



UNIVERSITE  
Abdelhamid Ibn Badis  
MOSTAGANEM

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem  
Faculté Des Sciences de La Nature et de La Vie  
Département de Biologie



# Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de  
**MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES**  
Spécialité : **Biochimie Appliquée**

Par  
**MEKKI SAFIA & MERZOUGUI NASSIMA**

Thème :

---

## **Etude des Activités Biologiques de Deux Plantes du Genre *Artemisia* et *Juniperus***

---

Soutenue le 23/06/2025 devant le jury composé de :

Présidente	RECHIDI-SIDHOUM Nadra	MCA	Université de Mostaganem
Examinatrice	MEGHOUFEL Naima Leila	MCB	Université de Mostaganem
Encadreur	NEMMICHE Said	Professeur	Université de Mostaganem
Co-encadreur	BENOTMANE Kamel	Doctorant	Université de Mostaganem
Invité d'honneur	BOUGHAZI Nacéra	Docteur en Pharmacie	

Année Universitaire : 2024/2025

# Dédicace

En signe de reconnaissance et de gratitude, j'adresse ces quelques mots :

À mes chers parents, qui ont toujours été et demeurent encore aujourd'hui mon plus grand soutien. Leur amour inconditionnel et leurs encouragements constants ont façonné chacun de mes accomplissements. Ce mémoire n'est qu'un modeste témoignage de ma gratitude pour tout ce qu'ils m'ont apporté.

À mes frères et sœurs, *Mohamed Yassine*, *Mohamed Haitham*, *Asma* et *Ghofra*, dont le soutien indéfectible et la présence bienveillante ont été une source d'inspiration et de force à chaque étape de mon parcours.

À l'âme de mon cher grand-père, qui m'a transmis sagesse et amour, et dont l'influence continue d'illuminer mon chemin.

À mon amie d'enfance, *Hadjer Khadimi*, pour sa bienveillance, ainsi qu'à tous mes camarades de promotion, avec qui j'ai partagé cette aventure académique, entre défis et moments de complicité.

Enfin, toute ma gratitude à mon binôme *Mekki Safia*, pour sa patience, son engagement et son soutien indéfectible tout au long de ce travail.

*Nassima*



**E**n témoignage de ma reconnaissance et de mon affection, j'adresse cette dédicace :

- ✓ **À mes très chers parents**, pour leur soutien moral et leurs encouragements inestimables tout au long de mon parcours.
- ✓ **À mes frères, *Mohamed Hichem* et *Djamel Eddine***, ainsi qu'à ma petite sœur, ***Hayet***, pour leur présence et leur motivation, qui m'ont accompagné à chaque étape de ma vie.
- ✓ **À ma grand-mère**, dont la bienveillance et l'amour ont marqué mon cœur.
- ✓ **À mes chères tantes et cousines**, pour leur amour et leur présence précieuse dans ma vie.
- ✓ **À mes amies et camarades, *Naima, Ahlem, Hadjer, Mohamed* et *Yacine*** pour leur amitié sincère et inoubliable.
- ✓ **À *Nassima***, ma partenaire dans cette aventure scientifique, avec qui j'ai partagé de précieux moments. Merci pour ta collaboration, ton engagement et ton bel esprit d'équipe.
- ✓ **À tous mes amis (es)**, avec qui j'ai partagé de merveilleux souvenirs tout au long de mon cursus universitaire.

*Safia*



# Remerciements

---

**T**out d'abord, nous exprimons notre profonde gratitude à **Dieu**, qui nous a donné la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadreur, **Pr. NEMMICHE S**, pour son accompagnement bienveillant, ses précieux conseils et son engagement tout au long de cette recherche. Son expertise et ses orientations ont grandement contribué à l'aboutissement de ce travail.

Nous exprimons également notre profonde reconnaissance à notre Co-encadreur, **M. BENOTMANE K**, Doctorant à l'université de Relizane, pour son soutien, sa disponibilité et ses conseils éclairés, qui ont enrichi notre réflexion et renforcé notre démarche scientifique.

Nos remerciements s'adressent également aux **membres du jury**, qui nous font l'honneur d'évaluer ce travail. **Mme SIDHOUM-RECHIDI Nadra**, Présidente du jury et Maître de conférence à l'université de Mostaganem, ainsi que **Mme MEGHOUFEL Naima leila**, examinatrice et Maître de conférence au sein de la même université. Leur expertise et leurs observations constructives sont précieuses et nous permettront d'améliorer encore nos compétences.

**Enfin**, nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire, par leur encouragement, leur soutien moral ou leur aide technique.

*Nassima & Safia*

## ملخص

تتمحور هذه الدراسة حول تقييم بعض الأنشطة البيولوجية للمستخلصات الميثانولية والإيثانولية لنوعين من النباتات الطبية المستخدمة على نطاق واسع في الطب التقليدي والمتمثلتان في *Artemisia herba alba* و *Juniperus phoenicea*. لقد تم الحصول على المستخلصات عن طريق النقع البارد لأوراق هاته النباتات، والتي تم اخضاعها لتقصي كيميائي نباتي، اختبار مضاد الأكسدة باستخدام فحص DPPH واختبار الفاعلية ضد بعض الميكروبات (عن طريق تقنية الانتشار في وسط مغذي صلب باستعمال الأقراص، CMI و CMB). كشفت النتائج المتحصل عليها أن المستخلصات النباتية غنية بالمركبات النشطة بيولوجيًا، خاصة البوليفينولات ( $2.35 \pm 198.66$  ملغ حمض الغاليك مكافئ/غ في المستخلص الميثانولي لـ *J. phoenicea*) والفلافونويدات ( $0.1 \pm 87.31$  ملغ كيرسيتين مكافئ/غ في المستخلص الميثانولي لـ *A. herba alba*)، وسُجلت أقوى فاعلية مضادة للأكسدة في المستخلص الميثانولي عند *J. phoenicea* ( $IC_{50} = 59.59$  ميكروغرام/مل)، يليه المستخلص الإيثانولي ( $IC_{50} = 79.18$  ميكروغرام/مل)، بينما أظهرت *A. herba alba* فاعلية أقل ( $IC_{50} = 202.8$  و  $381.7$  ميكروغرام/مل) على التوالي. من ناحية الفاعلية ضد بعض الميكروبات، أظهرت *J. phoenicea* نشاطاً ضد *Bacillus subtilis* (13.5 ملم) و *Bacillus cereus* (10.5 ملم)، في حين أظهرت *A. herba alba* نشاطاً أضعف (9 إلى 10 ملم) وتأثيراً أيضاً ضد *Candida albicans* (7 ملم). تم تسجيل أدنى قيم CMI ضد *B. cereus* و (0.78) *Candida albicans* ملغ/مل بالنسبة لـ *A. herba alba*، مما يشير إلى فاعلية خاصة ضد السلالات موجبة الغرام والفطرية. تبرز هذه النتائج إمكانات هاتين النباتين كمصدر طبيعي للمركبات النشطة بيولوجيًا، وتفتح آفاقاً واعدة لاستخدامهما في الصناعات الصيدلانية والغذائية والتجميلية.

**الكلمات المفتاحية:** *Artemisia herba alba*، *Juniperus phoenicea*، مركبات نشطة بيولوجيًا، نشاط مضاد للأكسدة، نشاط مضاد للميكروبات.

## Résumé

Cette étude porte sur l'évaluation de quelques activités biologiques des extraits méthanoïques et éthanoïques d'*Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicea*, deux plantes médicinales largement utilisées dans la pharmacopée traditionnelle. Les extraits, obtenus par macération à froid des feuilles, ont été soumis à un criblage phytochimique, ainsi qu'à des tests antioxydants (DPPH) et antimicrobiens (méthode des disques, CMI et CMB). Les résultats obtenus ont révélé une richesse des extraits en composés bioactifs, notamment en polyphénols ( $198,66 \pm 2,35$  mg GAE/g dans l'extrait méthanoïque de *J. phoenicea*) et en flavonoïdes ( $87,31 \pm 0,1$  mg EQE/g dans l'extrait méthanoïque d'*A. herba alba*). L'activité antioxydante la plus marquée a été enregistrée avec l'extrait méthanoïque de *J. phoenicea* ( $IC_{50} = 59,59$  µg/ml), suivi de son extrait éthanoïque ( $IC_{50} = 79,18$  µg/ml), tandis que *A. herba alba* présentait des  $IC_{50}$  plus élevés (202,8 et 381,7 µg/ml respectivement). Sur le plan antimicrobien, *J. phoenicea* s'est montré actif contre *Bacillus subtilis* (13,5 mm) et *Bacillus cereus* (10,5 mm), alors que *A. herba alba* a montré une activité plus modestes (9 à 10 mm), avec un effet également observé contre *Candida albicans* (7 mm). Les plus faibles CMI ont été obtenues contre *B. cereus* et *Candida albicans* (0,78 mg/ml pour *A. herba alba*), suggérant une meilleure affinité envers les germes Gram positives et fongiques. Ces résultats mettent en évidence le potentiel de ces plantes en tant que sources naturelles de composés bioactifs, et ouvrent des perspectives intéressantes pour leur valorisation dans les domaines pharmaceutique, alimentaire et cosmétique.

**Mots clés :** *Artemisia herba alba*, *Juniperus phoenicea*, Composés bioactifs, Activité antioxydante, Activité antimicrobienne

## Abstract

This study focuses on the evaluation of certain biological activities of methanolic and ethanolic extracts from *Artemisia herba alba* and *Juniperus phoenicea*, two medicinal plants widely used in traditional medicine. The extracts, obtained by cold maceration of the leaves, were subjected to phytochemical screening, as well as antioxidant (DPPH) and antimicrobial tests (disc diffusion, MIC, and MBC). The results revealed that the extracts are rich in bioactive compounds, particularly polyphenols ( $198.66 \pm 2.35$  mg GAE/g in the methanolic extract of *J. phoenicea*) and flavonoids ( $87.31 \pm 0.1$  mg EQE/g in the methanolic extract of *A. herba alba*). The highest antioxidant activity was recorded for the methanolic extract of *J. phoenicea* ( $IC_{50} = 59.59$   $\mu$ g/ml), followed by its ethanolic extract ( $IC_{50} = 79.18$   $\mu$ g/ml), while *A. herba alba* showed higher  $IC_{50}$  values (202.8 and 381.7  $\mu$ g/ml, respectively). Regarding antimicrobial activity, *J. phoenicea* was active against *Bacillus subtilis* (13.5 mm) and *Bacillus cereus* (10.5 mm), whereas *A. herba alba* exhibited more moderate activity (9 to 10 mm), along with an effect against *Candida albicans* (7 mm). The lowest MIC values were observed against *B. cereus* and *C. albicans* (0.78 mg/ml for *A. herba alba*), suggesting greater affinity for Gram-positive and fungal strains. These findings highlight the potential of these plants as natural sources of bioactive compounds and open interesting prospects for their application in the pharmaceutical, food, and cosmetic industries.

**Key words:** *Artemisia herba alba*, *Juniperus phoenicea*, Bioactive compounds, Antioxidant activity, Antimicrobial activity.

# Table des matières

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction ..... 1

## Partie Bibliographique

### **Chapitre 1.** *Artemisia herba alba* et *Juniperus phoenicea*

1. <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Juniperus phoenicea</i> .....	4
1.1. Présentation des plantes étudiées.....	4
1.1.1. <i>Artemisia herba alba</i> .....	4
1.1.1.1. Taxonomie et classification botanique .....	4
1.1.1.2. Répartition géographique et habitat .....	5
1.1.1.3. Composition phytochimique et principaux composés bioactifs .....	6
1.1.1.4. Usages traditionnels et applications modernes .....	7
• Utilisation traditionnelle dans la médecine populaire .....	7
• Applications actuelles en pharmacologie et en cosmétique .....	7
• Potentiel des extraits dans l'industrie agroalimentaire .....	8
1.1.1.5. Précautions d'usage et toxicité éventuelle.....	8
1.1.2. <i>Juniperus phoenicea</i> .....	9
1.1.2.1. Taxonomie et classification botanique .....	9
1.1.2.2. Répartition géographique et habitat.....	10
1.1.2.3. Composition phytochimiques et principaux composés bioactifs .....	10
1.1.2.4. Usages traditionnels et applications modernes.....	11
• Utilisation traditionnelle dans la médecine populaire .....	11
• Applications actuelles en pharmacologie et en cosmétique .....	11
• Potentiel des extraits dans l'industrie agroalimentaire .....	12
1.1.2.5. Précautions d'usage et toxicité éventuelle.....	12

### **Chapitre 2.** Activités biologiques d'*Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicea*

2. Activités biologiques d' <i>Artemisia herba alba</i> et de <i>Juniperus phoenicea</i> .....	14
2.1. Activités biologiques d' <i>Artemisia herba alba</i> .....	14
2.1.1. Activité antioxydante .....	14
2.1.2. Activité antimicrobienne .....	15
2.1.3. Autres activités biologiques .....	16
2.2. Activités biologiques de <i>Juniperus phoenicea</i> .....	16
2.2.1. Activité antioxydante .....	16
2.2.2. Activité antimicrobienne .....	17
2.2.3. Autres activités biologiques .....	18
2.3. Convergence et spécificités des activités biologiques des plantes étudiées .....	18

## Partie Expérimentale

### **Chapitre 3. Matériel & Méthodes**

3. Matériel & Méthodes .....	21
3.1. Objectif de l'étude .....	21
3.2. Matériel végétal .....	21
3.2.1. Collecte et prétraitement des échantillons.....	21
3.2.2. Préparation des extraits .....	21
3.3. Analyse qualitative des principaux composés bioactifs.....	22
3.3.1. Criblage phytochimique .....	22
• Détection des alcaloïdes .....	22
• Détection des acides phénoliques .....	22
• Détection des flavonoïdes .....	22
• Détection des tanins.....	23
• Détection des sucres réducteurs .....	23
• Détection des saponines .....	23
• Détection des terpinoïdes .....	23
• Détection des stéroïdes.....	23
3.5. Dosage quantitatif des principaux composés bioactifs.....	23
3.5.1. Dosage des polyphénols totaux .....	23
3.5.2. Dosage des flavonoïdes totaux .....	24
3.5.3. Dosage des tanins condensés.....	24
3.6. Evaluation de quelques activités biologiques.....	25
3.6.1. Activité antioxydante .....	25
• Test de piégeage des radicaux libre (DPPH).....	25
3.6.2. Activité antimicrobienne .....	25
• Souches utilisées .....	25
• Test de diffusion en milieu solide (méthode des disques).....	26
• Détermination des CMI et des CMB.....	26

