros.

### **A ma chère sœur Romeissa.**

### **A mon binôme Mélissa**

Pour tous les instants inoubliables qu'on a passé ensembles.

### **A mes chères sœurs et copines.**

*Sabrina*

## *Dédicace :*

Louange à Dieu le tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attend.

### **A mon très cher père Mohammed**

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne Meticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es. Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi, je t'aime papa.

### **A Ma chère mère Zahra.**

Qui m'a donné la vie qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études.

Qu'ALLAH te protège et donne la santé, le bonheur et longue vie.

### **A mes chères sœurs et cher frère :**

**Celia, Lina, Rosa, Juba** pour leur grand amour, leur encouragement permanents, et leur soutien moral.

### **A mon binôme Sabrina.**

Pour tous les instants inoubliables qu'on a passé ensembles.

### **A mes chères copines.**

### **A mon ami El Djouzi .M**

*Melissa*

# Sommaire.

Liste des figures.

**Liste des tableaux.**

**Liste des abréviations.**

**Résumé.**

Introduction .....	1
Aperçu sur la plante .....	2
1- Classification taxonomique .....	2
2- Description botanique .....	3
□ Ecorce .....	3
□ Branches .....	3
□ Feuilles.....	4
□ Fleurs .....	4
□ Fruit .....	4
□ Mastique ou résine.....	4
3- Répartition géographique.....	6
4- Usage traditionnel du pistachier lentisque.....	7
5- Usage moderne.....	8
Métabolites secondaires.....	9
1. Définition.....	9
2. Composés phénoliques.....	9
2- 1 Flavonoïdes.....	9
2-2 Tanins.....	10
2-2-2 Tanins condensés.....	10
2-3 Coumarines .....	10
2-4 Anthocyanes.....	10
Activités biologiques du <i>Pistacia lentiscus</i> .....	11

1- Généralité.....	11
1-1 Activité antioxydante .....	11
1-2 Activité anti inflammatoire .....	11
1-3 Activité anti-tumorale .....	12
1-4 Activité antibactériennes.....	12
Matériel et méthodes .....	14
1- Matériel .....	14
1-1 Matériel végétal .....	14
1-2 Souche bactériennes .....	14
2- Méthode .....	15
2-1 Préparation de l'extrait.....	15
2-2 Activité antibactérienne .....	15
2-2-1 Repiquage des souches .....	15
2-2-2 Préparation de l'inoculum .....	15
2-2-3 Ensemencement.....	16
2-2-4 Dépôt des disques .....	16
2-2-5 Lecture des résultats .....	16
3 Détermination des concentrations minimales inhibitrices.....	16
4 Détermination de la teneur en polyphénols totaux .....	17
5 Réduction du molybdène .....	17
1- Détermination de la teneur en polyphénols totaux .....	19
2- Activité antibactérienne .....	20
3- Activité antioxydante totale par réduction du molybdène.....	21
4- Concentrations minimales inhibitrices (CMI).....	22
Conclusion .....	24
Références bibliographiques : .....	1

## Liste des figures.

**Figure 01** : Arbuste de *Pistacia lentiscus*.

**Figure 02** : Feuilles de *Pistacia lentiscus*.

**Figure 03** : Fleurs de *Pistacia lentiscus* (A : fleurs males ; B : fleurs femelles) .

**Figure 04** : Fruits de *Pistacia lentiscus*.

**Figure 05** : Distribution géographique de genre *Pistacia lentiscus*.

**Figure 06** : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

**Figure07**: Capacité de réduction du molybdène par l'extrait et par l'acide ascorbique.

## **Liste des tableaux.**

**Tableau I** : Classification systématique de *Pistacia lentiscus*.

**Tableau II** : Liste des souches bactériennes testées.

**Tableau III** : Résultats des diamètres des zones d'inhibition.

**Tableau IV** : Résultats des CMI vis-à-vis de 05 souches bactériennes.

## Liste des abréviations.

*P.lentiscus* : *Pistacia lentiscus*.

**ERO** : Espèces Réactives de l'Oxygène.

**ADN** : Acide Désoxyribonucléique.

**LSP** : Lipopolysaccharides.

**ATP** : Adénosine Triphosphate.

**LABAB** : Laboratoire de Recherche en Biochimie Analytique et Biotechnologie.

**IC50** : Concentration Inhibitrice Médiane.

**MS** : Matière Sèche.

**CMI** : Concentration Minimales Inhibitrice.

**UV** : Ultra-Violet.

## **Résumé :**

L'étude menée visait à évaluer l'activité antibactérienne et antioxydant de l'extrait de *Pistacia lentiscus*, une plante médicinale courante dans le bassin méditerranéen .l'objectif principal était d'explorer le potentiel de cette plante dans la lutte contre les infections. Des analyses ont été réalisées sur la teneur en polyphenols totaux et l'activité antioxydant de l'extrait. Les résultats obtenus montrent que l'extrait aqueux présent des niveaux de polyphenols élevés et une activité antioxydant modérée. De plus, il démontré une activité antibactérienne significative contre certains bactéries Gram positives. Cette étude mis en lumière le potentiel de *Pistacia lentiscus* en tant que source naturelle d'agents antibactériens et antioxydants, soulignant la nécessité de recherches supplémentaires pour mieux comprendre ses mécanismes d'action et ses applications thérapeutiques potentielles

**Mots clés :** *Pistacia lentiscus*, activité antioxydante, activité antibactérienne.

## **Abstract :**

The study carried out aimed to evaluate the antibacterial and antioxidant activity of the extract of *Pistacia lentiscus*, a medicinal plant common in the Mediterranean basin. The main objective was to explore the potential of this plant in the fight against infections. Analyzes were carried out on the total polyphenol content and the antioxidant activity of the extract. The results obtained show that the aqueous extract presents high levels of polyphenols and moderate antioxidant activity. In addition, it demonstrated significant antibacterial activity against certain Gram-positive bacteria. This study highlights the potential of *Pistacia lentiscus* as a natural source of antibacterial and antioxidant agents, highlighting the need for additional research to better understand its mechanisms of action and potential therapeutic applications.

**Keywords:** *Pistacia lentiscus*, activity antibacterial, activity antioxidant

# **Introduction**

Les plantes médicinales ont été considérées comme une ressource précieuse pour les produits utilisés dans la médecine traditionnelle et alternative. Ces plantes sont largement appréciées pour leur facilité d'utilisation, leur efficacité avérée et leurs nombreux bienfaits sur la santé. Elles offrent ainsi une voie naturelle pour prévenir et traiter diverses affections, en exploitant leurs propriétés curatives.

L'utilisation des plantes médicinales s'inscrit dans le mouvement plus vaste du développement des médecines traditionnelles, en raison de leurs nombreuses propriétés bénéfiques et de leur capacité à produire une grande variété de substances bioactives, notamment des antimicrobiens (Robards, 2004).

Ces plantes occupent une place significative dans l'arsenal thérapeutique de l'humanité, constituant une source potentielle de molécules bioactives telles que les polyphénols, les alcaloïdes, les terpènes, les coumarines, les flavonoïdes, les saponosides, les tanins, les triterpènes et les stéroïdes. Ces composés présentent diverses activités biologiques bénéfiques, notamment anti-inflammatoires, antimicrobiennes, antiseptiques, diurétiques et antioxydantes.

La famille des Anacardiaceae comprend l'espèce *Pistacia lentiscus*, un arbuste fréquemment utilisé dans la médecine traditionnelle par les populations locales. Grâce à ses propriétés diurétiques avérées, la partie aérienne de *P. lentiscus* est couramment employée dans le traitement de l'hypertension artérielle (Bentley et Trimen, 1980). Ses feuilles ont également démontré des effets anti-inflammatoires, antibactériens, antifongiques, antipyrétiques, astringents, protecteurs du foie, expectorants et stimulants. Elles sont utilisées pour traiter d'autres affections comme l'eczéma, les infections buccales, la diarrhée, les lithiases rénales, la jaunisse, les maux de tête, les ulcères, les maux d'estomac, l'asthme et les problèmes respiratoires (Villar et al., 1987).

Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits et des fractions chromatographiques de *Pistacia lentiscus* sur des souches bactériennes d'origine hospitalière, afin d'explorer son potentiel dans la lutte contre les infections nosocomiales.

# Partie I :

Aperçu sur le *Pistacia lentiscus*.

## Aperçue sur la plante :

*Pistacia lentiscus* est l'une des 11 espèces du genre *Pistacia* communément présentes sur les bords de la Méditerranée et dans les régions du Moyen-Orient. C'est un arbuste résineux dont la hauteur moyenne est de 1 m, pouvant atteindre dans certains cas 6 m, considéré comme une espèce thermophile, qui pousse dans les régions chaudes à basse altitude et ensoleillées à moyenne altitude (<1100 m), particulièrement adapté à la sécheresse (Martini, 2003).



**Figure 01** : Arbuste de *Pistacia lentiscus* (Belfadel, 2009).

En Algérie ce genre de pistacia est représenté par quatre espèces en l'occurrence, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera*, *Pistacia atlantica* et *Pistacia lentiscus*.

Il est connu dans différentes régions sous différentes appellations (Midani, 2018) :

- **Kabyle** : Tidekt, Amadagh.
- **Tunisie** : Dherou.
- **Italien** : Lentisco, Sondro, Sondrio.
- **Français** : Arbre au mastique, Pistachier lentisque, Restringe, Lentisque d'Espagne.
- **Anglais** : Mastic, Masticktree.
- **Espagnole** : Lentisco, Charnecacomun .

## **1- Classification taxonomique**

Le pistachier lentisque appartient à la famille des anacardiacees (syn. Pistaciaceae) qui comporte plusieurs genres et espèces (Palacio et *al.*, 2005) .

Le tableau I représente la classification systématique de *Pistacia lentiscus* (Jean-Marc (2014)).

**Tableau I:** Classification systématique de *Pistacia lentiscus* (TISON et Jean-Marc, 2014)

<b>Domaine</b>	Biota
<b>Règne</b>	plantae
<b>Sous règne</b>	Viridaeplantae
<b>Embranchement</b>	Spermaphytes
<b>Sous embranchement</b>	angiospermes
<b>Classe</b>	Equistopsida
<b>Sous classe</b>	Magnoliidae
<b>Superordre</b>	Rosanae
<b>Ordre</b>	sapindales
<b>Famille</b>	Anacardiaceae
<b>Sous famille</b>	Anacardioideae, Pistaciaceae
<b>Genre</b>	<i>Pistacia</i>
<b>Espèce</b>	<i>Pistacia lentiscus</i>

## 2- Description botanique

Le *Pistacia lentiscus* est un arbuste dioïque thermophile de 1 à 6 mètres, avec une forte odeur résineuse et une écorce lisse et grise. Ses feuilles sont persistantes, composées, alternes, avec un pétiole ailé, et sont paripennées avec 4-10 petites folioles elliptiques-obtuses, coriaces, brillantes en dessus, mates et pâles en dessous (Boukeloua, 2009). D'après More et White (2005), *Pistacia lentiscus* est caractérisé par :

- **Ecorce** : Rougeâtre sur les jeunes branches et se transforme en gris au fil du temps. Lorsque l'on l'incise, la plante dégage une résine irritante non colorée avec une forte odeur.
- **Branches** : Tortueuses et pressées, forment une masse serrée.

- **Feuilles** : Persistantes, composées, à pair de folioles (4 à 10) d'un vert sombre, elliptiques, obtuse, brillantes en dessus, glabres, coriaces, avec le pétiole bordé d'une aile verte.
- **Fleurs** : Le temps de floraison est d'avril à juin. Toutes les fleurs sont très petites, larges de 2-3 mm, vertes ou rougeâtres, denses, unisexuées, disposées en épis cylindriques courts, serrés, latéraux à l'aisselle des feuilles.
  - **La fleur femelle** à un calice comportant 3 ou 4 lobes et un 1 ovaire de 3 carpelles concrescents et 3 stigmates arqués en dehors.
  - **La fleur mâle** à un calice comportant 5 sépales au fond duquel sont insérées 5 étamines, à filets courts soudés à la base et anthères rouges, tétragones.
- **Fruit** : Les fruits de l'arbre *Pistacia lentiscus* se présentent sous la forme de drupes comestibles et arrondies de 5 mm. Ils sont globuleux et contiennent une seule graine, qui se distingue par un goût et une odeur aromatiques. Au début, ces fruits sont rouges, puis deviennent noirs à la maturité (Ait Youssef, 2006).
- **Mastique ou résine** : le mastic comme une substance résineuse de couleur jaune claire (transparente) obtenue par l'incision répétée des tiges, qui dégage une forte odeur balsamique qui se durcit au contact de l'air. On le nomme également gomme-mastic, d'où son nom commun d'arbre à mastic. La production est généralement d'environ 4 à 5 kilos par **arbuste** (Castola et *al.*, 2000a; Duru et *al.*, 2003).



**Figure 02** : feuilles de *Pistacia lentiscus* L (Boukeloua, 2009)



**Figure 03** : Fleurs de *Pistacia lentiscus* L (A : fleurs males ; B : fleurs femelles)  
(Benmehdi, 2012).

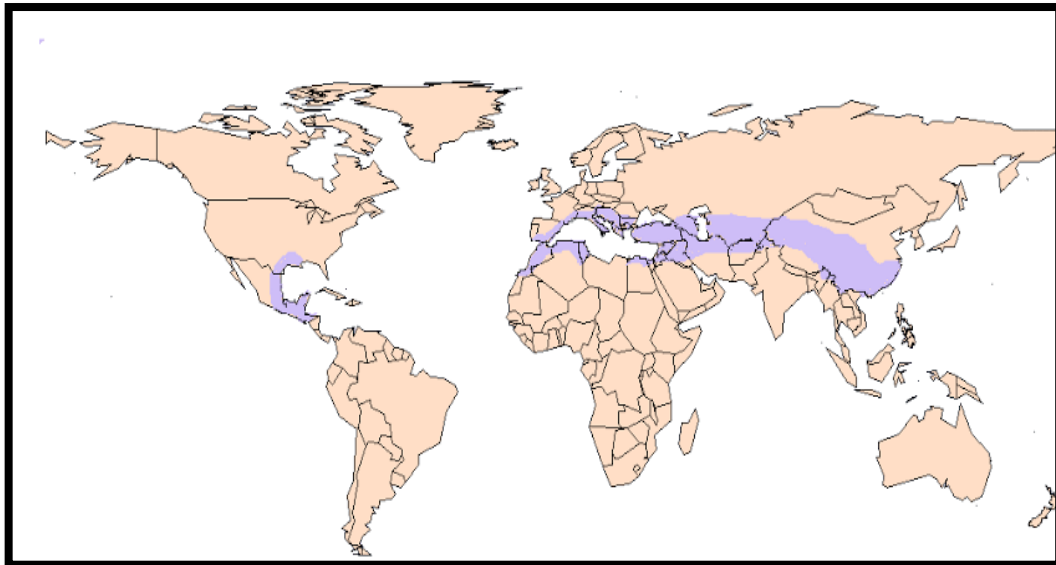


**Figure 04** fruits de *Pistacia lentiscus* L (Benmehdi, 2012).

### 3- Répartition géographique

*Pistacia lentiscus* est un arbrisseau communément présent dans les régions arides de l'Asie, de la région méditerranéenne de l'Europe et de l'Afrique, allant jusqu'aux canaries (Belfadel, 2009). Elle est largement présente dans les habitats extrêmes du bassin méditerranéen, en particulier dans les zones ensoleillées à base altitude. (Palacio et al., 2005; Abdelwahed et al., 2007; Bhourri et al., 2010).