### **Chapitre 4. Résultats & Discussion**

4. Résultats & Discussion.....	28
4.1. Résultats d'analyses phytochimiques des extraits végétaux.....	28
4.1.1. Criblage phytochimique .....	28
4.1.2. Résultats du dosage quantitatif des principaux composés bioactifs .....	29
• Teneur en polyphénols totaux .....	29
• Teneur en flavonoïdes totaux .....	29
• Teneur en tanins condensés.....	30
4.2. Résultats d'analyse des activités biologiques des extraits .....	31
4.2.1. Activité antioxydante .....	31
• Résultats du test DPPH.....	31
4.2.2. Activité antimicrobienne .....	34
• Résultats du test d'inhibition par la méthode des disques .....	34
• Résultats du test de CMI et de CMB.....	35
Conclusion.....	37
Références bibliographiques .....	39

## Liste des Abréviations

<b>ABTS</b>	: (2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonic acid))
<b>AlCl<sub>3</sub></b>	: Chlorure d'aluminium
<b>ATB</b>	: Antibiotique
<b>ATCC</b>	: American type culture collection
<b>BN</b>	: Bouillon nutritif
<b>CIP</b>	: Ciprofloxacine
<b>cm</b>	: centimètre
<b>CMB</b>	: Concentration Minimale Bactéricide
<b>CMI</b>	: Concentration Minimale Inhibitrice
<b>°C</b>	: Degrés Celcius
<b>DMSO</b>	: Diméthyl sulfoxyde
<b>DPPH</b>	: 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl
<b>ECA</b>	: Equivalent Catéchine
<b>EQE</b>	: Equivalent Quercétine
<b>FeCl<sub>3</sub></b>	: Chlorure de Fer
<b>FRAP</b>	: Ferric Reducing Antioxidant Power
<b>g</b>	: gramme
<b>GAE</b>	: Gallic Acid Equivalent
<b>HCl</b>	: Acide chlorhydrique
<b>MeOH</b>	: Méthanol
<b>mg</b>	: milligramme
<b>MH</b>	: Mueller-Hinton
<b>µl</b>	: microlitre
<b>ml</b>	: millilitre
<b>mm</b>	: millimètre
<b>MS</b>	: Matière sèche
<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>	: Carbonate de sodium
<b>NaOH</b>	: Hydroxyde de sodium
<b>nm</b>	: nanomètre
<b>ROS</b>	: Reactive Oxygen Species
<b>TTC</b>	: Triphenyltetrazolium Chloride
<b>UFC</b>	: Unité formant une colonie

## Liste des tableaux

N° du tableau	Titre du tableau	Pages
Tableau 1	Résultats du criblage phytochimique des extraits d' <i>Artemisia herba alba</i> et de <i>Juniperus phoenicea</i> .	28
Tableau 2	Activité antimicrobienne des extraits d' <i>Artemisia herba-alba</i> et <i>Juniperus phoenicea</i> évaluée par la mesure des zones d'inhibition (mm).	34
Tableau 3	Résultats de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et de la concentration minimale bactéricide (CMB) des extrait d' <i>Artemisia herba alba</i> et de <i>Juniperus phoenicia</i> .	35

## Liste des figures

N° de la figure	Titre de la figure	Pages
Figure 1	Aire de répartition de l'Armoise blanche	5
Figure 2	Aire de répartition de <i>Juniperus pheonicea</i>	10
Figure 3	Teneurs en polyphénols des extraits méthanoïque et éthanoïque d' <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Juniperus pheonicea</i> (en mg GAE/g d'extrait)	29
Figure 4	Teneurs en flavonoides des extraits méthanoïque et éthanoïque d' <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Juniperus pheonicea</i> (en mg EQE/g d'extrait)	30
Figure 5	Teneurs en tanins des extraits méthanoïque et éthanoïque d' <i>Artemisia herba alba</i> et <i>Juniperus pheonicea</i> (en mg ECA/g d'extrait)	31
Figure 6	Taux d'inhibition (IC <sub>50</sub> ) de l'extrait méthanoïque d' <i>Artemisia herba alba</i> .	32
Figure 7	Taux d'inhibition (IC <sub>50</sub> ) de l'extrait méthanoïque de <i>Juniperus pheonicea</i> .	32
Figure 8	Taux d'inhibition (IC <sub>50</sub> ) de l'extrait éthanoïque d' <i>Artemisia herba alba</i> .	33
Figure 9	Taux d'inhibition (IC <sub>50</sub> ) de l'extrait éthanoïque de <i>Juniperus pheonicea</i> .	33
Photo 1	<i>Artemisia herba alba</i> d'Ain Zaatout, Biskra	4
Photo 2	<i>Juniperus pheonicea</i> (plante, feuilles et fruit)	9
Photo 3	Poudre végétale d' <i>Artemisia herba alba</i> (a) et de <i>Juniperus pheonicea</i> (b)	21
Photo 4	Etape de macération et extraits obtenus après filtration.	22

# *Introduction*

# Introduction

Depuis la nuit des temps, les plantes médicinales occupent une place importante dans les pratiques thérapeutiques traditionnelles à travers le monde (Breijyeh et Karaman, 2024). Leur richesse en composés bioactifs, notamment les polyphénols, les flavonoïdes et les huiles essentielles, leur confère une multitude de propriétés pharmacologiques reconnues, allant de l'activité antioxydante à l'effet antimicrobien. Dans un contexte où la résistance aux antibiotiques s'intensifie et où les préoccupations relatives à la sécurité des conservateurs chimiques s'accroissent, la valorisation des ressources végétales locales s'impose comme une alternative naturelle et durable (Mueed *et al.*, 2023).

En Algérie, de nombreuses espèces endémiques sont utilisées en médecine populaire pour traiter diverses affections (Benarba, 2016). Parmi elles, *Artemisia herba alba* (armoise blanche) et *Juniperus phoenicea* (genévrier de Phénicie) suscitent un intérêt croissant en raison de leurs vertus thérapeutiques multiples. Cependant, malgré leur usage ancestral, les données scientifiques récentes restent encore limitées concernant leur composition phytochimique et leurs effets biologiques spécifiques, en particulier dans le contexte algérien (Bouafia *et al.*, 2021).

Face aux enjeux de santé publique liés au stress oxydatif, aux infections microbiennes et à la nécessité de recourir à des agents naturels sûrs et efficaces, une meilleure compréhension des propriétés biologiques des plantes médicinales s'avère indispensable. *Artemisia herba alba* et *Juniperus phoenicea*, bien que traditionnellement reconnues, nécessitent une évaluation rigoureuse de leur composition chimique et de leur potentiel antioxydant et antimicrobien.

La présente étude s'inscrit dans cette dynamique de valorisation des plantes médicinales. Elle a pour objectif de caractériser les extraits des deux plantes choisies, en mettant en évidence leur teneur en composés bioactifs (polyphénols, flavonoïdes et tanins), ainsi que d'évaluer leur capacité antioxydante et leur efficacité antimicrobienne face à différentes souches pathogènes. En comparant les résultats obtenus, ce travail cherche à mieux comprendre l'intérêt thérapeutique de ces plantes et à explorer leurs perspectives d'application dans les domaines pharmaceutique, alimentaire ou cosmétique.

Le manuscrit est structuré de manière à offrir d'abord une synthèse bibliographique sur les deux plantes étudiées et leurs principales activités biologiques connues, suivie d'une partie expérimentale décrivant la méthodologie adoptée, les résultats obtenus et leur interprétation. Cette approche permet de croiser les données traditionnelles et scientifiques, en vue de valoriser durablement des espèces locales aux propriétés prometteuses.

## **Partie Bibliographique**

# **Chapitre 1**

*Artemisia herba alba et Juniperus phoenicea*

## 1. *Artemisia herba alba* et *Juniperus phoenicea*

### 1.1. Présentation des plantes étudiées

#### 1.1.1. *Artemisia herba alba*

##### 1.1.1.1. Taxonomie et classification botanique

*Artemisia herba alba*, communément appelée armoise blanche, est une plante caractéristique des régions tempérées, arides et semi-arides de l'hémisphère nord. Appartenant à la famille des *Asteraceae*, le genre *Artemisia* regroupe plus de 500 espèces, connues pour leur richesse en composés bioactifs qui leur confèrent des propriétés médicinales et aromatiques distinctives (Touil, 2018).

Connue sous différents noms vernaculaires : *Chih* en arabe, *Ifsi* en berbère, *White Wormwood* en anglais et *Armoise blanche* en français (Houti et al., 2023), l'espèce *Artemisia herba alba* se distingue par son port d'arbrisseau vivace, atteignant 20 à 50 cm de hauteur, avec des feuilles petites et finement duveteuses, lui conférant un aspect argenté. Sa floraison se produit entre septembre et décembre, après un développement végétatif maximal en fin d'été, et sa tige, recouverte de poils laineux, lui permet d'adapter sa physiologie aux conditions environnementales difficiles (Mohamed et al., 2021).



**Photo 1.** *Artemisia herba alba* d'Ain Zaatout, Biskra (Anonyme 1).

L'analyse des caractéristiques morphologiques et phylogénétiques de l'espèce a permis de situer *Artemisia herba-alba* dans la classification botanique suivante :

- **Règne** : *Plantae*.
- **Sous-règne** : *Tracheobionta*.
- **Super-division** : *Spermatophyta*.
- **Division** : *Magnoliophyta*.
- **Classe** : *Magnoliopsida*.

- **Ordre** : *Asterales*.
- **Famille** : *Asteraceae*.
- **Genre** : *Artemisia*.
- **Espèce** : *Artemisia herba-alba* (Maidi, 2021).

### 1.1.1.2. Répartition géographique et habitat

*Artemisia herba-alba* est une espèce typique du bassin méditerranéen, largement répandue en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye), au Moyen-Orient (Égypte, Palestine, Jordanie, Syrie) ainsi qu'en Asie centrale (Medjeldi *et al.*, 2024). Son aire de répartition géographique est représentée dans la figure 1, montrant l'extension de cette espèce dans les zones arides et semi-arides de ces régions.



**Figure 1.** Aire de répartition de l'Armoise blanche (Houamel, 2018).

Jouant un rôle écologique important dans les écosystèmes steppiques et désertiques, cette plante contribue à la stabilisation des sols et à la régulation du microclimat (Yerou *et al.*, 2022).

En Algérie, sa distribution couvre plusieurs zones du pays, notamment :

- Les Hauts Plateaux : Tiaret, Djelfa, Laghouat
- La steppe saharienne : Naâma, El Bayadh
- Les régions semi-arides du Nord-Est : Sétif, Batna, M'sila
- Les zones pré-sahariennes et désertiques du Sud : Ghardaïa, Béchar et Ouargla

L'espèce prospère principalement dans des sols calcaires, sablonneux ou argilo-limoneux et se développe à des altitudes allant de 500 à 1 500 mètres, en particulier dans les Hauts plateaux (Touil, 2012). Son excellente tolérance à la sécheresse, aux températures extrêmes et à la faible pluviométrie lui confère une remarquable résilience face aux conditions

environnementales difficiles (Houamel, 2018). Elle pousse fréquemment en association avec d'autres espèces steppiques, telles que *Stipa tenacissima* (alfa) et *Haloxylon scoparium* (remth), formant des communautés végétales caractéristiques de la steppe algérienne (Lahmar-Zemiti et Aidoud, 2016). Grâce à sa large répartition (couvrant environ 4 millions d'hectares dans la zone steppique Algérienne) et à ses capacités d'adaptation, *Artemisia herba-alba* constitue une espèce clé dans la gestion durable des terres arides et la préservation de la biodiversité de ces écosystèmes (Bouyahia et al., 2023).

### 1.1.1.3. Composition phytochimique et principaux composés bioactifs

La composition phytochimique d'*Artemisia herba-alba* est riche et diversifiée, ce qui explique ses multiples propriétés biologiques. Contenant un large éventail de composés bioactifs qui suscitent un vif intérêt scientifique, de nombreuses études en cours cherchent à les isoler et les purifier dans le but d'élucider précisément leurs modes d'action et de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents à leurs effets thérapeutiques (Medjeldi et al., 2024).

Parmi les principaux composés bioactifs identifiés, on retrouve des flavonoïdes, des acides phénoliques, des terpènes et huiles essentielles.

Les flavonoïdes, composés appartenant à la grande famille des polyphénols, agissent principalement en neutralisant les radicaux libres et en modulant certaines voies de signalisation cellulaire impliquées dans l'inflammation. Des molécules telles que la quercétine, la lutéoline ou encore l'apigénine ont été identifiées dans cette espèce, contribuant à ses vertus pharmacologiques (Touil, 2018).

Les acides phénoliques, comme l'acide caféique, l'acide chlorogénique ou l'acide férulique, trouvés dans cette espèce, exercent également des effets protecteurs contre les dommages oxydatifs au niveau cellulaire. Leur présence confère à la plante un potentiel intéressant dans la prévention de certaines pathologies chroniques liées au stress oxydatif (Mohammed et al., 2021).

Les terpènes, qui incluent notamment les sesquiterpènes et les monoterpènes, sont aussi largement représentés dans *Artemisia herba-alba*. Ils sont à l'origine d'une partie de son activité antimicrobienne et antiparasitaire (Mohammed et al., 2021). Certains de ces terpènes, comme l'artémisinine, illustrent le pouvoir thérapeutique de cette classe de composés, en particulier dans le traitement du paludisme (El Maggar, 2012).

Enfin, les huiles essentielles extraites d'*Artemisia herba-alba* sont particulièrement riches en composés volatils comme le camphre, le cinéole, ou le thujone (Esmail et al., 2015), reconnues pour leurs propriétés antiseptiques, antifongiques et insecticides. La composition

qualitative et quantitative de ces huiles peut cependant varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que l'origine géographique, les conditions de culture ou le stade de développement de la plante (Houti *et al.*, 2023).

#### 1.1.1.4. Usages traditionnels et applications modernes

- **Utilisation traditionnelle dans la médecine populaire**

L'espèce *Artemisia herba alba* est utilisée depuis des siècles dans la médecine traditionnelle des régions d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Les populations locales lui attribuent de nombreuses vertus thérapeutiques et s'en servent pour traiter divers troubles, notamment les affections gastro-intestinales, les infections respiratoires et les douleurs rhumatismales. Les infusions préparées à partir de ses feuilles sont couramment consommées pour soulager les maux d'estomac, les coliques et faciliter la digestion. Par ailleurs, ses vapeurs sont souvent inhalées afin de réduire les symptômes du rhume, de la toux et des affections bronchiques (Ouguirti, 2022).

En plus de ses effets digestifs et respiratoires, *Artemisia herba-alba* est également reconnue pour ses propriétés antiparasitaires et antiseptiques, justifiant son usage dans le traitement des infections cutanées et des plaies (El ouardi, 2024).