La plante pousse à l'état sauvage dans les champs et sur les sols secs. Elle peut être trouvé dans tous les types de sols, y compris dans les régions subhumides et semi-arides de l'Algérie, en particulier dans le bassin du Soummam, en compagnie du pin d'Alep, du chêne vert et du chêne liège. (Belfadel, 2009).



**Figure 05:** Distribution géographique de genre Pistacia (Belfadel, 2009).

#### 4- Usage traditionnel du pistachier lentisque

Le pistachier lentisque est largement utilisé dans divers domaines :

La racine est utilisée sous forme de décocté, qui est recommandé pour traiter l'asthme alors que les feuilles sont utilisées pour soigner les problèmes gastro-intestinaux. Elle est également utilisée en bain de bouche pour soigner les algies dentaires et les gingivites, comme cicatrisant et comme antirhumatismal. Les feuilles ont des effets diurétiques et emménagogues. Elles sont également utilisées pour teindre la laine des tapis et pour tanner les peaux (Boullard, 2001).

Les fruits comestibles fournissent une huile claire pouvant servir à l'éclairage (Rameau et *al.*, 2008) et servant de liniment en cas de douleurs dorsales (Boullard, 2001). Ils sont consommés pour apaiser le pyrosis (Ait Youcef, 2006).

Le bois dur est utilisé dans la menuiserie ou l'ébénisterie. Le bois blanc, jaune ou rosé est un excellent bois de chauffage et est également utilisé pour fabriquer des cure-dents (Rameau et *al.*, 2008), les cendres du bois sont également utilisées comme savon. (Ait Youcef, 2006).

La résine appelée « mastic » est extraite de l'arbre lentisque par incision de son tronc et de ses branches. Elle est appréciée pour ses propriétés calmantes, astringentes, carminatives, diurétiques et toniques (Boullard, 2001). Avant la découverte de ses propriétés bactéricides et bactériostatiques (Bardeau, 2009), elle était utilisée comme

chewing-gum pour rafraîchir l'haleine, renforcer les gencives et favoriser un bien-être digestif. Elle était également employée dans la préparation des ciments utilisés en art dentaire et dans la confection de certains vernis. En Orient, elle était brûlée comme encens (Brosse, 2005) et en Égypte, elle était utilisée pour embaumer les morts (Iserin, 2001).

## **5- Usage moderne**

- **Alimentation** : Le lentisque produit une résine oléorésineuse appelée mastic (gomme), qui est utilisée dans les traditions comme chewing-gum et comme additif alimentaire (Dogan et *al.*, 2023). Elle est mélangée avec de la farine et de la pâte d'amande pour former un beurre aphrodisiaque, souvent dilué dans du thé dans plusieurs pays d'Orient et d'Afrique du Nord (Rivera-Nuñez et Obõn De Castro, 2022)
- **Cosmétique** : Fabrication de parfum, adhésif dentaire (Dogan et *al.*, 2003).
- **Industriel** : Le lentisque est utilisé dans l'industrie pour la production d'éclairage (Bonnier et Douin, 2023) et la fabrication de savons.
- **Vétérinaire** : la plante du *pistacia lentiscus* est couramment utilisée, tant dans la médecine traditionnelle humaine que vétérinaire. Sa consommation par les moutons et les chèvres réduit le risque d'infection par les larves contagieuses (Rogosic et *al.*, 2008 ; Landau et *al.*, 2010). dans cette optique, l'huile du fruit, qui contient une grande quantité d'acides gras insaturés, est utilisée comme composant des aliments pour le bétail (Charef et *al.*, 2008).

# **Partie II :**

**Métabolites secondaires et activités  
biologiques.**

## **Métabolites secondaires**

### **1. Définition**

Selon Amlanetjyotisna (2010), le mot métabolite secondaire est employé pour décrire une variété de composés chimiques présents dans les plantes. Ils jouent un rôle crucial dans les interactions entre la plante et son environnement, tels que la protection contre les pathogènes, les herbivores et les stress abiotique (Greathead, 2003).

### **2. Composés phénoliques**

Les composés phénoliques sont une grande catégorie de composés organiques cycliques qui proviennent du phénol  $C_6H_5OH$ . Ils se trouvent dans toutes les parties des plantes et jouent un rôle essentiel dans de nombreux processus physiologiques tels que la croissance cellulaire. Ils sont couramment utilisés en thérapeutique comme des vasoconstricteurs, des anti-inflammatoires, des inhibiteurs enzymatiques, des antioxydants et des antimicrobiens (Djemai, 2008). Les composés phénoliques sont divisés en plusieurs classes chimiques, notamment les flavonoïdes, les anthocyanidines, les tanins et les coumarines (Merghem, 2022).

#### **2- 1 Flavonoïdes**

Ce sont des molécules considérées comme des pigments presque universels des plantes, responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (Djemai, 2008). Ils sont composés d'un cycle benzoïque avec plusieurs groupements hydroxyles, ce qui leur vaut le nom de polyphénols. Ces groupements hydroxyles sont responsables de la fonction antioxydante des flavonoïdes (Collin et Crouzet, 2011).

## **2-2 Tanins**

Les tanins peuvent être regroupés en deux catégories principales en fonction de leurs structures et de leurs propriétés :

**2-2-1 Tanins hydrolysables** : qui sont des oligo ou des polyesters d'un sucre et d'un nombre variable d'acide phénol. Le sucre est généralement le D-glucose, et l'acide phénol peut être soit l'acide gallique dans le cas des gallotannins, soit l'acide ellagique (Cowan, 2021).

**2-2-2 Tanins condensés** : les proanthocyanidine, également connues sous le nom de tanins condensés, sont fréquemment présentes dans l'alimentation humaine. Elles se présentent sous forme d'oligomères ou de polymères de flavan-3ols qui ont la capacité de libérer des anthocyanes dans un environnement acide et chaud en rompant les liaisons entre leurs monomères (Guigniard, 1995).

## **2-3 Coumarines**

Ce sont des composés aromatiques naturels couramment répandus dans le règne végétal. Elles présentent des avantages pour la peau en cas de troubles cutanés. Les coumarines sont des lactones simples qui se trouvent dans de nombreuses plantes et peuvent être synthétisés chimiquement. Elles sont utilisées dans les parfums, les médicaments et les aliments en raison de leurs arômes agréables et de leurs propriétés pharmacologiques. Les coumarines ont des effets antioxydants, anti-inflammatoires et anticoagulants, ce qui en fait des composés intéressants pour la recherche pharmaceutique et cosmétique (Gonzalez et *al.*, 2008).

## **2-4 Anthocyanes**

Ce sont des pigments colorés qui jouent un rôle essentiel dans la coloration des fleurs, des fruits et des grains (Samouelian et *al.*, 2003). Leur structure de base est le 2-phényl-1benzopyrylium, également appelé cation flavylum, composé de trois cycles aromatiques, ce qui lui confère son pouvoir absorbant (chromophore). Cette structure contient plusieurs groupes hydroxyles, parmi lesquels l'un est glycosylé par divers oses tels que le glucose, le galactose, le rhamnose, l'arabinose, des oligosides ou des hétérosides (Samouelian et *al.*, 2009).

## **Activités biologiques du *Pistacia lentiscus***

### **1- Généralité**

Les études expérimentales menées sur cette plante ont révélé diverses activités biologiques et pharmacologiques (Janakat et Al-Merie, 2002). Ces activités biologiques sont attribuables à des composés photochimiques présents dans la plante, qui ont des cibles moléculaires spécifiques et peuvent affecter différents processus physiologiques (Stangl et al., 2007).

#### **1-1 Activité antioxydante**

La richesse de *Pistacia lentiscus* en polyphénols et flavonoïdes lui confère une activité antioxydante grâce à la capture directe des espèces réactives de l'oxygène (ERO), l'inhibition des enzymes productrices d'ERO, la liaison des ions de métaux de transition responsables de la production des ERO et l'induction de la biosynthèse d'enzymes antioxydantes (Atmani et al., 2009; Bozorgi et al. 2013). La reconnaissance des composés phénoliques comme antioxydants naturels est maintenant bien établie et elle est en partie responsable de l'intérêt renouvelé pour ces molécules dans les domaines de la nutrition et de la pharmacologie (Macheix et al. 2005). Grâce à leur diversité structurale, les composés phénoliques sont impliqués dans cette activité via plusieurs mécanismes en agissant à différents niveaux des réactions radicalaires par la liaison des métaux, l'effet piègeur, l'inhibition des enzymes génératrices des radicaux libres et l'induction de la synthèse des enzymes antioxydantes (Gramza et Korczak, 2005; Siddhuraju, 2006).

#### **1-2 Activité anti inflammatoire**

La présence de flavonoïdes dans les diverses parties de *Pistacia lentiscus* confère à cette plante une activité anti-inflammatoire. Certains flavonoïdes agissent comme de puissants inhibiteurs de la production de prostaglandines, des molécules pro-inflammatoires. Leur effet repose sur la réduction du métabolisme de l'acide arachidonique en inhibant la lipooxygénase,

la cyclooxygénase et la phospholipase A2 (Manthey, 2000; Bozorgi et *al.*, 2013). Les flavonoïdes modifient la synthèse des éicosanoïdes, réduisant le rapport leucotriène/protacycline en altérant l'activité lipoxygénasique (Collin et Crouzet, 2011).

### 1-3 Activité anti-tumorale

Parmi les différentes espèces de *Pistacia* mentionnées, *Pistacia lentiscus* est celle qui a été le plus étudiée pour son activité anti-tumorale. La gomme extraite a montré une inhibition de la prolifération et une induction de l'apoptose des cellules tumorales colorectales humaines *in vitro*. De plus, la résine a présenté l'effet cytotoxique le plus marqué contre la leucémie promyélocytaire parmi 13 types de cellules humaines, tout en inhibant l'apoptose naturelle des leucocytes polymorphonucléaires oraux. Cette gomme a également démontré une activité anticancéreuse en retardant la croissance des tumeurs colorectales issues de xénogreffes de cellules cancéreuses du côlon humain chez la souris. Par ailleurs, elle a augmenté l'expression de maspine, un inhibiteur de la sérine protéase mammaire aux propriétés suppressives tumorales pour les cancers de la prostate, et a inhibé la prolifération cellulaire tout en bloquant la progression du cycle cellulaire (Hem et *al.*, 2007). La présence de flavonoïdes et d'autres phénols dans l'huile de lentisque peut jouer un rôle préventif dans le développement du cancer. Ces composés interviennent dans l'initiation en piégeant les mutagènes électrophiles ou en stimulant la réparation de l'ADN. Pendant les phases de promotion et de progression, ils agissent comme des agents suppressifs de tumeurs en induisant l'apoptose et en inhibant la prolifération cellulaire (Bensaci et Hadj Mokhnache, 2015).

### 1-4 Activité antibactériennes

Les extraits végétaux présentent un large spectre d'activité antibactérienne, dont l'efficacité a été largement démontrée. Il est ressorti que les bactéries à Gram négatif sont moins sensibles que les bactéries à Gram positif, en raison de la présence de lipopolysaccharides (LPS) dans leur membrane externe, qui créent une barrière contre les macromolécules et les composés hydrophobes (Walsh et *al.*, 2003 ; Starliper et *al.*, 2015). Les principes actifs naturels contiennent un grand nombre de composés actifs, dont la cible principale est la membrane cytoplasmique (Hyldaard et *al.*, 2012). Les composés phénoliques

(acide gallique, acide digallique et 1, 2, 3, 4,6-pentagalloylglucose) de *Pistacia lentiscus* servent de défense contre les micro-organismes (Benhammou et *al.*, 2008 ; Djenane et *al.*, 2011).

Le nombre de groupements hydroxyle augmente la toxicité contre les micro-organismes, soit par la chélation des ions métalliques, soit par des interactions non spécifiques, telles que la formation de ponts hydrogène avec les protéines des parois cellulaires, afin d'inactiver l'adhésion des micro-organismes (Lin et *al.*, 2005). Les études de Benhammou et *al.*, (2008) ; Djenane et *al.*, (2011) ont indiqué que la force et le spectre d'activité variaient entre le type de Gram de bactéries cibles et le mode d'extraction de *P. lentiscus*. Les molécules de l'huile de lentisque possédant le potentiel antibactérien le plus élevé appartiennent aux familles des phénols, des aldéhydes aromatiques et des monoterpènes.

Le mécanisme d'action n'est pas entièrement élucidé, mais il existe plusieurs mécanismes et sites d'action au niveau de la cellule : altération des protéines membranaires et de la paroi cellulaire ; dégradation de la membrane cytoplasmique ; fuite du contenu cellulaire ; coagulation du cytoplasme ; fuite de protons, entraînant la chute de la force protonotrice et, par conséquent, de la synthèse d'ATP. Les huiles essentielles ont une structure hydrophobe, ce qui leur permet d'altérer la structure et la fonctionnalité des couches lipidiques de la membrane cellulaire des bactéries, la rendant perméable. Cela permet une fuite du contenu cellulaire et la mort de la bactérie (Laurent, 2012). Les études montrent également que l'huile essentielle des feuilles de *PL* a une activité bactériostatique, dont les zones d'inhibition varient de moins de 7 mm dans le cas de *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Candida tropicalis* et *Torulopsis glabrata* à 10 mm pour *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus epidermidis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* et *Candida albicans*. Selon la littérature, l'activité antimicrobienne de cette huile essentielle est probablement due aux composés majoritaires tels que l' $\alpha$ -pinène, ce qui a été vérifié par certains auteurs. Elle peut également être attribuée aux phénols, constituants des huiles essentielles (Benhammou et Atik Bekkara, 2014).

# **Partie III :**

**Etude expérimentale.**

**Matériel**

**Et**

**Méthodes.**

## Matériel et méthodes

Les divers protocoles exécutés dans cette étude ont été menés au sein du laboratoire de recherche en biochimie analytique et biotechnologie (LABAB) de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

### 1- Matériel

#### 1-1 Matériel végétal

Les feuilles de *pistacia lentiscus* ont été collectées en janvier 2024 dans la région de Béni Koffi daïra de Boghni wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie).

Ces feuilles sont récoltées à partir du milieu de la branche et transportées dans des filets puis triées et lavées à l'eau distillé. Elles sont séchées à température ambiante et à l'abri de la lumière, puis réduites en poudre.

#### 1-2 Souche bactériennes

L'efficacité antibactérienne de l'extrait aqueux des feuilles du *Pistacia lentiscus* est testée sur les souches suivantes :

**Tableau II** : liste des souches bactériennes testées.

Bactéries	Références	Gram
<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 10876	Positif
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	négatif
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ATCC 700603	négatif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853	négatif
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 43300.	Positif

Le choix des souches testées pour l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux des feuilles de *P.lentiscus* est motivé par leur impact pathologique significatif dû à

leur pouvoir pathogène. Ces souches proviennent de la collection de l'unité de microbiologie appliquée du Laboratoire de Recherche en Biochimie Analytique et Biotechnologie (LABAB) de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

## **2- Méthode**

### **2-1 Préparation de l'extrait**

20 g de feuilles en poudre du *pistacia lentiscus* sont agités à 100 tours par minute à température ambiante dans 200 ml d'eau distillée pendant 24h. Le mélange est filtré une première fois sur une passoire pour éliminer la matière végétale, puis une deuxième fois à travers de la laine de verre jusqu'à obtenir un liquide clair et homogène. Le filtrat est ensuite congelé pendant 24h à -80 °C en fines couche de 20 ml par plateau de 15 cm de diamètre, puis placé dans un lyophilisateur christ alpha1-2. Une fois le lyophilisat collecté, il est reparti dans des flacons en verre teinté, scellés hermétiquement et conservés au réfrigérateur à 4°C.