Dans certaines traditions, elle est aussi employée comme régulateur du taux de sucre dans le sang, faisant d'elle un remède naturel prisé par les personnes atteintes de diabète (Moufid et Eddouks, 2012). Ses extraits sont aussi parfois appliqués sous forme de cataplasmes pour apaiser les douleurs musculaires et articulaires (Moukar, 2022).

- **Applications actuelles en pharmacologie et en cosmétique**

L'intérêt croissant porté à *Artemisia herba-alba* au cours de ces dernières années s'explique en grande partie par sa richesse en composés bioactifs, tels que les flavonoïdes, les terpènes et les lactones sesquiterpéniques. Ces molécules confèrent à la plante des propriétés pharmacologiques remarquables, telles que des effets antioxydants, antimicrobiens et anti-inflammatoires, qui en font un candidat prometteur pour le développement de thérapies naturelles ciblant divers troubles, allant des infections et désordres digestifs aux pathologies métaboliques comme le diabète (El ouardi, 2024).

Dans le domaine cosmétique, les extraits de cette plante sont de plus en plus valorisés et intégrés dans des formulations de soins cutanés, grâce à leur capacité à apaiser les irritations, purifier l'épiderme et limiter l'apparition d'imperfections (Khemiri *et al.*, 2022). Les propriétés antiseptiques et régénérantes d'*Artemisia herba alba* en font également un ingrédient privilégié dans les produits destinés aux peaux sensibles ou à tendance acnéique. Cette valorisation

moderne s'inscrit dans une approche globale visant à promouvoir une cosmétique naturelle et durable, qui tire profit des vertus traditionnelles des plantes médicinales (Ed-Dra *et al.*, 2021).

- **Potentiel des extraits dans l'industrie agroalimentaire**

En dehors de ses usages médicaux et cosmétiques, *Artemisia herba-alba* se distingue également par ses applications prometteuses dans le secteur agroalimentaire. Grâce à la richesse de ses extraits en composés phénoliques, flavonoïdes et terpènes, cette plante offre des propriétés conservatrices naturelles particulièrement intéressantes pour limiter l'oxydation des lipides et freiner le développement microbien, en particulier dans les produits sensibles comme les viandes transformées et les huiles végétales (Ayad *et al.*, 2022).

Au-delà de ses effets de conservation, son profil aromatique marqué en fait un ingrédient de choix pour la formulation de tisanes, d'aromatisants naturels et d'additifs à visée fonctionnelle, notamment dans les boissons et produits de boulangerie. Cette double dimension, à la fois technologique et sensorielle, positionne *Artemisia herba-alba* comme une ressource végétale valorisable dans la recherche d'alternatives aux additifs de synthèse. Son intégration répond ainsi aux exigences actuelles de l'industrie agroalimentaire en matière de naturalité, de sécurité sanitaire et d'innovation durable (Kaouane *et al.*, 2017).

#### 1.1.1.5. Précautions d'usage et toxicité éventuelle

Malgré ses nombreuses vertus thérapeutiques, *Artemisia herba-alba* doit être utilisée avec précaution, en raison de la présence de certains composés bioactifs pouvant présenter une toxicité à fortes doses ou en cas d'usage prolongé. Certaines études ont mis en évidence que l'ingestion excessive de ses extraits, notamment ceux riches en thuyone (un composé neurotoxique présent dans plusieurs espèces du genre *Artemisia*) pourrait entraîner des effets indésirables tels que des troubles neurologiques (convulsions, hallucinations, etc.), digestifs, hépatiques ou rénales (Baranová *et al.*, 2025).

Il est également recommandé de limiter son utilisation chez les femmes enceintes, allaitantes, ainsi que chez les jeunes enfants, en raison du manque de données toxicologiques complètes sur ces populations (Delimi *et al.*, 2013).

Par ailleurs, l'utilisation topique de ses extraits peut provoquer des réactions cutanées chez les personnes sensibles ou allergiques. Ainsi, bien que *Artemisia herba-alba* offre un potentiel thérapeutique et industriel indéniable, son emploi doit être encadré par des dosages appropriés et des évaluations de sécurité rigoureuses, particulièrement dans le cadre de formulations alimentaires, pharmaceutiques ou cosmétiques (Ouguirti *et al.*, 2021).

### 1.1.2. *Juniperus phoenicea*

#### 1.1.2.1. Taxonomie et classification botanique

*Juniperus phoenicea*, communément appelée genévrier de Phénicie, est une espèce qui appartient à la famille des *Cupressaceae*. Elle est intégrée au complexe *Juniperus phoenicea*, qui regroupe trois taxons distincts : *Juniperus phoenicea sensu stricto*, *Juniperus turbinata* et *Juniperus canariensis*. Ces conifères gymnospermes sont en majorité monoïques, bien que certains individus puissent être dioïques (Boratyński *et al.*, 2024). Ils se présentent sous forme d'arbustes mesurant généralement entre 2 à 5 mètres de hauteur, avec des rameaux fins, cylindriques et ramifiés. Le feuillage persistant est constitué de petites feuilles en forme d'écailles, imbriquées les unes sur les autres, à base arrondie et sommet acuminé.

Les cônes mâles et femelles apparaissent principalement sur un même pied, mais peuvent également se développer sur des pieds distincts. La floraison a lieu généralement de mars à avril (Akermi *et al.*, 2017).



**Photos 2.** *Juniperus phoenicea* (plante, feuilles et fruit) (Anonyme 2).

La classification de ces taxons a longtemps fait l'objet de controverses, principalement en raison de leur grande variabilité morphologique. Toutefois, l'utilisation de marqueurs génétiques tels que les isozymes et les microsatellites nucléaires a permis une résolution taxonomique plus fine entre les espèces (Boratyński *et al.*, 2024). Sur cette base, la classification botanique actuellement admise se présente comme suit :

- Règne : *Plantae*.
- Sous-règne : *Tracheobionta*.
- Super-division : *Spermatophyta*.

- **Division :** *Pinophyta*.
- **Classe :** *Pinopsida*.
- **Ordre :** *Pinales*.
- **Famille :** *Cupressaceae*.
- **Genre :** *Juniperus*.
- **Espèce :** *Juniperus phoenicea* (Laouar, 2018).

### 1.1.2.2. Répartition géographique et habitat

*Juniperus phoenicea* est principalement répartie dans la région méditerranéenne, avec une concentration marquée dans la partie occidentale du bassin (Sánchez-Gómez *et al.*, 2018). Elle est également indigène à l'Afrique du Nord, notamment en Algérie, au Maroc et en Tunisie, ainsi que dans l'archipel des Canaries (voir figure 2).



**Figure 2.** Aire de répartition de *Juniperus phoenicea* (Caudullo *et al.*, 2017).

Reconnue pour ses propriétés médicinales remarquables (Abdelli *et al.*, 2018), l'espèce se distingue par une grande plasticité écologique, lui permettant de coloniser divers types d'habitats, depuis les zones littorales jusqu'aux régions montagneuses de haute altitude. Sa tolérance aux conditions édapho-climatiques sévères, telles que la sécheresse, les sols pauvres ou l'exposition intense, explique sa large distribution et sa fréquence dans les écosystèmes méditerranéens (Zubi *et al.*, 2025).

### 1.1.2.3. Composition phytochimiques et principaux composés bioactifs

*Juniperus phoenicea* se distingue par sa composition variée en substances bioactives, incluant des flavonoïdes, des tanins, des mono et diterpènes, des saponines, des glycosides, des

stéroïdes, des agents réducteurs, des alcaloïdes et des catéchines, qui sont à l'origine de ses nombreuses propriétés médicinales.

Plusieurs études ont permis d'identifier divers composés présents dans ses huiles essentielles, tels que l' $\alpha$ -pinène, le caryophyllène, le germacrène D, l'oxyde de caryophyllène, le cubénoïl, ainsi que des monoterpènes hydrocarbonés comme le camphre, le bornéol, le myrténol, le limonène et l'acétate de bornyl. Par ailleurs, les composés phénoliques, considérés comme l'un des principaux groupes bioactifs de cette plante, ont également fait l'objet de nombreuses recherches. Des composés tels que l'acide cinnamique, l'acide gallique, le géraniol, la phloridzine, la quercétine et la catéchine ont été identifiés et quantifiés dans les feuilles et les fruits de cette espèce. La teneur en chacun de ces composés peut varier de manière significative en fonction de plusieurs paramètres, tels que l'origine géographique de la plante, les conditions environnementales, le stade de maturité lors de la récolte, ainsi que les techniques d'extraction et d'analyse employées (Zubi *et al.*, 2025).

#### 1.1.2.4. Usages traditionnels et applications modernes

- **Utilisation traditionnelle dans la médecine populaire**

En médecine traditionnelle, diverses parties de *Juniperus phoenicea* sont couramment utilisées pour leurs vertus thérapeutiques. Les rameaux, les feuilles et les fruits de cette espèce renferment des composés bioactifs, notamment des huiles essentielles, intégrés dans des préparations à visée antiseptique et anti-inflammatoire (Abu-Darwish *et al.*, 2014).

Les cônes, les rameaux, et plus particulièrement les jeunes pousses, sont utilisés en infusion pour leurs effets diurétiques, stomachiques et digestifs. Les feuilles, quant à elles, sont souvent administrées en décoction dans le traitement des affections broncho-pulmonaires, mais aussi pour aider à réguler la glycémie chez les personnes diabétiques, favoriser la cicatrisation des ulcères, soulager les rhumatismes et traiter divers troubles digestifs tels que la diarrhée (Ennajar *et al.*, 2009).

Par ailleurs, les fruits séchés (baies ou cônes), une fois réduits en poudre, sont appliqués localement pour traiter les ulcérations cutanées et les abcès. Le décocté de ces fruits est également utilisé pour atténuer les vomissements (Laouar, 2018).

- **Applications actuelles en pharmacologie et en cosmétique**

En pharmacologie, les extraits de *Juniperus phoenicea* sont principalement valorisés pour leurs propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires et antidiabétiques, ce qui ouvre la voie à leur utilisation comme agents naturels dans le développement de traitements complémentaires ou préventifs. Des études ont également mis en évidence un

potentiel cytotoxique intéressant contre certaines lignées cellulaires cancéreuses, suggérant une perspective dans la recherche anticancéreuse (**Mansour et al., 2023**).

Sur le plan cosmétique, *Juniperus phoenicea* est intégré dans des formulations de soins pour la peau et les cheveux, en raison de son activité antioxydante, purifiante et apaisante. Ses extraits sont notamment utilisés dans des produits destinés aux peaux à tendance acnéique, aux cuirs chevelus irrités ou aux soins anti-âge, renforçant ainsi son statut d'ingrédient naturel multifonctionnel (**Zubi et al., 2025**).

- **Potentiel des extraits dans l'industrie agroalimentaire**

*Juniperus phoenicea* se distingue par sa richesse en huiles essentielles et en polyphénols, qui lui confèrent une activité antimicrobienne notable, en particulier contre plusieurs agents pathogènes d'origine alimentaire. Grâce à cette propriété, *J. phoenicea* représente une alternative naturelle prometteuse aux conservateurs chimiques dans le secteur agroalimentaire, contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité sanitaire et à l'allongement de la durée de conservation des produits (**Asbabou et al., 2024**).

Par ailleurs, sa composition chimique lui confère aussi des propriétés antioxydantes, antidiabétiques et anti-obésité, validées par plusieurs études expérimentales. Ces effets fonctionnels positionnent *Juniperus phoenicea* comme un ingrédient de choix pour le développement de formulations alimentaires à forte valeur nutritionnelle, susceptibles de contribuer à la prévention de certaines pathologies métaboliques (**Didouh et al., 2024**).

#### **1.1.2.5. Précautions d'usage et toxicité éventuelle**

Malgré les effets bénéfiques reconnus des composés bioactifs de *Juniperus phoenicea*, notamment en termes d'activités antioxydantes et antimicrobiennes, leur usage doit faire l'objet d'une prudence particulière. Comme c'est le cas pour toute substance végétale concentrée, des risques d'irritation, de sensibilisation ou d'effets indésirables peuvent survenir en cas de mauvaise utilisation ou de surdosage.

À ce jour, les données disponibles concernant la toxicité à long terme et les éventuels effets secondaires chez l'être l'humain demeurent limitées. Il est donc recommandé de restreindre l'utilisation de ces extraits à un cadre bien défini, d'éviter l'automédication, et de faire preuve de vigilance accrue chez les populations sensibles telles que les enfants, les femmes enceintes ou les personnes présentant des pathologies chroniques (**Chelouati et al., 2023**).

## **Chapitre 2**

Activités biologiques d'*Artemisia herba alba* et de  
*Juniperus phoenicea*

## 2. Activités biologiques d'*Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicea*

Grâce à la richesse des deux espèces *Artemisia herba alba* et *Juniperus phoenicea* en composés bioactifs aux effets pharmacologiques variés, de nombreuses études scientifiques leur portent un intérêt croissant afin de mieux explorer et valoriser leurs différentes propriétés biologiques.

Dans ce chapitre, et pour chacune de ces plantes, les activités antioxydantes et antimicrobiennes seront traitées en priorité, avant d'élargir l'analyse à d'autres effets biologiques rapportés dans la littérature.

### 2.1. Activités biologiques d'*Artemisia herba alba*

#### 2.1.1. Activité antioxydante

L'activité antioxydante constitue l'un des axes les plus étudiés chez *Artemisia herba-alba*, en raison de sa richesse en composés phénoliques, flavonoïdes, tanins et autres métabolites secondaires à fort potentiel réducteur. Ces substances, connues pour leur capacité à piéger les radicaux libres, à chélater les métaux de transition et à inhiber les processus d'oxydation, contribuent à la prévention du stress oxydatif, un phénomène impliqué dans de nombreuses pathologies chroniques telles que les cancers, les maladies cardiovasculaires ou le diabète (**Abd-Alrasoul et Al-Saadi, 2022**).

De nombreux travaux ont mis en évidence l'efficacité des extraits d'*A. herba-alba* dans différents systèmes modèles d'évaluation de l'activité antioxydante. Des tests comme le DPPH, l'ABTS ou encore le FRAP ont permis de quantifier cette capacité à neutraliser les espèces réactives de l'oxygène (**Medjili et Zaghdane, 2018**).

Dans la majorité des cas, les extraits hydroalcooliques ont montré une activité antioxydante significative, attribuée principalement à leur forte teneur en polyphénols et flavonoïdes.

Par ailleurs, l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba*, riche en monoterpènes oxygénés tels que le camphre, la 1,8-cinéole et la thuyone, présente également un potentiel antioxydant. Bien que souvent moins active que les extraits hydrosolubles dans les tests classiques, elle peut exercer un effet complémentaire en synergie avec d'autres fractions végétales (**El Hadjli et al., 2024**).