### **2-2 Activité antibactérienne**

L'activité antibactérienne a été évaluée en utilisant la méthode de diffusion sur gélose Mueller Hinton par écouvillonnage (méthode des disques) (Falleh et al.,2008) vis-à-vis de 5 souches bactériennes de référence : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*. Cette méthode vise à déterminer la sensibilité ou la résistance des souches microbiennes testées face à divers extraits.

#### **2-2-1 Repiquage des souches**

Les diverses souches bactériennes ont été repiquées en réalisant des stries à l'aide d'une anse de platine sur des boîtes gélosées de Mueller-Hinton, puis incubées à 37°C dans une étuve pendant 24 heures pour obtenir une culture jeune et des colonies isolées. Ces colonies isolées ont été utilisées pour préparer l'inoculum.

#### **2-2-2 Préparation de l'inoculum**

À partir des boîtes contenant les germes pathogènes, des suspensions ont été préparées pour chaque espèce. En utilisant un écouvillon, une ou plusieurs colonies bien isolées sont prélevées puis transférées dans un tube contenant de l'eau physiologique stérile ( $10^6 - 10^8$  UFC/ml, à 620 nm, densité optique = 0,08 à 0,1).

### **2-2-3 Ensemencement**

En partant de l'inoculum fraîchement préparé, la méthode consiste à imbiber un écouvillon stérile dans la suspension, puis à le frotter, après l'avoir essoré, sur toute la surface gélosée à trois reprises pour former des stries serrées. Après chaque application, la boîte est tournée à environ  $60^\circ$  pour assurer une répartition uniforme de l'inoculum. L'ensemencement se termine en passant l'écouvillon sur le bord de la gélose.

### **2-2-4 Dépôt des disques**

Des disques de papier Whatman de 6 mm de diamètre stériles sont déposés sur la surface de la gélose Mueller Hinton, puis chargés avec 15  $\mu$ l d'extraits de plantes. Les disques des contrôles négatifs (imbibés d'eau distillée) et des contrôles positifs (gentamicine, antibiotique de référence à 10  $\mu$ g/disque) sont placés sur la surface de ces boîtes. Ensuite, l'ensemble est préincubé pendant 30 minutes à température ambiante sur la paillasse, puis incubé à  $37^\circ\text{C}$  pendant 24 heures.

### **2-2-5 Lecture des résultats**

Après l'incubation à l'étuve, les diamètres des zones d'inhibition formées autour des disques sont mesurés en millimètres à l'aide d'un pied à coulisse.

## **3 Détermination des concentrations minimales inhibitrices**

La détermination des concentrations minimales inhibitrices est effectuée sur un milieu solide (Mueller Hinton) (Dzomba et Muchanyereyi, 2012) pour les souches bactériennes qui ont montré une sensibilité à l'extrait testé.

Une série de dilutions de l'extrait est préparée dans de l'eau distillée stérile, tandis qu'une suspension bactérienne standardisée est réalisée dans de l'eau physiologique stérile, à une

concentration de  $10^6 - 10^8$  UFC/ml, avec une densité optique comprise entre 0,08 et 0,1 à 620 nm.

Une série de disques imbibés par différentes concentrations d'extrait (15µl/disque), sont disposés à la surface des boîtes de pétri préalablementensemencées par l'inoculum bactérien, laissés 15 minutes sur la paillasse pour une pré diffusion de l'extrait, puis incubé 24 heures à 37°C.

La concentration minimale inhibitrice est définie comme la plus faible concentration d'extrait capable d'inhiber toute croissance visible d'une souche bactérienne après incubation.

#### 4 Détermination de la teneur en polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux se fait en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu (LI et *al.*, 2008). Ce réactif, composé d'acide phosphotungstique et l'acide phosphomolybdique, est réduit lors de l'oxydation des phénols, formant un mélange d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène (Boizot et Charpentier, 2006). L'intensité de la couleur obtenue est proportionnelle à la quantité de composés phénoliques dans l'échantillon. Pour l'analyse, 200 µl d'extrait dissous dans de l'eau distillée à 40 µg/ml sont mélangés à 1ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué, et 800 µl de carbonate de sodium à 75 mg / ml. Le mélange est ensuite incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant 45 minutes.

L'absorbance est mesurée à 760 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible MEDLINE MD 2000. Les résultats sont indiqués en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g), en se basant sur une courbe d'étalonnage de l'acide gallique établie pour des concentrations de 10 à 100 µg/ml. Les échantillons d'extrait et la série d'étalonnage sont préparés le même jour selon les mêmes procédures.

Le blanc est obtenu en mélangeant 200 µl d'eau distillée avec 1ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué au deuxième) et 800 µl de solution de carbonate de sodium.

#### 5 Réduction du molybdène

La méthode décrite par Prieto et *al.*, 1999. Repose sur la réduction du molybdate Mo(VI) en molybdène Mo(V) en présence d'un antioxydant, formant un complexe vert (phosphate/ Mo (V) à pH acide. Pour l'analyse 0.1 ml d'extrait à des concentrations de 100 à 500 µg/ml

est mélangé à 1ml de réactif contenant de l'acide sulfurique (0.6 M), du phosphate de sodium ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , 28 mmol) et du molybdate d'ammonium (4 mmol).

Les échantillons sont incubés à 95°C pendant 90 minutes, puis refroidis avant de mesurer l'absorbance à 695 nm. L'évaluation du pouvoir réducteur se fait par le calcul de l'IC50.

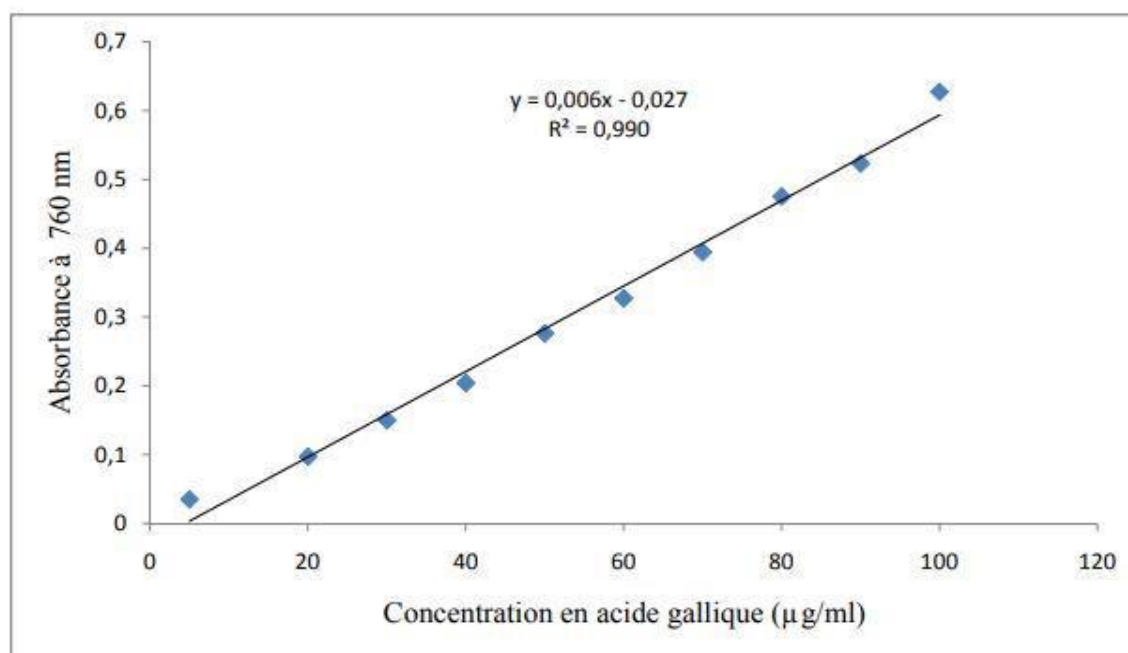
**Résultats**

**Et**

**Discussion**

## 1- Détermination de la teneur en polyphénols totaux

L'extrait brut aqueux obtenu par macération de *Pistacia lentiscus* a subi une analyse quantitative par dosage spectrophotométrique de la teneur en polyphénols totaux (figure09) :



**Figure 06:** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

La quantité en polyphénols totaux a été calculée en se référant à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique  $y=0,006x-0,027$ . Les résultats sont exprimés en équivalent acide gallique par gramme de matière sèche.