La variabilité de l'activité antioxydante peut toutefois dépendre de plusieurs facteurs, notamment la zone géographique, la période de récolte, la partie végétale utilisée, ainsi que le solvant d'extraction, qui influencent directement la composition chimique des extraits (**Falleh et al., 2021**).

En somme, les nombreuses études convergent pour attribuer à *Artemisia herba-alba* un fort potentiel antioxydant, faisant de cette espèce une candidate prometteuse dans le développement de formulations naturelles à visée préventive ou thérapeutique contre les effets délétères du stress oxydatif.

### **2.1.2. Activité antimicrobienne**

L'activité antimicrobienne d'*Artemisia herba-alba* a suscité un vif intérêt en raison de son usage traditionnel dans le traitement des infections cutanées, digestives et respiratoires. Plusieurs études ont confirmé scientifiquement ce potentiel en démontrant une action significative contre divers microorganismes pathogènes, incluant des bactéries Gram positives, Gram négatives, ainsi que certaines levures et champignons filamenteux (**Amor et al., 2019**).

Cette activité est largement attribuée à la richesse de la plante en composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les tanins, les lactones sesquiterpéniques et les huiles essentielles. Ces substances agissent par différents mécanismes : altération de la membrane cellulaire, inhibition enzymatique ou interférence avec les voies métaboliques essentielles des microorganismes (**Ed-Dra et al., 2021**).

Les extraits hydroalcooliques d'*Artemisia herba-alba* se sont révélés particulièrement efficaces contre des souches pathogènes comme *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ou *Candida albicans*, avec des zones d'inhibition comparables à certains antibiotiques de référence, selon les concentrations utilisées (**Bekka-Hadji et al., 2022**).

L'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba*, quant à elle, présente une activité antimicrobienne notable, notamment en raison de sa forte teneur en composés volatils tels que le camphre, la thuyone et la 1,8-cinéole. Ces molécules, lipophiles, peuvent perturber l'intégrité membranaire des bactéries et induire une fuite du contenu intracellulaire, entraînant la mort cellulaire (**El Ouardi et al., 2024**).

Cependant, l'efficacité antimicrobienne varie selon plusieurs facteurs : la méthode d'extraction, la concentration, la souche microbienne testée, ainsi que l'origine géographique et botanique de la plante. Certaines études rapportent également une synergie entre les différents composés de l'extrait brut, suggérant que l'effet global peut être supérieur à celui des constituants isolés (**Houti et al., 2023**).

En conclusion, les recherches actuelles confirment que *Artemisia herba-alba* possède une activité antimicrobienne prometteuse, justifiant son usage ethno-pharmacologique et

ouvrant des perspectives intéressantes dans le développement d'agents antimicrobiens naturels, notamment face à la montée de la résistance aux antibiotiques (**Kadri et al., 2022**).

### **2.1.3. Autres activités biologiques**

En plus de ses effets antioxydants et antimicrobiens bien établis, *Artemisia herba-alba* présente d'autres activités biologiques intéressantes. Plusieurs études ont mis en évidence son potentiel anti-inflammatoire, attribué à la présence de flavonoïdes et de lactones sesquiterpéniques capables d'inhiber la production de médiateurs pro-inflammatoires (**Asdadi et al., 2020**).

Une activité antiparasitaire significative a été également démontrée, notamment contre *Leishmania spp.*, *Plasmodium spp.* et certains protozoaires, en lien avec les propriétés membranotoxiques de certains composants de son huile essentielle (**Aloui et al., 2016**). Par ailleurs, son effet hypoglycémiant observé chez l'animal suggère un intérêt potentiel dans la gestion du diabète de type 2 (**Sekiou et al., 2021**).

Enfin, des études préliminaires ont révélé une activité cytotoxique sur certaines lignées cellulaires tumorales, ouvrant des perspectives intéressantes dans le domaine de la recherche anticancéreuse (**Bou Malhab et al., 2024**).

L'ensemble de ces résultats conforte l'intérêt thérapeutique d'*Artemisia herba-alba* et justifie la poursuite des investigations pour mieux exploiter son potentiel pharmacologique.

## **2.2. Activités biologiques de *Juniperus phoenicea***

### **2.2.1. Activité antioxydante**

L'activité antioxydante de *Juniperus phoenicea* a suscité un intérêt particulier en raison de sa richesse en composés phénoliques, flavonoïdes, lignanes et terpènes, reconnus pour leur capacité à neutraliser les espèces réactives de l'oxygène (ROS). Ces molécules exercent une action protectrice en piégeant les radicaux libres, en inhibant les réactions de peroxydation lipidique, et en chélatant certains métaux pro-oxydants (**Asbabou et al., 2024**). Plusieurs travaux ont évalué cette activité à travers des tests *in vitro* tels que le DPPH, l'ABTS, le FRAP ou encore la réduction du peroxyde d'hydrogène. Dans l'ensemble, les extraits hydroalcooliques, en particulier ceux des baies et des feuilles, ont révélé un fort pouvoir antioxydant, souvent corrélé à leur teneur élevée en polyphénols totaux (**Chelouati et al., 2023**).

Par ailleurs, l'huile essentielle extraite de *Juniperus phoenicea*, bien que généralement moins active que les extraits hydrosolubles dans les tests classiques, contient des monoterpènes et sesquiterpènes (comme l' $\alpha$ -pinène, le sabinène, ou encore le limonène) pouvant contribuer à l'activité antioxydante par des mécanismes complémentaires (**Asbabou et al., 2024**).

Il est important de souligner que cette activité peut varier selon plusieurs facteurs, notamment la partie de la plante utilisée, la méthode d'extraction, la maturité des fruits, ou encore les conditions environnementales et géographiques (**Khalil et al., 2025**).

En somme, *Juniperus phoenicea* apparaît comme une source végétale prometteuse d'antioxydants naturels, pouvant être valorisée dans la formulation de produits à visée préventive contre les désordres liés au stress oxydatif.

### **2.2.2. Activité antimicrobienne**

*Juniperus phoenicea* possède une activité antimicrobienne bien documentée, qui a été largement étudiée contre un large spectre de micro-organismes, incluant des bactéries pathogènes à Gram positif et Gram négatif, ainsi que plusieurs souches fongiques. Cette propriété est principalement attribuée à la présence de composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les tanins, et surtout les constituants volatils de son huile essentielle, notamment l' $\alpha$ -pinène, le sabinène, le limonène et le  $\beta$ -myrcène (**Bouyahyaoui et al., 2016**).

Des études *in vitro* ont révélé que les extraits de *J. phoenicea*, qu'ils soient aqueux, alcooliques ou sous forme d'huiles essentielles, inhibent efficacement la croissance de diverses souches pathogènes. Les tests couramment utilisés, tels que la diffusion en gélose, la détermination des concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricide (CMB), ont permis de quantifier cette activité (**Alhadad et al., 2023**). Les résultats indiquent une action antimicrobienne significative, en particulier contre les bactéries à Gram positif comme *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, mais également contre certaines bactéries à Gram négatif telles que *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*. Des effets antifongiques ont également été rapportés, notamment contre *Candida albicans*, soulignant l'étendue du spectre d'action de cette espèce (**Raho et al., 2017**).

Certaines études ont également mis en évidence un effet synergique entre les extraits de *J. phoenicea* et certains antibiotiques conventionnels, suggérant un potentiel d'utilisation dans la lutte contre les souches multirésistantes. L'efficacité antimicrobienne varie toutefois selon les parties de la plante utilisées (feuilles, baies, rameaux), le solvant d'extraction, et les conditions environnementales de croissance (**Alhadad et al., 2023**).

Ainsi, *Juniperus phoenicea* se distingue par un fort potentiel antimicrobien naturel, pouvant être exploité dans le domaine pharmaceutique, cosmétique ou agroalimentaire comme alternative ou complément aux agents antimicrobiens de synthèse.

### 2.2.3. Autres activités biologiques

*Juniperus phoenicea* se distingue par un ensemble d'effets biologiques complémentaires, soutenus par sa richesse en composés volatils, diterpènes et flavonoïdes spécifiques. Son action anti-inflammatoire a été notamment rapportée dans des modèles d'induction de l'inflammation, où ses extraits ont réduit l'œdème et l'infiltration cellulaire, suggérant un mécanisme d'inhibition des voies enzymatiques comme la COX-2 (**Zouari Boussaid et al., 2018**). Sur le plan diurétique et néphroprotecteur, des expérimentations ont montré une amélioration des paramètres rénaux chez des animaux traités, indiquant un rôle potentiel dans la gestion des troubles urinaires ou rénaux (**Lafraxo et al., 2024**).

En phytothérapie traditionnelle, *J. phoenicea* est également utilisé pour ses effets antispasmodiques et digestifs, grâce à certains composants terpénés qui modulent la motricité intestinale. Enfin, quelques études ont souligné des effets protecteurs du foie (hépatoprotecteurs), associés à la capacité des extraits à réguler les enzymes hépatiques et à réduire les dommages oxydatifs (**Hasnat et al., 2023**). Ces propriétés spécifiques confèrent à cette espèce un profil pharmacologique distinct, qui justifie son intérêt dans divers domaines de la médecine naturelle.

### 2.3. Convergence et spécificités des activités biologiques des plantes étudiées

*Artemisia herba-alba* et *Juniperus phoenicea* partagent plusieurs propriétés biologiques, notamment leurs effets antioxydants et antimicrobiens largement démontrés. Cette convergence s'explique par leur richesse respective en composés bioactifs, bien que les familles chimiques diffèrent selon la plante.

Cependant, chaque espèce présente également des spécificités :

- *Artemisia herba-alba* se distingue par son effet antiparasitaire et antidiabétique.
- *Juniperus phoenicea*, quant à lui, présente un effet diurétique et une activité antifongique plus marquée.

La complémentarité de ces deux plantes en fait des candidats de choix pour une utilisation synergique dans des formulations à visée thérapeutique, alimentaire ou cosmétique, d'autant plus que leur toxicité est faible à doses modérées (**Bouafia et al., 2021**).

## **Partie Expérimentale**

# **Matériel & Méthodes**

### 3. Matériel & Méthodes

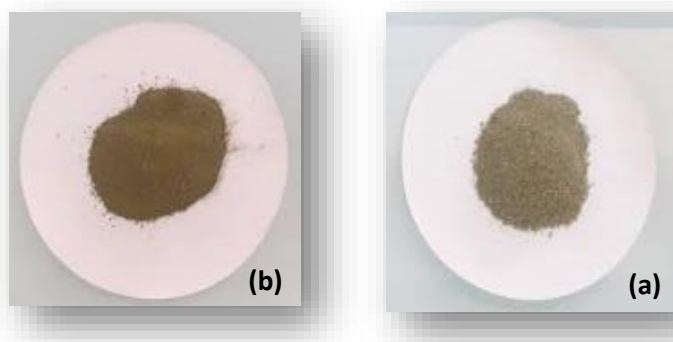
#### 3.1. Objectif de l'étude

Cette étude vise à évaluer certaines activités biologiques d'*Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicea*, en mettant en évidence leurs propriétés pharmacologiques et leur potentiel en médecine traditionnelle. Plus spécifiquement, elle a pour objectif de caractériser la composition phytochimique des deux plantes en identifiant les principaux composés bioactifs (polyphénols, flavonoïdes, tanins, etc.), d'évaluer l'activité antioxydante de leurs extraits par le test de piégeage des radicaux libres (DPPH), et d'analyser leur activité antimicrobienne contre certaines souches pathogènes. Une étude comparative des extraits permettra de mieux appréhender leurs potentiels pharmacologiques respectifs.

#### 3.2. Matériel végétal

##### 3.2.1. Collecte et prétraitement des échantillons

Les échantillons d'*Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicea* ont été collectés respectivement dans une zone steppique de l'ouest algérien et à Stidia, dans la région de Mostaganem. Les parties aériennes des deux espèces, principalement les feuilles, ont été prélevées, nettoyées, puis séchées à température ambiante dans l'obscurité pendant 15 jours. Elles ont ensuite été broyées en une poudre fine (voir photo 3) et conservées dans des bocaux hermétiques à l'abri de l'humidité jusqu'à leur utilisation.



**Photo 3.** Poudre végétale d'*Artemisia herba alba* (a) et de *Juniperus phoenicea* (b)

##### 3.2.2. Préparation des extraits

L'extraction a été réalisée par macération à froid de la poudre végétale pendant 24 heures, en utilisant deux solvants différents : d'abord du méthanol à 75%, puis de l'éthanol à la même concentration. Les extraits obtenus ont été ensuite filtrés (voir photo 4) à l'aide d'un papier filtre Whatman N°1, puis concentrés à l'aide d'un rotavapor.

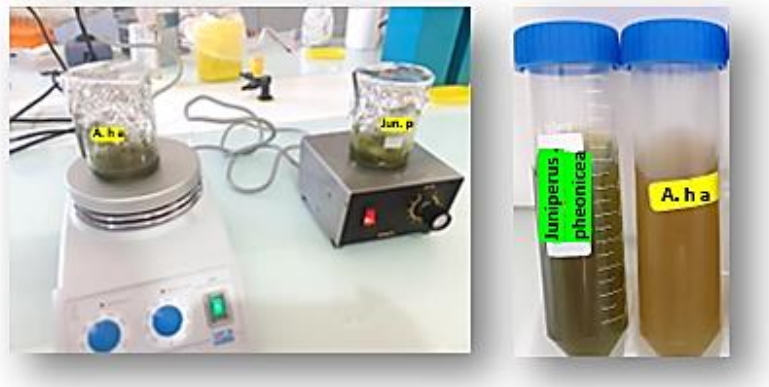


Photo 4. Etape de macération et extraits obtenus après filtration.

### 3.3. Analyse qualitative des principaux composés bioactifs

#### 3.3.1. Criblage phytochimique

Le criblage phytochimique est une approche qualitative visant à détecter la présence ou l'absence de certains composés bioactifs dans les extraits végétaux. Il repose sur des réactions de coloration ou la formation de précipités après l'ajout de réactifs spécifiques (**Haddouchi et al., 2016**).

Dans cette étude, le criblage phytochimique a été réalisé afin d'identifier la présence de divers métabolites primaires et secondaires, notamment les alcaloïdes, polyphénols, flavonoïdes, tanins, sucres réducteurs, saponines, terpénoïdes, stéroïdes, etc.

- **Détection des alcaloïdes**

Test d'iode : 3 ml d'extraits sont mélangés à quelques gouttes d'une solution d'iode. L'apparition d'une couleur bleue, qui disparaît à l'ébullition puis réapparaît au refroidissement, indique la présence des alcaloïdes (**Junaid et Patil, 2020**).

- **Détection des acides phénoliques**

Test au chlorure de fer : 2 ml d'extrait ont été traités avec 3 gouttes de solution de chlorure ferrique à 10 %. La formation d'une couleur noirâtre avec une teinte bleuâtre indique la présence de phénols (**Cavazos, 2021**).