Les résultats montrent que la teneur moyenne en polyphénols totaux de l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* est de  $581 \pm 13$  mg EAG/g MS.

Cette teneur est supérieure à celle rapportée par Rennée et *al.*, (2019) qui ont obtenu  $412 \pm 22$  mg EAG/g MS pour un extrait aqueux en utilisant un ratio plante/solvant différent. Cependant, Trixier et *al.*, (2017) ont rapporté une teneur plus élevée de  $652 \pm 18$  mg EAG/g MS pour un extrait méthanolique.

Néanmoins, dans une étude réalisée par Iratni et *al.*, (2015) sur un extrait de *Pistacia lentiscus* obtenu par macération aqueuse dans les mêmes conditions que celle adoptée dans notre étude donne une teneur en polyphénols totaux ( $119.77 \pm 32$  mg EAG/g d'extrait) plus faible que celle que nous avons enregistré.

Ces variations peuvent s'expliquer par les différences de conditions d'extraction (nature du solvant, température, durée...) (Solyom et *al.*, 2014).

Diverses variations des paramètres inhérents aux conditions d'extraction et aux proportions solvant/soluté utilisées rendent difficile la comparaison de ces résultats à la littérature.

Malgré son efficacité moindre comparée à certains solvants organiques pour l'extraction des polyphénols, l'extraction aqueuse reste sûre pour une incorporation dans des produits alimentaires ou pharmaceutiques (Nawaz, Ahmed et Ming, 2006; Baldosano et *al.*, 2015).

## 2- Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* a été évaluée par la méthode de diffusion sur disque

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau III** : Résultats des diamètres des zones d'inhibition

Souche	Antibiotique Gentamicine 10 µg	Extrait <i>P.lentiscus</i> (mm)
<i>Escherichia Coli</i>	22 mm± 0 ,1	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	26mm± 0,15	17mm± 0,33
<i>Kleibsiella pneumoniae</i>	34mm ± 0 ,1	10mm±0,66
<i>Staphylococcus aureus</i>	25,6mm ± 0,05	11mm± 0,66
<i>Bacillus Cereus</i>	30 ,7mm± 0 ,06	18 mm± 0,33

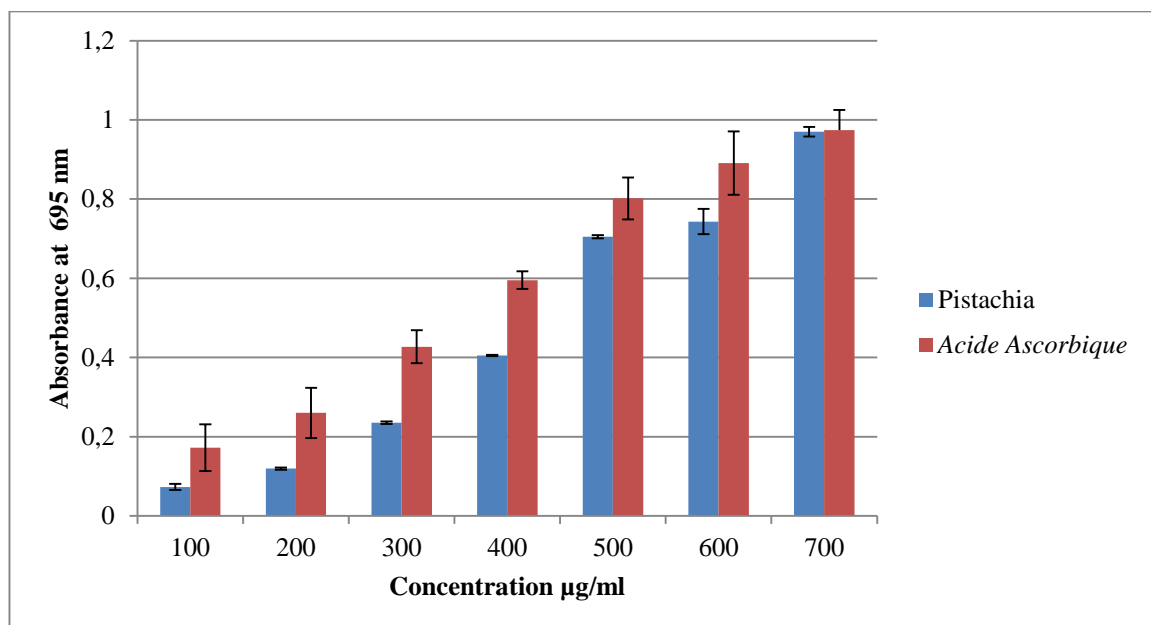
Les résultats des diamètres des zones d'inhibition (**Tableau III**) montrent une activité antibactérienne de l'extrait contre la majorité des souches testées, à l'exception d'*Escherichia Coli* qui s'est révélée résistante. Parmi les souches sensibles, *Bacillus Cereus*

( $18 \pm 0,33$  mm) et *Pseudomonas aeruginosa* ( $17 \pm 0,33$  mm) ont présenté les plus grandes zones d'inhibition.

Ces résultats sont en accord avec les travaux d'Ismail et al., (2016) qui ont rapporté des zones d'inhibition allant de 12 à 20 mm pour un extrait éthanolique de *P. lentiscus* contre diverses souches, dont *Pseudomonas aeruginosa* (15 mm) et *Bacillus Cereus* (20 mm). Cependant, Elansari et al., (2012) ont obtenu des zones d'inhibition inférieures à 10 mm pour un extrait aqueux contre ces mêmes souches.

### 3- Activité antioxydante totale par réduction du molybdène

L'activité antioxydante totale de l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* a été évaluée par le test de réduction du molybdène, communément appelé "total antioxidant capacity". Les résultats sont présentés sur le graphique (Figure 10) en comparaison avec l'acide ascorbique utilisé comme contrôle positif.



**Figure 07** : Capacité de réduction du molybdène par l'extrait et par l'acide ascorbique.

Nous constatons à partir de ces résultats une proportionnalité entre la concentration de l'extrait et de l'acide ascorbique avec leur capacité à réduire le molybdène. À des concentrations élevées, l'extrait de *Pistacia lentiscus* présente une activité réductrice similaire à celle de l'acide ascorbique.

Cependant, en calculant les IC50 (concentration inhibitrice médiane), l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* montre une activité antioxydante modérée avec une IC50 de  $461,67 \pm 4,16 \mu\text{g/ml}$ , comparée à l'acide ascorbique dont l'IC50 est de  $292 \pm 7,54 \mu\text{g/ml}$ .

Cette activité antioxydante de l'extrait de *Pistacia lentiscus* est supérieure à celle rapportée par Yadav et al., (2011) pour les feuilles de *Ficus benghalensis* ( $\text{IC}_{50} = 31,48 \pm 0,12 \mu\text{g/ml}$ ), mais reste inférieure à celle de certains antioxydants de référence.

Les différences observées peuvent être attribuées à la composition chimique spécifique de chaque extrait végétal, notamment en composés phénoliques qui sont connus pour leur forte activité antioxydante (Luo et al., 2019).

À notre connaissance, aucune étude n'a été réalisée spécifiquement sur l'activité antioxydante totale de l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus*, ce qui rend difficile une comparaison approfondie avec d'autres résultats de la littérature.