- **Détection des flavonoïdes**

Test au réactif alcalin : 3 ml d'extrait végétal ont été traités avec 1 ml d'une solution de NaOH à 10 %. L'apparition d'une couleur jaune intense indique la présence de flavonoïdes (**Mashinini et al., 2023**).

- **Détection des tanins**

Test au chlorure de fer : Ajouter à 1 ml d'extrait quelques gouttes d'une solution aqueuse de  $\text{FeCl}_3$  à 2 %. Une coloration vert foncé ou noir bleuâtre révèle la présence de tanins (**Pant et al., 2024**).

- **Détection des sucres réducteurs**

Test de Fehling : Pour la détection des sucres réducteurs, 2 mg d'extrait ont été mélangés avec 0,5 ml de réactif de Fehling, qui était une combinaison des solutions de Fehling A et B préparées avant utilisation. Après l'ajout de 2 ml de solution d'hydroxyde de sodium au mélange, celui-ci a été chauffé dans un bain-marie à 100°C pendant 10 minutes. La présence d'un précipité brun-rouge dans l'échantillon indique la présence de sucres réducteurs (**Kamal et al., 2024**).

- **Détection des saponines**

Test de mousse : Dans ce test, 4 ml d'extrait sont vigoureusement agité dans un tube à essai pendant 2 minutes. Si une mousse d'environ 5 cm se forme en l'espace de 10 minutes, cela indique la présence de saponines (**Hassan et al., 2020**).

- **Détection des terpinoïdes**

Test de Salkowski : L'extrait est mélangé avec 2 ml de chloroforme et 3 ml d'acide sulfurique concentré (ajoutés soigneusement pour former une couche). L'apparition d'une couleur brun-rouge indique la présence de terpénoïdes (**Nortjie et al., 2022**).

- **Détection des stéroïdes**

Pour détecter la présence de stéroïdes, un volume d'extrait a été mélangé avec un volume égal de chloroforme, suivi de l'ajout délicat de quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. L'apparition d'un anneau brun-rougeâtre est une indication positive de la présence de stéroïdes (**Mathe et al., 2024**).

### 3.5. Dosage quantitatif des principaux composés bioactifs

#### 3.5.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur totale en polyphénols des extraits d'*Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicea* a été déterminée selon la méthode au Folin-Ciocalteu (**Singleton et al., 1999**).

Une quantité de 250  $\mu\text{l}$  d'extrait a été mélangée à 2 ml d'eau distillée et 250  $\mu\text{l}$  de réactif de Folin-Ciocalteu fraîchement préparé (0,2 N). Après une incubation de 2 minutes, 500  $\mu\text{l}$  de carbonate de sodium ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) à 7,5 % (p/v) ont été ajoutés au mélange précédent. La solution obtenue a ensuite été incubée pendant 30 minutes à température ambiante, dans l'obscurité.

L'absorbance a été mesurée à une longueur d'onde de 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible et les résultats obtenus ont été exprimés en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg GAE/g MS)  $\pm$  écart-type (Ayad *et al.*, 2022). La valeur moyenne de la teneur totale en composés phénoliques a été calculée à partir d'une expérience réalisée en triplicat.

### 3.5.2. Dosage des flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes totaux des différents extraits de *Juniperus* et *d'Artemisia* a été évaluée en utilisant le test colorimétrique au chlorure d'aluminium décrit par Chang *et al.* (2002). Une aliquote de 0,5 ml de la solution d'échantillon diluée a été ajoutée à 1,5 ml de méthanol (MeOH), 0,1 ml de chlorure d'aluminium à 10 % (AlCl<sub>3</sub>), 0,1 ml d'acétate de potassium 1 M (CH<sub>3</sub>COOK) et 2,8 ml d'eau distillée. Après une incubation de 30 minutes à température ambiante, l'absorbance du mélange réactionnel a été mesurée à 415 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible. Pour le blanc, la quantité de chlorure d'aluminium a été remplacée par la même quantité d'eau distillée.

La quercétine a été utilisée comme standard de référence pour établir la courbe d'étalonnage, et la teneur totale en flavonoïdes a été exprimée en mg d'équivalents quercétine (EQE)/g d'extrait (poids sec)  $\pm$  écart-type (Taviano *et al.*, 2011). La valeur moyenne de la teneur totale en flavonoïdes a été aussi obtenue à partir d'une expérience réalisée en triplicat.

### 3.5.3. Dosage des tanins condensés

La teneur en tannins de nos extraits a été estimée par la méthode décrite par Julkunen-Tiitto (1985). Un volume de 50  $\mu$ l de chaque extrait est ajouté à 1500  $\mu$ l d'une solution de vanilline/méthanol à 4 %, puis homogénéisé à l'aide d'un vortex. Par la suite, 750  $\mu$ l d'acide chlorhydrique concentré (HCl) sont ajoutés, et la réaction est laissée maintenue à température ambiante pendant 20 minutes. L'absorbance est ensuite mesurée à 500 nm contre un blanc.

La courbe d'étalonnage a été réalisée en utilisant la catéchine, et la teneur en tannins condensés a été exprimée en mg d'équivalents catéchine par gramme d'extrait sec (mg ECA/g ES)  $\pm$  écart-type (Laouar, 2018). La valeur moyenne a été calculée à partir de trois répétitions expérimentales.

### 3.6. Evaluation de quelques activités biologiques

#### 3.6.1. Activité antioxydante

- **Test de piégeage des radicaux libre (DPPH)**

Le pouvoir de neutralisation des radicaux libres des extraits éthanoïques et méthanoïques de *Juniperus* et d'*Artemisia* a été évalué en utilisant le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH), selon la méthode décrite par **Huang et al. (2011)**.

Les substances antioxydantes réagissent avec le radical libre DPPH stable (qui présente une couleur violette intense) et le convertissent en 1,1-diphényl-2-picrylhydrazine, ce qui entraîne une décoloration. Les échantillons ont été mélangés avec une solution méthanoïque de DPPH (0,02 mM) et incubés à l'obscurité pendant 30 minutes à température ambiante. L'absorbance des échantillons a ensuite été mesurée à 517 nm, et le pouvoir de piégeage du DPPH des extraits a été déterminé à l'aide de la formule suivante :

$$DPPH \text{ activity } (\%) = [(A_0 - A_s/A_0)] \times 100$$

Où :

$A_0$  est la valeur d'absorbance du témoin négatif

$A_s$  est l'absorbance de l'échantillon testé après 30 minutes d'incubation.

Le témoin positif était l'acide ascorbique (standard de référence)

L'activité de piégeage des échantillons a été exprimée en termes de  $IC_{50}$ , qui représente la concentration nécessaire pour induire une activité de piégeage de 50 % du radical DPPH (**El Hajli et al., 2024**).

#### 3.6.2. Activité antimicrobienne

- **Souches utilisées**

Les souches utilisées pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne étaient : *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* et *Candida albicans*, issues de la Collection des Microorganismes pathogènes de l'Université de Mostaganem.

Les différentes souches ont été réactivées dans un bouillon nutritif stérile (BN) et incubées pendant 24 heures à 37 °C, puisensemencées dans un milieu solide (Gélose nutritive) afin de vérifier la pureté des isolats après une deuxième incubation.

Le nombre d'unités formant des colonies (UFC) des cultures ont été estimé par mesure de la densité optique à 600 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, jusqu'à obtention de la dilution de travail souhaitée.

- **Test de diffusion en milieu solide (méthode des disques)**

La méthode de diffusion sur milieu gélosé a été utilisée afin d'évaluer l'activité antimicrobienne des extraits de *Juniperus phoenicea* et *Artemisia herba-alba*. Des boîtes de Petri contenant du milieu Müller-Hinton (MH) ont étéensemencées de manière homogène avec un inoculum bactérien standardisé, ajusté à 0,5 McFarland, correspondant à une concentration approximative de  $1,5 \times 10^8$  UFC/ml, puis des disques de papier filtre stériles, d'environ 6 mm de diamètre, ont été imprégnés d'une quantité définie de l'extrait à tester, et déposés délicatement à la surface du milieu. Après incubation de 24 heures à 37°C, l'activité antimicrobienne a été évaluée par la mesure du diamètre des zones d'inhibition formées autour des disques, exprimées en millimètres (Balouiri *et al.*, 2016). Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse pour garantir la précision.

- **Détermination des CMI et des CMB**

La détermination de la CMI a été accomplie en se basant sur le protocole décrit par Parvekar *et al.* (2020) avec quelques modifications.

Dans une plaque de microtitration à 96 puits, 100 µl de bouillon MH ont été déposés dans chaque puits à l'aide d'une pipette multicanaux. Un volume de 200 µl d'extrait a été ajouté dans le premier puits de la rangée, puis une dilution en série a été effectuée en prélevant 100 µl d'extrait du premier puits pour les transférer dans le second. Ce processus a été répété jusqu'au dixième puits par brassage (dans le dernier puits, le volume excédentaire a été éliminé afin d'obtenir un volume identique dans tous les puits testés).

Un volume de 10 µl d'un inoculum à  $10^6$  UFC/ml a été ajouté dans chaque puits (1 à 10) et les deux puits restant ont été utilisés comme témoin positif (MH + inoculum) et négatif (MH seul). La microplaque a été par la suite incubé à 37 °C pendant 24 heures (Mértiri *et al.*, 2024).

Après incubation, 50 µl d'un réactif de chlorure de Triphenyltetrazolium à 5 mg/ml ont été ajoutés à chaque puits de la microplaque et réincubés à 37 °C pendant 3 heures (Gharbani *et al.*, 2023).

La détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB) a été effectuée par la suite en prélevant 10 µl des puits, à partir des différentes concentrations ne présentant aucune croissance bactérienne visible. Ces volumes ont étéensemencés sur des boîtes de Pétri contenant un milieu nutritif solidifié, puis incubé à 37 °C. Les résultats ont été évalués après une période d'incubation de 18 à 24 heures.

## **Résultats & Discussion**

## 4. Résultats & Discussion

### 4.1. Résultats d'analyses phytochimiques des extraits végétaux

#### 4.1.1. Criblage phytochimique

L'étude phytochimique des extraits végétaux d'*Artemisia herba-alba* et de *Juniperus phoenicea* a permis de détecter la présence de divers composés bioactifs, suggérant des potentialités thérapeutiques spécifiques à chaque espèce.

Les résultats du criblage phytochimique, détaillés dans le tableau 1, montrent une présence des alcaloïdes dans les extraits méthanoïques et éthanoïques des deux espèces, avec une intensité plus marquée dans l'extrait éthanoïque de *Juniperus phoenicea*. En parallèle, les sucres réducteurs faiblement présents dans l'extrait méthanoïque d'*Artemisia herba-alba*, dévoilent une concentration nettement plus élevée dans le même extrait de *Juniperus*. Cette variation dans les profils des sucres réducteurs se retrouve également dans la présence des polyphénols, détectés dans tous les extraits, avec une plus grande abondance dans l'extrait éthanoïque de *Juniperus phoenicea* par rapport aux autres extraits. Les flavonoïdes, quant à eux, apparaissent en quantité importante dans les extraits méthanoïques, bien que leur concentration soit plus modérée dans les extraits éthanoïques des deux plantes.

Les tanins, aussi présents dans tous les extraits sans distinction entre les plantes ou les solvants utilisés, témoignent de leur forte abondance dans les deux espèces. En revanche, les saponines sont absentes dans les extraits des deux plantes, tandis que les stéroïdes ne se retrouvent que dans les extraits éthanoïques et méthanoïques de *Juniperus phoenicea*.

Enfin, les terpenoïdes sont observés dans les extraits des deux espèces, qu'ils soient méthanoïques ou éthanoïques.

Les résultats ainsi obtenus, montrent une richesse et une variété de composés bioactifs dans chaque plante, mettant en évidence des profils chimiques distincts qui pourraient expliquer leurs potentiels thérapeutiques spécifiques et diversifiés.

**Tableau 1.** Résultats du criblage phytochimique des extraits d'*Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicea*.

Extraits	<i>Artemisia herba alba</i>		<i>Juniperus phoenicea</i>	
	Extrait éthanoïque	Extrait méthanoïque	Extrait éthanoïque	Extrait méthanoïque
Métabolites				
Alcaloïdes	+	+	++	+
Sucres réducteurs	±	±	±	+
Polyphénols	+	+	++	+
Flavonoïdes	+	++	+	++
Tanins	+	+	+	+
Saponines	-	-	-	-
Stéroïdes	-	-	+	+
Terpenoïdes	+	+	+	+

++ : Présence marquée des composés, + : Présence, ± : Plus ou moins, - : Absence totale

#### 4.1.2. Dosage quantitatif des principaux composés bioactifs

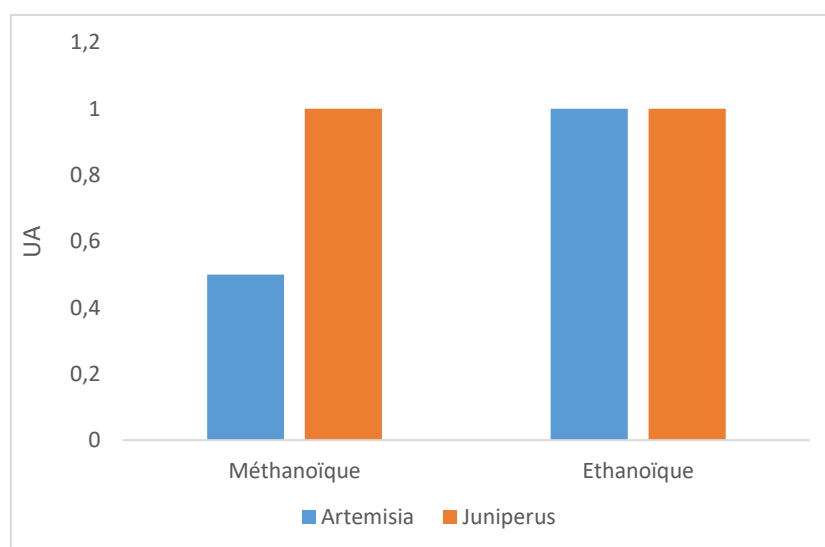
Le dosage quantitatif des principaux composés bioactifs, notamment les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins, a été réalisé sur les extraits méthanoïques et éthanoïques d'*Artemisia herba alba* et *Juniperus phoenicea* afin d'évaluer la teneur relative de ces métabolites secondaires dans les extraits sélectionnés.

Les résultats obtenus permettront de comparer l'efficacité des solvants utilisés pour l'extraction ainsi que la richesse en composés bioactifs de chacune des espèces étudiées. Les données qui suivent présentent les concentrations respectives de chaque famille de composés dans les différents extraits.

##### • Teneur en polyphénols totaux

Les résultats du dosage des polyphénols montrent que l'extrait méthanoïque de *Juniperus phoenicea* possède la teneur la plus élevée en acides phénoliques, suivie de près par l'extrait éthanoïque de la même plante. Cela suggère que cette espèce est particulièrement riche en composés phénoliques, indépendamment du solvant utilisé. En revanche, pour *Artemisia herba-alba*, l'extrait éthanoïque présente une teneur plus élevée que le méthanoïque, ce qui indique que l'éthanol est plus efficace pour extraire les polyphénols de cette espèce.

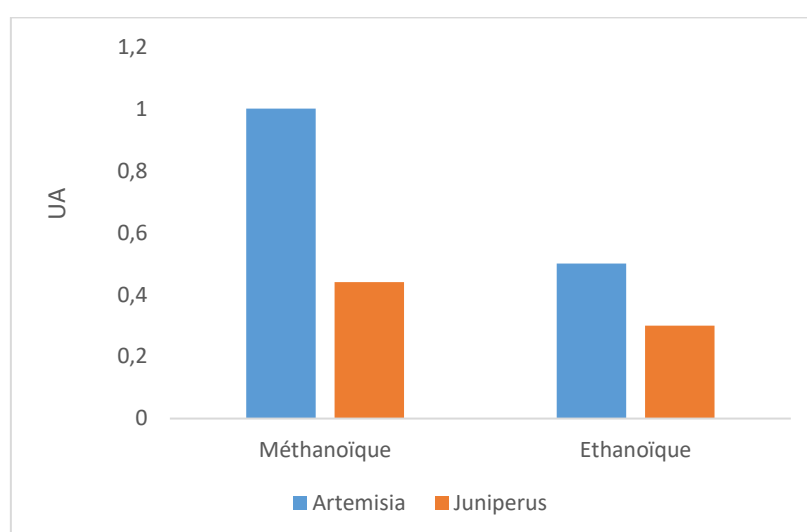
Ces différences peuvent s'expliquer par la polarité des solvants, la nature des composés présents dans chaque espèce, ainsi que par des interactions solvant-matrice végétale.



**Figure 3.** Teneurs en polyphénols des extraits méthanoïque et éthanoïque d'*Artemisia herba alba* et *Juniperus phoenicea* (en mg GAE/g d'extrait)

- **Teneur en flavonoïdes totaux**

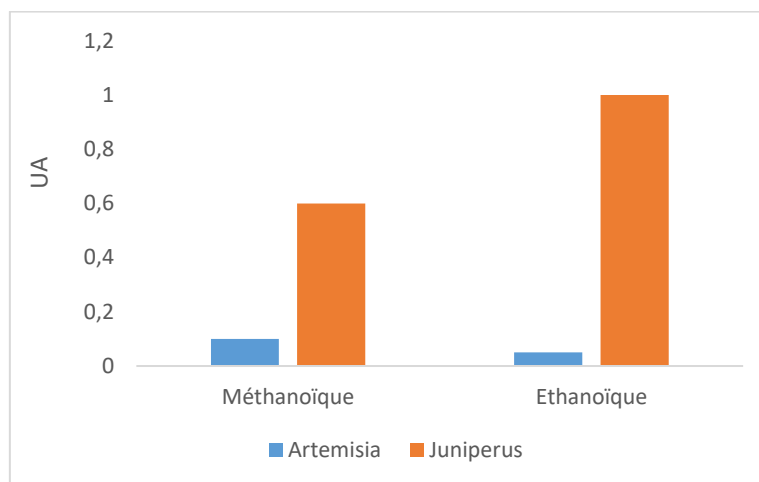
Contrairement aux résultats des acides phénoliques, l'extrait méthanoïque d'*Artemisia herba-alba* se distingue par une très forte teneur en flavonoïdes, surpassant nettement toutes les autres valeurs obtenues. Cette espèce apparaît ainsi comme est une source particulièrement prometteuse de flavonoïdes, des composés largement reconnus pour leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires. À l'inverse, *Juniperus phoenicea* présente des teneurs beaucoup plus faibles, ce qui pourrait indiquer une moindre richesse en ces composés ou une extraction moins efficace pour ce type de molécule.



**Figure 4.** Teneurs en flavonoïdes des extraits méthanoïque et éthanoïque d'*Artemisia herba alba* et *Juniperus phoenicea* (en mg EQE/g d'extrait)

- **Teneur en tanins**

Selon les résultats obtenus (figure 5), l'extrait éthanoïque de *Juniperus phoenicea* affiche la teneur la plus élevée en tanins, ce qui témoigne de la richesse de cette espèce en composés à effet astringent, souvent associés à des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires. En revanche, l'extrait éthanoïque d'*Artemisia herba-alba* présente la teneur la plus faible, suggérant une plus faible concentration en tanins dans cette espèce.



**Figure 5.** Teneurs en tanins des extraits méthanoïque et éthanoïque d'*Artemisia herba alba* et *Juniperus phoenicea* (en mg ECA/g d'extrait)

## 4.2. Résultats d'analyse des activités biologiques des extraits

### 4.2.1. Activité antioxydante

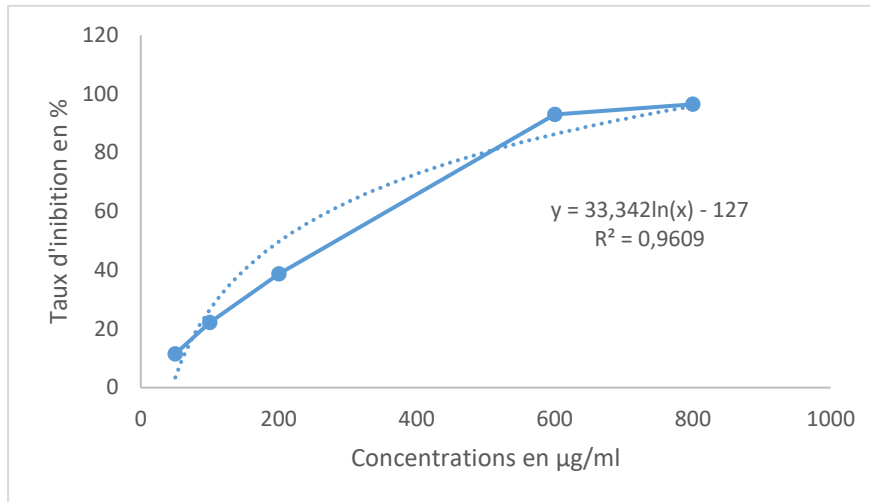
#### • Résultats du test DPPH

L'activité antioxydante, évaluée par le test DPPH, a été exprimée en termes de concentration inhibitrice 50 ( $IC_{50}$ ), correspondant à la concentration d'extrait nécessaire pour réduire de 50 % l'absorbance initiale du radical DPPH. Une valeur d' $IC_{50}$  plus faible traduit ainsi un pouvoir antioxydant plus élevé.

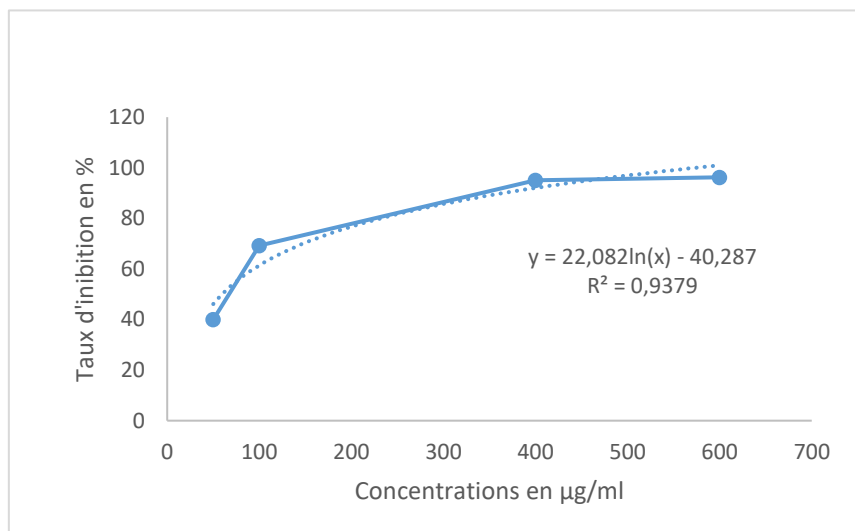
Les résultats obtenus, illustré par les figures 6 à 9, révèlent des variations significatives de l'activité antioxydante selon les espèces végétales étudiées et les solvants utilisés pour l'extraction.

Pour *Artemisia herba-alba*, l'extrait méthanoïque s'est montré plus actif que l'extrait éthanoïque, suggérant une meilleure efficacité du méthanol pour l'extraction des composés antioxydants.

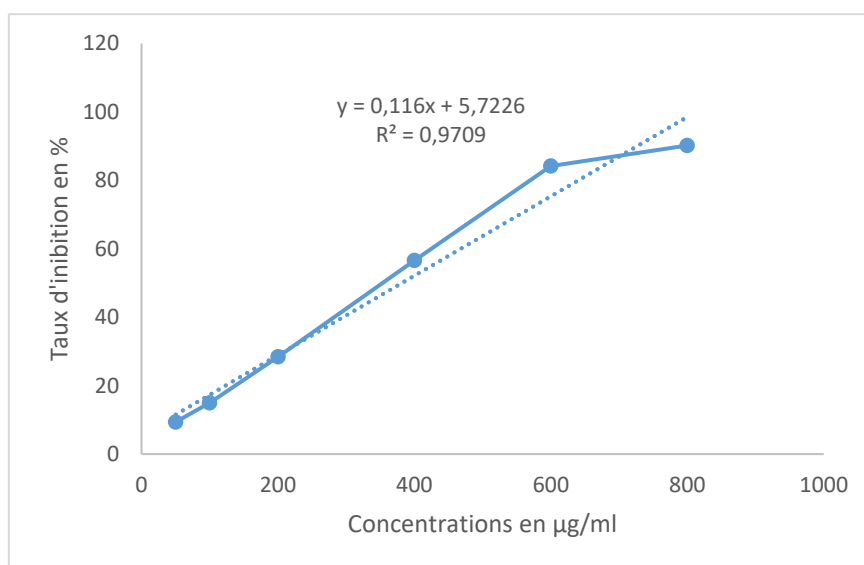
En revanche, *Juniperus phoenicea* s'est distinguée par une activité antioxydante nettement plus élevée. Là encore, le méthanol a permis d'obtenir une meilleure efficacité d'extraction des antioxydants. Ces résultats témoignent de la richesse plus importante en composés réducteurs chez *Juniperus phoenicea*, capables de neutraliser efficacement le radical DPPH.



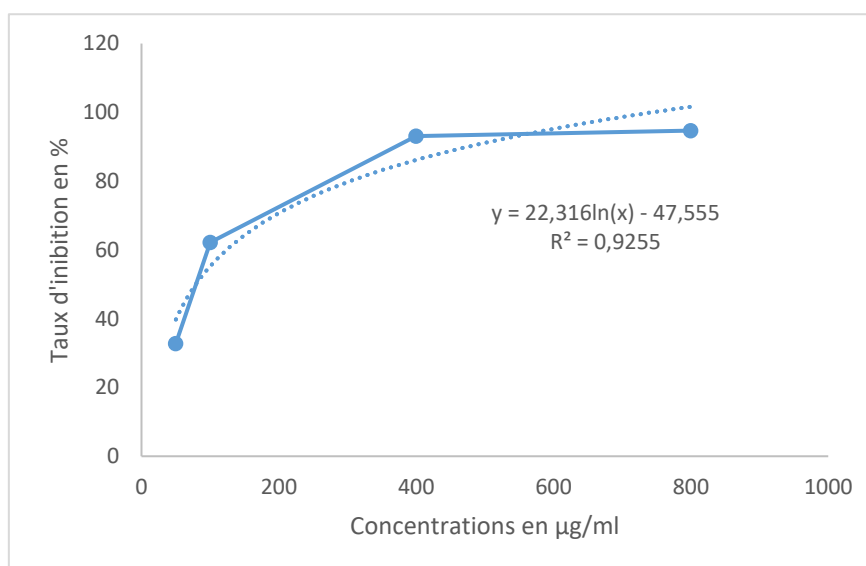
**Figure 6.** Taux d'inhibition ( $IC_{50}$ ) de l'extrait méthanoïque d'*Artemisia herba alba*.



**Figure 7.** Taux d'inhibition ( $IC_{50}$ ) de l'extrait méthanoïque de *Juniperus phoenicea*.



**Figure 8.** Taux d'inhibition (IC<sub>50</sub>) de l'extrait éthanoloïque d'*Artemisia herba alba*.



**Figure 9.** Taux d'inhibition (IC<sub>50</sub>) de l'extrait éthanoloïque de *Juniperus phoenicea*.

Globalement, les résultats obtenus confirment l'influence déterminante du solvant sur l'efficacité d'extraction des antioxydants, avec un avantage observé pour le méthanol. Elles soulignent également le potentiel antioxydant supérieur de *Juniperus phoenicea*, qui pourrait être lié à une plus grande concentration en composés phénoliques dans cette plante corrélée aux résultats des dosages quantitatifs des composés bioactifs, ce qui mériterait une analyse plus approfondie.

Bien que l'extrait éthanoloïque d'*Artemisia herba-alba* présente une teneur plus élevée en polyphénols totaux, l'extrait méthanoïque a montré une meilleure activité antioxydante (IC<sub>50</sub> plus faible). Cette observation suggère que l'activité antioxydante n'est pas uniquement

corrélée à la concentration globale en polyphénols, mais dépend aussi de la nature et de la structure des composés extraits, ainsi que d'éventuelles interactions synergiques entre eux. Le méthanol semble ainsi favoriser l'extraction de composés aux propriétés antioxydantes plus marquées.

#### 4.2.2. Activité antimicrobienne

- **Résultats du test d'inhibition par la méthode des disques**

Afin d'évaluer le potentiel antimicrobien des extraits d'*Artemisia herba-alba* et de *Juniperus phoenicea*, un test de diffusion sur gélose selon la méthode des disques a été réalisé. Cette méthode permet de mesurer la capacité des extraits à inhiber la croissance des microorganismes cibles en observant la formation de zones d'inhibition autour des disques imprégnés. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3.

**Tableau 3.** Activité antimicrobienne des extraits d'*Artemisia herba-alba* et *Juniperus phoenicea* évaluée par la mesure des zones d'inhibition (mm).