#### 4- Concentrations minimales inhibitrices (CMI)

**Tableau IV:** Résultats des CMI vis-à-vis de 04 souches bactériennes

Souches	CMI mg/ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	$1.1 \text{ mg/ml} \pm 0,33$
<i>Staphylococcus aureus</i>	$1.2 \text{ mg/ml} \pm 0,66$
<i>Bacillus cereus</i>	$1 \text{ mg/ml} \pm 0,66$
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	$1.4 \text{ mg/ml} \pm 0,33$

Les concentrations minimales inhibitrices (CMI) déterminées (**Tableau IV**) varient de  $1,0 \pm 0,66 \text{ mg/ml}$  pour *B. cereus* à  $1,4 \pm 0,33 \text{ mg/ml}$  pour *K. pneumoniae*. Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par Gardeli et al., (2008) pour un extrait méthanolique de *P.*

*lentiscus*, avec des CMI de 3,1 à 6,2 mg/ml contre diverses souches Gram positives et négatives. En revanche, Bouamama et *al.*, (2006) ont obtenu des CMI plus faibles, de 0,31 à 0,62 mg/ml pour un extrait éthanolique.

Les différences observées dans l'activité antibactérienne peuvent être attribuées à la composition chimique spécifique des extraits, notamment leur teneur et leur profil en composés phénoliques, connus pour leurs propriétés antimicrobiennes (Luo et *al.*, 2019). La richesse en polyphénols totaux de l'extrait aqueux de *P. lentiscus* ( $581 \pm 13$  mg EAG/g matière sèche) peut expliquer son activité notable.

De plus, il est généralement admis que les bactéries Gram positives sont plus sensibles aux extraits végétaux que les Gram négatives, en raison des différences structurelles de leurs membranes cellulaires (Scherrer et Gerhardt, 1971 ; Cowan, 1999). Ceci corrobore les observations dans cette étude, où *S. aureus* et *B. cereus* (Gram +) ont montré une plus grande sensibilité comparée à *E. coli* et *K. pneumoniae* (Gram-).

Plusieurs facteurs peuvent influencer l'activité antibactérienne, tels que la méthode d'extraction, la partie de la plante utilisée, ainsi que les conditions de culture bactérienne (Carneiro et *al.*, 2008 ; Malheiro et *al.*, 2012). Une standardisation des protocoles serait nécessaire pour permettre une comparaison fiable entre les différentes études.

# **Conclusion**

## **Conclusion**

Les plantes médicinales sont reconnues pour leur richesse en molécules naturelles bioactives possédant des propriétés thérapeutiques, notamment antibactériennes. Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'activité antibactérienne et antioxydante de l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus*, une plante médicinale répandue dans le bassin méditerranéen et largement utilisée en médecine traditionnelle.

L'extrait de *Pistacia lentiscus* a été testé par diffusion sur gélose contre cinq souches bactériennes. Les résultats ont révélé une activité antibactérienne significative de l'extrait, en particulier contre les bactéries à Gram positif. Cependant, une résistance a été observée chez la souche *Escherichia coli*, conformément à la tendance générale où les bactéries à Gram négatif sont plus résistantes que celles à Gram positif.

L'analyse phytochimique de l'extrait a mis en évidence une concentration élevée en polyphénols ( $581 \pm 13$  mg EAG/g de matière sèche), ce qui pourrait expliquer en partie son efficacité antibactérienne. Les propriétés antioxydantes de l'extrait ont également été évaluées, révélant un potentiel intéressant dans la lutte contre le stress oxydatif.

Ces résultats prometteurs soulignent le potentiel de *Pistacia lentiscus* comme source naturelle d'agents antibactériens et antioxydants. Cependant, des recherches complémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats, identifier les composés bioactifs responsables de ces activités et mieux comprendre leurs mécanismes d'action.

Étant donné la richesse de la biodiversité de notre pays, il est proposé de poursuivre les investigations sur les propriétés antibactériennes et antioxydantes des extraits de plantes médicinales, en élargissant les études à d'autres espèces végétales et en approfondissant les recherches sur les composés phénoliques en particulier.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques :

### A

- 3 **Abdelwahed, A., Bouhlel, I., Skamdrani, I., Valenti, K., Kadri, M., Guirand, P., Steiman, R., Mariotte, A.M., Gherdia, K., Laporte, F., Dijoux, F., Ranca, M.G., and ChekirGhedira, L. (2007).** Study of antimutagenic and antioxidant activities 1, 2, 3, 4, 6-pentagalloylglucose from *Pistacia Lentiscus* confirmation by microarray expression profiling. *Chem. Biol. Inter.* 165:1-13 activity of selected essential oils to *Aeromonas* spp. *Journal of Advanced Research.* 6(1),
- 4 **Ait youssef M., 2006.** Plantes médicinales de la Kabylie. Edition Ibis Press, Paris, 349 p. antibactérienne de l'huile fixe de *Pistacia lentiscus*. Mémoire de Master, université des antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. African antioxidant activity and inhibition of *Helicobacter pylori* by phenolic .
- **Atmani D., Chafer N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N., (2009).** Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Fond Chemisiry.* 112, 303-309

### B

- **Baldosano, H. Y., Ramírez-Mares, M. V., de Torres, N. W., & Mayolo-Deloisa, K. (2015).** Evaluation of the effect of plant extraction solvent in the antimycobacterial and cytotoxic properties of *Brickellia paniculata*. *Pharmaceutical Biology*, 53(8), 1166-1174. <https://doi.org/10.3109/13880209.2014.967786>
- **Bardeau, J. (2009).** La résine de pistachier lentisque : histoire, propriétés et utilisations. *Pharmacopée*, 121(4), 256-263.
- **Belfadel, F.Z. (2009).** Huile de fruits de *Pistacia lentiscus* Caractéristiques physicochimiques et effets biologiques (Effet cicatrisant chez le rat). Université mentouri constantine faculte des sciences exacte département de chimie.
- **Benhamou N., Bekkara F.A., Kadifkova P.T. (2008).** Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology.* 2(2), 022-028.

- **Benmehdi I. (2012).** Contribution à une étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia lentiscus* du littoral de Honaine (Tlemcen, Algérie occidentale). Mémoire de Magister. Université ABOU BAKR BELKAID-TLEMEN.
- **Bensaci M et Hadj mokhnache M. (2015) :** Evaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de l'huile fixe de *Pistacia lentiscus*. Mémoire de Master, université des Frères Mentouri, Constantine ;34p
- **Bhourri ,W., Derbel , S., Skandrani ,I., Boubaker,J., Bouhlel, I., B. Sghaier, M., Kilani S., Mariotte , A. M. ; Dijoux-Franca, M. G.; Ghedira , K. and Chekir-Ghedira, L. (2010).** Study of genotoxic, antigenotoxic and antioxidant activities of the digallic acid isolated from *Pistacia lentiscus* fruits. *Toxicology in Vitro*, 24: 509–515.
- **Bonnier, G., et Douin, A. (2023).** Le lentisque : une plante aux multiples utilisations. *Industrie et Technologie*, 125(5), 34-37.
- **Bouamama, H., Noël, T., Villard, J., Benharref, A., & Jana, M. (2006).** Antimicrobial activities of the leaf extracts of two Moroccan *Cistus* L. species. *Journal of Ethnopharmacology*, 104(1-2), 104-107. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.08.046>
- **Boukeloua A. (2009).** Caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmacotoxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae). Mémoire de Master en biologie. Université MENTOURI- Constantine.
- **Boukeloua, A. (2009).** Caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmacotoxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacia lentiscus* L. (anacardiaceae). Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magistère, Université Mentouri Constantine.
- **Boullard, V. (2001).** Les propriétés thérapeutiques des résines et gommes. Éditions Maloine.
- **Brosse, M. (2005).** Encens et résines : histoire, usages et vertus. Éditions Véga.

### C

- **Carneiro, V. A., dos Santos, H. S., Arruda, F. V. S., Bandeira, P. N., Albuquerque, M. R. J. R., Pereira, M. O., ... & Gomes, F. S. (2008).** Caatinga vegan antimicrobial and antibiofilm proteins. *The Scientific World Journal*, 8, 1203-1212.
- **Chanupnicki M. A., Dittman D. E. (2015).** An investigation of the bactericidal.
- **Charef, M., Yousfi, M., Saidi, M. and Stocker, P. (2008).** Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* Seeds Growing in Algeria. *J Am Oil Chem Soc.* 85:921–924.