Souches testées	Extraits de plantes		Contrôle positif CIP)	Contrôle négatif (DMSO)
	<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>		
<i>Escherichia coli</i>	-	-	34,5 ± 0,5	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	33,0 ± 0,0	-
<i>Bacillus subtilis</i>	<b>09 ± 0,1</b>	<b>13,5 ± 0,5</b>	34,0 ± 0,9	-
<i>Bacillus cereus</i>	<b>10 ± 0,0</b>	<b>10,5 ± 0,5</b>	29,5 ± 0,9	-
<i>Candida albicans</i>	<b>07 ± 0,0</b>	-	-	-

Cip : Ciprofloxacine, DMSO : Diméthyl sulfoxyde, - : Absence de zones d'inhibition

positives. L'extrait de *Juniperus phoenicea* s'est montré relativement actif contre *Bacillus subtilis* (13,5 mm) et *Bacillus cereus* (10,5 mm), tandis que celui d'*Artemisia herba-alba* a présenté une inhibition plus modeste sur *B. cereus* (10 mm), *B. subtilis* (9 mm) et *Candida albicans* (7 mm). Aucun des deux extraits n'a montré d'effet inhibiteur sur les bactéries Gram négatives (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*), ce qui peut s'expliquer par la barrière que constitue leur membrane externe vis-à-vis des composés naturels hydrophobes.

Ces résultats confirment la sélectivité de ces extraits pour certains microorganismes, notamment les Gram positifs, et suggèrent que leur composition en métabolites secondaires, comme les flavonoïdes ou les terpénoïdes, pourrait être à l'origine de cette activité. Toutefois, leur efficacité reste modérée comparée à celle du contrôle positif (ciprofloxacine), indiquant un potentiel intéressant mais limité pour une utilisation antimicrobienne directe sans optimisation ou combinaison synergique.

• **Résultats du test de CMI et de CMB**

Afin de compléter l'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits *d'Artemisia herba-alba* et de *Juniperus phoenicea*, des tests de concentration minimale inhibitrice (CMI) et de concentration minimale bactéricide (CMB) ont été réalisés. Ces essais permettent de mesurer la capacité des extraits à inhiber ou à éliminer les microorganismes ciblés. Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau 4.

**Tableau 4.** Résultats de la concentration minimale inhibitrice (CMI) et de la concentration minimale bactéricide (CMB) des extraits *d'Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicia* (en mg/ml).

Souches testées	<i>Artemisia herba alba</i>		<i>Juniperus phoenicea</i>	
	CMI	CMB	CMI	CMB
<i>Bacillus cereus</i>	0,78	3,125	3,125	6,25
<i>Bacillus subtilis</i>	3,125	25	3,125	25
<i>Candida albicans</i>	0,78	3,125	6,25	25

Les résultats montrent que les extraits *d'Artemisia* et de *Juniperus* présentent une activité antimicrobienne variable selon les souches testées.

Pour *Bacillus cereus*, les valeurs de CMI sont respectivement de 0,78 mg/ml (*Artemisia*) et 3,125 mg/ml (*Juniperus*), tandis que les CMB sont de 3,125 mg/ml (*Artemisia*) et 6,25 mg/ml (*Juniperus*), ce qui indique une bonne sensibilité de cette souche, surtout à l'extrait *d'Artemisia*. En ce qui concerne *Candida albicans*, la CMI est de 0,78 mg/ml (*Artemisia*) et 6,25 mg/ml (*Juniperus*), tandis que la CMB atteint 3,125 mg/ml (*Artemisia*) et 25 mg/ml (*Juniperus*), révélant une activité fongicide plus efficace pour l'extrait *d'Artemisia*.

Pour *Bacillus subtilis*, les CMI sont égales (3,125 mg/ml) pour les deux extraits, mais la CMB atteint 25 mg/ml, indiquant une moindre efficacité bactéricide.

Globalement, l'extrait *d'Artemisia* semble plus actif que celui de *Juniperus*, notamment contre *Bacillus cereus* et *Candida albicans*, suggérant une composition chimique plus riche en composés bioactifs à effet antimicrobien. Ces résultats mettent en évidence le potentiel thérapeutique différencié des deux plantes selon la nature microbienne ciblée.

*Conclusion*

## Conclusion

Au terme de ce travail, l'étude des extraits méthanoïques et éthanoïques d'*Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicea* a permis de mettre en évidence la richesse de ces deux plantes en composés bioactifs, en particulier les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins. Les données recueillies valident en partie l'intérêt scientifique et thérapeutique de ces espèces, déjà largement utilisées dans la médecine traditionnelle.

L'analyse phytochimique a révélé une concentration notable en substances antioxydantes, corrélée à une activité piégeuse significative vis-à-vis des radicaux libres, notamment dans le cas des extraits de *Juniperus phoenicea*. En parallèle, les tests antimicrobiens ont montré une efficacité variable selon les extraits et les souches microbiennes ciblées, avec une meilleure action observée contre les bactéries à Gram positif et certains champignons.

L'ensemble de ces données souligne non seulement le potentiel de ces deux plantes comme sources naturelles d'antioxydants et d'agents antimicrobiens, mais ouvre également la voie à leur valorisation dans des formulations pharmaceutiques ou agroalimentaires, en réponse à la demande croissante de solutions plus naturelles et respectueuses de la santé humaine. Toutefois, pour envisager une application concrète à grande échelle, des études complémentaires s'avèrent nécessaires, notamment en ce qui concerne l'isolement des composés actifs, leur mécanisme d'action, leur toxicité éventuelle et leur stabilité dans différentes matrices.

Ce mémoire constitue ainsi une première étape vers une meilleure exploitation scientifique et industrielle de la flore médicinale locale, et encourage la poursuite des recherches dans ce domaine prometteur.

## **Références Bibliographiques**

- ✓ **Abdelli, W., Bahri, F., Höferl, M., Wanner, J., Schmidt, E., & Jirovetz, L. (2018).** Chemical Composition, Antimicrobial and Anti-inflammatory Activity of Algerian *Juniperus phoenicea* Essential Oils. *Natural Product Communications*, 13(2), 223-228.
- ✓ **Abd-Alrasoul, S.M., et Al-Saadi, S.A.M. (2022).** Chemical composition and antioxidants of *Artemisia herba-alba* (Asteraceae). *Iranian Journal of Ichthyology*, 9, 302–308. Retrieved from <https://ijichthyol.org/index.php/iji/article/view/815>.
- ✓ **Abu-Darwish, M.S., Cabral, C., & Salgueiro, L. (2014).** *Juniperus phoenicea* from Jordan (pp. 241–252). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9276-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9276-9_13)
- ✓ **Akermi, M.M., Moussaoui, A., Makhloufi, A., & Dalil, H. (2017).** Phytochemistry, antimicrobial activities of the essential oils of the branches of *Juniperus phoenicea* in Bechar (Algeria). *Applied Biology in Saharan Areas*, 1(2), 1-7.
- ✓ **Alhadad, A.O., Salem, G.S., Hussein, S.M., & Elshaheer, S.M. (2023).** Antibacterial activity of Libyan *Juniperus phoenicea* L. leaves extracts against common nosocomial pathogens. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 11(1), 26-30.
- ✓ **Aloui, Z., Messaoud, C., Haoues, M., Neffati, N., Jamoussi, I. B., Essafi-Benkhadir, K., Boussaid, M., Guizani, I., & Karoui, H. (2016).** Asteraceae *Artemisia campestris* and *Artemisia herba-alba* essential oils trigger apoptosis and cell cycle arrest in *Leishmania infantum* promastigotes. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016, Article ID 9147096. <https://doi.org/10.1155/2016/9147096>.
- ✓ **Amor, G., Caputo, L., La Storia, A., De Feo, V., Mauriello, G., & Fechtali, T. (2019).** Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Artemisia herba-alba* and *Origanum majorana* Essential Oils from Morocco. *Molecules*, 24(22), 4021.
- ✓ **Asbabou, A., Hanane, T., Gourich, A.A., Siddique, F., Drioiche, A., Remok, F., Saidi, S., Adadi, I., Khamar, H., Almaary, K.S., Mekonnen, A.B., Bourhia, M., Bouzoubaa, A., and Zair, T. (2024).** Phytochemical profile, physicochemical, antioxidant and antimicrobial properties of *Juniperus phoenicea* and *Tetraclinis articulata*: *in vitro* and *in silico* approaches. *Front. Chem.* 12:1397961. doi: 10.3389/fchem.2024.1397961.
- ✓ **Asdadi, A., Hamdouch, A., Gharby, S., et Idrissi Hassani, L.M. (2020).** Chemical characterization of essential oil of *Artemisia herba-alba* Asso and its possible potential against COVID-19. *Journal of Analytical Sciences and Applied Biotechnology*, 2(2).
- ✓ **Ayad, N., Benaraba, R., Hemida, H., & Abdellah, F. (2022).** Biological activities of phenolic extracts from *Artemisia herba-alba* Asso grown in western Algeria. *European Journal of Biological Research*, 12(1), 46–61. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6172855>.
- ✓ **Bachir Raho, G., Ounane, M., & Schaal, E.F. (2017).** Antimicrobial activity of essential oils of *Juniperus phoenicea* from North Western Algeria. *Journal of Medicinal Herbs*, 6(1), 41–47. <https://updatepublishing.com/journal/index.php/jom/article/view/4141>.
- ✓ **Balouiri, M., Sadiki, M., Ibsouda, S.K. (2016).** Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review, *Journal of Pharmaceutical Analysis*, Volume 6, Issue 2, 2016, Pages 71-79, ISSN 2095-1779, <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>.
- ✓ **Baranová, B., Gruřová, D., Polito, F., Sedlák, V., Konečná, M., Blařčáková, M. M., Amri, I., De Feo, V., & Poráčová, J. (2025).** *Artemisia herba-alba* Essential Oil: Chemical Composition, Phytotoxic Activity and Environmental Safety. *Plants*, 14(2), 242. <https://doi.org/10.3390/plants14020242>.
- ✓ **Bekka-Hadji, F., Bombarda, I., Djoudi, F., Bakour, S., Touati, A. (2022).** Chemical Composition and Synergistic Potential of *Mentha pulegium* L. and *Artemisia herba alba* Asso. Essential Oils and Antibiotic against Multi-Drug Resistant Bacteria. *Molecules*. 2022 Feb 7;27(3):1095. Doi: 10.3390/molecules27031095.
- ✓ **Benarba, B. (2016).** Medicinal plants used by traditional healers from South-West Algeria: An ethnobotanical study. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 5(4), 320–330. <https://doi.org/10.5455/jice.20160814115725>.
- ✓ **Boratyński, A., Salvà-Catarineu, M., Marcysiak, K., Mazur, M., Romo, Á., Minissale, P., Tan, K., Iszkulo, G., Witkowski, R., & Mazur, A. (2024).** Biology and ecology of the *Juniperus phoenicea* – *J. turbinata* – *J. canariensis* complex. I. Taxonomy, structure and distribution. *Dendrobiology*, 92, 1–31.

- ✓ **Bou Malhab, L.J., Harb, A.A., Eldohaji, L., Taneera, J., Al-Hroub, H.M., Abuhelwa, A., ... & Bustanji, Y. (2024).** Exploring the anticancer effect of *Artemisia herba-alba* on colorectal cancer: Insights from eight colorectal cancer cell lines. *Food Science & Nutrition*. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4240>.
- ✓ **Bouafia, M., Amamou, F., Gherib, M., Benaissa, M., Azzi, R., & Nemmiche, S. (2021).** Ethnobotanical and ethnomedicinal analysis of wild medicinal plants traditionally used in Naâma, southwest Algeria. *Vegetos*, 34(3), 654–662. <https://doi.org/10.1007/s42535-021-00229-7>.
- ✓ **Bouyahia, H., Yerou, H., Belgherbi, B., Benabdeli, K., Allam, R., et Bekkouche, A. (2023).** Restauration des parcours steppique pour un développement durable de l'élevage : Essai de multiplication d'*Artemisia herba alba* Asso, *Astereacea* dans la région de Naâma - Algérie occidentale. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 35, Article #9. from <http://www.lrrd.org/lrrd35/1/3509houa.html>.
- ✓ **Bouyahyaoui, A., Bahri, F., Romane, A., Höferl, M., Wanner, J., Schmidt, E., & Jirovetz, L. (2016).** Antimicrobial activity and chemical analysis of the essential Oil of Algerian *Juniperus phoenicea*. *Natural Product Communications*, 11(4), 519-522.
- ✓ **Breijyeh, Z., et Karaman, R. (2024).** Antibacterial activity of medicinal plants and their role in wound healing. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 10, Article 68. <https://doi.org/10.1186/s43094-024-00634-0>.
- ✓ **Caudullo, G., Welk, E., San-Miguel-Ayanz, J. (2017).** Chorological maps for the main European woody species, Data in Brief, Volume 12, 2017, Pages 662-666, ISSN 2352-3409, <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.007>.
- ✓ **Cavazos, P. (2021).** "Evaluation of Antimicrobial Activity & Phytochemical Analysis of Two South Texas Species of the *Fabaceae* Family" (2021). Theses and dissertations. 156.
- ✓ **Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., Chern, J.C. (2002).** Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J Food Drug Anal*, 10, 178–182.
- ✓ **Chelouati, T., Lafraxo, S., Bouslamti, M., El Barnossi, A., Chebaibi, M., Akhazanne, M., Samalitullah, A.M., Hafidi, H.A., Bouharia, M., Lyoussi, B., & Benjelloun, A.S. (2023).** Study on antioxidant and antimicrobial potential of chemically profiled essential oils extracted from *Juniperus phoenicea* (L.) by use of *in vitro* and *in silico* approaches. *Open Chemistry*, 21(1), 20220313. <https://doi.org/10.1515/chem-2022-0333>
- ✓ **Delimi, M. et al. (2013).** Précautions d'usage et toxicité potentielle d'*Artemisia herba-alba*. *Phytothérapie et Toxicologie*, 19(4), 201-215.
- ✓ **Didouh, N., Saifi, M., Aissaoui, N., Medjahdi, K., Khiri, Z., Achek, R., Moussa-Boudjemaa, B., & Araújo, R. (2024, 9 octobre).** Essential oils application as *Bacillus cereus* antispore agent in food hygiene. *Journal of Agriculture and Food Research*.
- ✓ **Ed-Dra, A., Rhazi Filali, F., Lo Presti, V., Zekkori, B., Nalbone, L., Elsharkawy, E.R., Bentayeb, A., & Giarratana, F. (2021).** Effectiveness of essential oil from the *Artemisia herba-alba* aerial parts against multidrug-resistant bacteria isolated from food and hospitalized patients. *Biodiversitas*, 22(7), 2995–3005. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220753>.
- ✓ **EL Hajli, F., Kachmar, M., Assouguem, A., Ullah, R., Bari, A., Hammani, K., Chakir, S., Lahlali, R., Barka, E. & Echchgadda, G. (2024).** Phytochemical analysis, *in vitro* antioxidant and antifungal activities of extracts and essential oil derived from *Artemisia herba-alba* Asso. *Open Chemistry*, 22(1), 20230200. <https://doi.org/10.1515/chem-2023-0200>.
- ✓ **El Maggar, E.M.B. (2012).** *Artemisia herba alba* & *Artemisia monosperma*: The Discovery of the first potential Egyptian plant sources for the Pharmaceutical Commercial Production of Artemisinin and Some of Its Related Analogues, *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 02 (07); 2012: 77-91, DOI: 10.7324/JAPS.2012.2709.
- ✓ **El Ouardi, M., Drioiche, A., El Makhoukhi, F., Mabrouki, J., Hakmi, M., Al kamaly, O., Alsouk, B.A., Eddamsyry, B., Khamar, H., Zair, T., & Alaoui El Belghiti, M. (2024).** Chemical composition, antimicrobial, and antioxidant properties of essential oils from *Artemisia herba-alba* Asso. and *Artemisia huguetii* Caball. from Morocco: *In vitro* and *in silico* evaluation. *Front in Chem*, 12, 1456684. <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1456684>.
- ✓ **Ennajar, M., Bouajila, J., Lebrihi, A., Mathieu, F., Abderrabba, M., et al. (2009).** Chemical Composition and Antimicrobial and Antioxidant Activities of Essential Oils and Various Extracts of