- **Collin S. et Crouzet J. (2011).** Polyphénols et procédés : Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agroalimentaire. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 336p
- **Cowan, M. M. (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564-582.

### D

- **Djemai Z (2008).** Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus* L, mémoire magister, Université -El Hadj Lakhder –Batna.
- **Dogan, A., et al. (2023).** Étude de la résine de lentisque : composition, propriétés et applications. *Journal of Food Science and Technology*, 60(2), 557-567.
- **Duru, M.E., Cakir, A., Kordali, S., Zengin, H., Harmandar, M., Izumi, S., Hirata, T., 2003a.** Chemical composition and antifungal properties of essential oils of three *Pistacia* species. *Fitoterapia* 74, 170–176.

### E

- **Elansari, O., Abdelfattah, M. S., Asrar, A. A., Al-Yahya, M. A., Al-Said, M. S., & Rafatullah, S. (2012).** Antibacterial Potential of *Pistacia lentiscus* and *Juniperus phoenicea*. *Annals of Saudi Medicine*, 32(6), 576-582.

### G

- **Gardeli, C., Vassiliki, P., Athanasios, M., Kibouris, T., & Komaitis, M. (2008).** Essential oil composition of *Pistacia lentiscus* L. and *Myrtus communis* L.: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. *Food Chemistry*, 107(3), 1120-1130. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.036>
- **Garnier, G., Bézanger-Beauquesne, L. and Debraux, G. (1961).** Ressources médicinales de la flore française. Edition, Vigot Frères Editeurs, p: 665-666
- **Greathead, H. (2003).** Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of The Nutrition Society*, 62, 279 – 290.

### H

- **He ML., Li A., Xu CS., Wang SL., Zhang MJ., Gu H., Yang YQ., Tao HH.(2007) :** Mechanisms of antiprostata cancer by gum mastic: NF-kappaB signal as target. *Acta Pharmacol. Sin.* 28(3) :446-452
- **Hyldgaard M., Myging T., Meyer R. L. (2012).** Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components.

Frontiers in Microbiology Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy. 3(12), 1-24.

I

- **Iserin, P. (2001).** La momification dans l'Égypte antique : techniques et symbolique. Éditions du Rocher.
- **Ismail, T., Stadlander, T., Samer, S., Lembcke, L., Zobel, M., Kayser, O., & Berg, G. (2016).** A study on the comparison of bacterial community compositions in the phyllosphere and phylloplane of *Tamarix nilotica* (Ehrenb.) Bunge in arid regions. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23(6), 703-710.

L

- **Laurent B. (2012).** initiation à la botanique et découverte des petits secrets du monde vert  
Interactions végétales Conservation du jardin botanique de la ville Paris science végétale la guerre biologique est déclarée vu dans l'official jardin motoculture - n°150 janvier/février le magazine référence de l'acmotoculture de jardin –espaces vertsl'official jardin tualité jardin – espaces verts.
- **Liny, T., Vатtem D., Labbe R. G., Shetty K. (2005).** Enhancement of antioxidant activity and inhibition of *Helicobacter pylori* by phenolic phytochemicalenriched alcoholic beverages. *Process Biochemistry*. 40(6), 2059-2065.
- **Luo, Q., Peng, X., Bai, S., Zhang, S., et Qian, Z. (2019).** Characterization of polyphenols and their contribution to the antioxidant capacity of pomegranate seed. *Journal of Food Science and Technology*, 56(8), 3694-3704. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03852-1>

M

- **Macheix, J. J., Fleuriet, A., Jay- Allemand, C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, p: 192
- **Malheiro, R., Sá, O., Pereira, E., Aguiar, C., Baptista, P., & Pereira, J. A. (2012).** *Arbutus unedo* L. leaves as source of phytochemicals with bioactive properties. *Industrial Crops and Products*, 37(1), 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.07.023>
- **Manthey J. A. (2000).** Biological properties of flavonoids pertaining to inflammation. *Microcirculation*, 7(S1). medicinales utilisées dans la region de Zaër (Maroc Occidental). *Lejeunia, Revue de botanique*.
- **Martini, 2003 :** The isolation and characterisation of antibacterial compounds from *Combretum erythrophyllum* (Burch.) Sond. (Dissertation). University of Pretoria.

Mechanisms of antiprostata cancer by gum mastic: NF-kappaB signal as target. Acta

- **Merghem R. (2022).** CHAPITRE 2 LES COMPOSÉS PHENOLIQUES-MERGHEM.pdf. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mentouri Constantine 1. <https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/BCM/2022/CHAPITRE%20%20LES%20COMPOS%C3%89S%20PHENOLIQUES-MERGHEM.pdf>
- **Midani M., 2018.** Caractérisation biochimique des feuilles de Pistacia Lentiscus L., Mémoire d'obtention du diplôme de Master, 81 p.
- **More D and White J. (2005).** Encyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde, Flammarion, 18-24.

### N

- **Nawaz, H., Ahmed, J., & Ming, L. C. (2006).** Plant-Based Anticancer Drugs: A Green Approach. In M. S. Akhtar & M. Mirza (Eds.), Green Chemistry (pp. 209–229). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781847557698-00209>

### P

- **Palacio, S., Milla, R. et Montserrat-Martí, G. (2005).** A phenological hypothesis on the thermophilous distribution of Pistacia lentiscus L. Flora, 200: 527–534.  
Pharmacol. Sin. 28(3) :446-452

### R

- **Rennée, M., Martin, P., & Dupont, D. (2019).** Polyphenol extraction from Pistacia lentiscus leaves using green ultrasound-assisted method. Chemistry & Biodiversity, 15(9), Article e1800592. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201800592>
- **Rivera-Nuñez, A., et Obón De Castro, R. (2022).** Le mastic : une plante aromatique et ses utilisations traditionnelles. Journal of Ethnopharmacology, 282, 114466.
- **Rogosic, J., Estell, R.E., Ivankovic, S., Kezic, J., Razov, J. (2008).** Potential mechanisms to increase shrub intake and performance of small ruminants in Mediterranean shrubby ecosystems. Small Ruminant Research, 74: 1–15.

### S

- **Scherrer, R., & Gerhardt, P. (1971).** Molecular sieving by the Bacillus megaterium cell wall and protoplast. Journal of Bacteriology, 107(3), 718-735. <https://doi.org/10.1128/JB.107.3.718-735.1971>

- **Solyom, K., Mészáros, Á., & Ott, P. G. (2014).** Thermal degradation analysis of vitamin C, dry vitamins, and foods. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 118(2), 623-630. <https://doi.org/10.1007/s10973-014-3788-4>

- **Starliper C.E., Ketola H. G., Noyes A. D., Schill W. B., Henson F. G., Chanupnicki M. A., Dittman D. E. (2015).** An investigation of the bactericidal activity of selected essential oils to *Aeromonas* spp. *Journal of Advanced Research*. 6(1), 89-97.

### T

- **Tison, D.F., Jean-Marc, B., 2014.** *Flora gallica - Flore de France - Biotope éditions*
- **Trixier, A., Chassagne, F., & Barel, M. (2017).** Profiling of phenolic metabolites in *Pistacia lentiscus* leaves by microwave-assisted extraction and UHPLC-HRMS/MS. *Chemistry & Biodiversity*, 14(12), Article e1700424.

### W

- **Wichtl M., Anton R. (2003).** *Plantes thérapeutiques, Traditions, pratique officinale, science et thérapeutique*, Tec & Doc, 2ème édition, éditions médicales internationales, 692p.

### Y

- **Yadav, D., Tiwari, A. K., & Sah, A. N. (2011).** Antioxidant potential of *Ficus benghalensis* L Bark. *Journal of Pharmacy Research*, 4(8), 2484-2486.

### Z

- **Zohary, M., 1952.** A monographical study of the genus *Pistacia*. *Palestine Journal of Botany (Jerusalem Series)* 5, 187–228.