- Juniperus phoenicea* L. (Cupressaceae). Journal of Food Science, 2009, 74 (7), pp.M364-M371. ff10.1111/J.1750-3841.2009. 01277.Xff. ffhal-03608933f.
- ✓ **Esmail, A., Abouelhamd, M., El-sayed, M., Hegazy, M., Helaly, S., Salaheldin, N. (2015).** Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba-alba*. Doi: 10.13140/RG.2.1.2544.8806.
  - ✓ **Falleh, H., Hafsi, C., Mohsni, I., & Ksouri, R. (2021).** Évaluation de différents procédés d'extraction des composés phénoliques d'une plante médicinale : *Verbena officinalis* [Evaluation of different procedures for the extraction of phenolic compounds from a medicinal plant: *Verbena officinalis*]. Biologie Aujourd'hui, 215(3-4), 133–142. <https://doi.org/10.1051/jbio/2021018>.
  - ✓ **Haddouchi, F., Chaouche, T.M., et Halla, N. (2016).** Screening phytochimique, activités antioxydantes et pouvoir hémolytique de quatre plantes sahariennes d'Algérie. Phytothérapie.
  - ✓ **Hasnat, M., Baig, M.M.F.A., Saleem, M., Ullah, A., Nadeem, M.F., Durazzo, A., and Lucarini, M. (2023).** Editorial: Herbal medicines for gastrointestinal and hepatic diseases – novel pharmacological and toxicological approaches, Volume I. Front. Pharmacol. 14:1157229. Doi: 10.3389/fphar.2023.1157229.
  - ✓ **Hassan, A., Akmal, Z., et Khan, N. (2020).** The Phytochemical Screening and Antioxidants Potential of *Schoenoplectus triquetra* L. Palla. Hindawi, Department of Chemistry, Government Post Graduate College Mardan, Abdul Wali Khan University, Pakistan.
  - ✓ **Houamel, M. (2018).** Étude taxonomique et classification du genre *Artemisia*. Acta Botanica, 32(1), 45-61.
  - ✓ **Houti, H., Ghanmi, M., Satrani, B., Mansouri, F. E., Cacciola, F., Sadiki, M., & Boukir, A. (2023).** Moroccan Endemic *Artemisia herba-alba* Essential Oil: GC-MS Analysis and Antibacterial and Antifungal Investigation. *Separations*, 10(1), 59. <https://doi.org/10.3390/separations10010059>.
  - ✓ **Huang, B., Ke, H., He, J., Ban, X., Zeng, H. (2011).** Extracts of *Halenia elliptica* exhibit antioxidant properties *in vitro* and *in vivo*. Food Chem Toxicol. 2011;49:185–90. doi: 10.1016/j.fct.2010.10.015.
  - ✓ **Julkunen-Titto, R. (1985).** Phenolic constituents in the leaves of northern willows: Methods for the analysis of certain phenolics. J Agric Food Chem, 33, 213–217.
  - ✓ **Junaid R. Shaikh, M.K Patil. (2020).** Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview." International Journal of Chemical Studies, 2020, 8(2): 603-608.
  - ✓ **Kadri, M., Yahia, A., Goubi, S., Mekhedmi, N.E., Selmane, M., & Chems, A.E. (2022).** Chromatography analysis, *in vitro* antioxidant and antibacterial activities of essential oil of *Artemisia herba-alba* Asso of Boussaâda, Algeria. Biodiversitas, 23(9), 4424–4431. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d2309007>.
  - ✓ **Kamal, M.M., Abdelrahman, H.G., Abdelfattah, M.E., Gad, E.M., et Dessouki, A.A. (2024).** Phytochemical screening of some nutraceutical fruits and leaves extracts. Advances in Environmental and Life Sciences, 5(1), 10–17.
  - ✓ **Kaouane, R. et al. (2017).** Potentiel des extraits d'*Artemisia herba-alba* dans l'industrie agroalimentaire. Journal of Food Science, 27(6), 311-328.
  - ✓ **Khalil, S.Y., Youness, E.A., Ghada, B., Chebaibi, M., Mohamed, T., Elbouzidi, A., Flouchi, R., Allali, A., & El Mahjoub, A. (2025).** Insecticidal potential of *Juniperus phoenicea* essential oil against *Callosobruchus maculatus*: Chemical composition, biological evaluation, and molecular docking analysis. Tropical Journal of Natural Product Research, 9(4), 1496–1505. <https://www.tjnpr.org>.
  - ✓ **Khemiri, I., Khouja, M.L., Chaabane, H., & Chaumeil, J.C. (2022).** Optimization of Nanostructured Lipid Carriers for Essential Oil of *Artemisia herba-alba*. Journal of Drug Delivery and Therapeutics, 12(6-S), 91–97. <https://doi.org/10.22270/jddt.v12i6-s.5745>.
  - ✓ **Lafraxo, S., Metouekel, A., Amrati, F.E.Z., Zouirech, O., Chelouati, T., Drioiche, A., Gaafar, A.R.Z., Ibenmoussa, S., Alsahlé, A.A., Bourhia, M., El Moussaoui, A., & Bari, A. (2024).** Anti-inflammatory effects and toxicity study of chemically characterized extracts from *Juniperus thurifera* (L.) and *Juniperus phoenicea* (L.). Pharmacognosy Magazine, 21(2), 662–672. <https://doi.org/10.1177/09731296241281500>.
  - ✓ **Lahmar-Zemiti, B., Aidoud, A. (2016).** Suivi à long-terme dans la steppe d'Armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso.) du Sud-Oranais (Algérie) : facteurs et indicateurs de changements, Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie) / Année 2016/71-2/pp.168-177.

- ✓ **Laouar A. (2018).** Exploration de l'impact des extraits naturels d'origine végétale « *Juniperus phoenicea* » sur la toxicité induite par le tétrachlorure de carbone chez le rat, Thèse Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences, Option : Biochimie appliquée, Université Badji-Mokhtar – Annaba, 175p.
- ✓ **Maidi, L.S. (2021).** Caractérisation chimique et évaluation *in vitro* du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de plantes de la région de Djelfa : *Saccocalyx satuireioides* Coss. & Dur. (*Lamiaceae*) et *Artemisia herba-alba* Asso. (*Asteraceae*), Thèse de Doctorat en Sciences biologiques, Université Kasdi-Merbah, Ouargla, 157p.
- ✓ **Mansour, R.B., Wasli, H., Bourgo, S., Khamessi, S., Ksouri, R., Megdiche-Ksouri, W., & Cardoso, S.M. (2023).** Insights on *Juniperus phoenicea* Essential Oil as Potential Anti-Proliferative, Anti-Tyrosinase, and Antioxidant Candidate. *Molecules*, 28(22), 7547. <https://doi.org/10.3390/molecules28227547>.
- ✓ **Mashinini, P.P., Chihomvu, P., Pillay, M., et Takaidza, S. (2023).** Phytochemical analysis and anti-mycobacterium activity of *Bidens pilosa* crude extracts. *Journal of Biotech Research*, 15, 116-137.
- ✓ **Mathe, E., Sethoga, L., Mapfumari, S., Adeniran, O., Mokgotho, P., Shai, J., et Gololo, S. (2024).** Phytochemical Screening and Characterization of Volatile Compounds from Three Medicinal Plants with Reported Anticancer Properties Using GC-MS. *Life*, 14(1), 137.
- ✓ **Medjeldi, S., Essid, R., Jellouli, S., Fares, N., Delimi, A., Amrani, A., Tabben, O. (2024).** Algerian *Artemisia herba-alba* (Asso): Extract and Essential Oils Investigation. *Natural Product Communications*, 19(9), 1–12.
- ✓ **Medjili S., Zaghdane W. (2018).** Etude de l'activité antioxydante de la plante *Artemisia herba alba*, Thèse de doctorat, Biochimie Appliquée Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi, Bordj Bou Arriridj, Algérie.
- ✓ **Mërtiri, I., Păcularu-Burada, B., & Stănciuc, N. (2024).** Phytochemical Characterization and Antibacterial Activity of Albanian *Juniperus communis* and *Juniperus oxycedrus* Berries and Needle Leaves Extracts. *Antioxidants*, 13(3), 345. <https://doi.org/10.3390/antiox13030345>.
- ✓ **Mohammed, M.J., Anand, U., Altemimi, A.B., Tripathi, V., Guo, Y., & Pratap-Singh, A. (2021).** Phenolic Composition, Antioxidant Capacity and Antibacterial Activity of White Wormwood (*Artemisia herba-alba*). *Plants*, 10(164).
- ✓ **Mohammed, M.J., Anand, U., Altemimi, A.B., Tripathi, V., Guo, Y., & Pratap-Singh, A. (2021).** Phenolic composition, Antioxidant capacity and antibacterial activity of white wormwood (*Artemisia herba alba*). *Plants*, 10(1), 164. <https://doi.org/10.3390/plants10010164>.
- ✓ **Moufid, A., Eddouks, M. (2012).** *Artemisia herba alba*: A popular plant with potential medicinal properties, *Pakistan Journal of Biological Sciences* 15(24): 1152-1159, 2012, ISSN: 1028-8880/ doi: 10.3923/pjbs.2012.1152.1159.
- ✓ **Moukar, R. (2022).** Utilisation traditionnelle et applications médicinales modernes d'*Artemisia herba-alba*. *Ethnopharmacology Review*, 30(2), 85-99.
- ✓ **Nortjie, E., Basitere, M., Moyo, D., et Nyamukamba, P. (2022).** Extraction Methods, Quantitative and Qualitative Phytochemical Screening of Medicinal Plants for Antimicrobial Textiles: A Review. *Plants*, 11(15), 2011.
- ✓ **Mueed, A., Shibli, S., Al-Quwaie, D.A., Ashkan, M.F., Alharbi, M., Alanazi, H., Binothman, N., Aljadani, M., Majrashi, K.A., Huwaikem, M., Abourehab, M.A.S., Korma, S.A., & El-Saadony, M.T. (2023).** Extraction, characterization of polyphenols from certain medicinal plants and evaluation of their antioxidant, antitumor, antidiabetic, antimicrobial properties, and potential use in human nutrition. *Frontiers in Nutrition*, 10, <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1125106>.
- ✓ **Gharbani, P., Jam, N., Doshmanfekhan, H., & Mehrizad, A. (2023).** Optimization of synergic antibacterial activity of *Punica granatum* L. and Areca nut (P.G.L.A.N) extracts through response surface methodology *Scientific Reports* | 13:6098 | <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32900-1>.
- ✓ **Ouguirti, N. (2022).** Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles et/ou des extraits d'*Artemisia herba-alba* et de *Capparis spinosa* de la région de Béchar, Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle LMD, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 176p.

- ✓ **Ouguirti, N., Bahri, F., Bouyahyaoui, A., & Wanner, J. (2021).** Chemical characterization and bioactivities assessment of *Artemisia herba-alba* Asso essential oil from South-western Algeria. *Natural Volatiles & Essential Oils*, 8(2), 27–36. <https://doi.org/10.37929/nveo.84430927>.
- ✓ **Pant, D.R., Joshi, G.P., et Aryal, B. (2024).** Phytochemical screening and antioxidant potential of extracts of selected medicinal plants from Nepal. *Tribhuvan University Journal*, 39(1), 1-15.
- ✓ **Parvekar, P.; Palaskar, J.; Metgud, S.; Maria, R.; Dutta, S. (2020).** The Minimum Inhibitory Concentration, (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) of Silver Nanoparticles against *Staphylococcus aureus*. *Biomater. Investig. Dent.* 2020, 7, 105–109.
- ✓ **Sánchez-Gómez, P., Jiménez, J.F., Cánovas, J.L., Bautista Vera, J., Hensen, I., & Aouissat, M. (2018).** Genetic structure and phylogeography of *Juniperus phoenicea* complex throughout Mediterranean and Macaronesian regions: different stories in one. *Annals of Forest Science*, 75, Article 75.
- ✓ **Sekiou, O., Boumendjel, M., Taibi, F., Tichati, L., Boumendjel, A., & Messarah, M. (2021).** Nephroprotective effect of *Artemisia herba alba* aqueous extract in alloxan-induced diabetic rats. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 11(1), 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2020.01.006>.
- ✓ **Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R.M. (1999).** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* 1999; 299: 152-178.
- ✓ **Taviano, M.F., Marino, A., Trovato, A., Bellinghieri, V., La Barbera, T.M., Güvenç, A., Hürkul, M.M., De Pasquale, R., & Miceli N. (2011).** Antioxidant and antimicrobial activities of branches extracts of five *Juniperus* species from Turkey, *Pharmaceutical Biology*, 49:10, 1014-1022, doi: 10.3109/13880209.2011.560161.
- ✓ **Touil, S. (2012).** Composition chimiques et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia herba alba* Asso et *Artemisia campestris* de la région aride de Djelfa, Mémoire de Magistère, Spécialité : Amélioration des productions végétales, Université Saad Dahlab, Blida, 106p.
- ✓ **Touil, S. (2018).** Variation de la composition chimique et la bioactivité des huiles essentielles et des polyphénols d'*Artemisia herba alba* et d'*Artemisia campestris* de la région de Djelfa, Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Spécialité : Amélioration des productions végétales, Université Saad Dahlab, de Blida, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, 162p.
- ✓ **Yerou, H., Belgharbi, B., Homrani, A., et Miloudi, A. (2022).** Impact de la restauration par mis en défens sur les potentialités pastorales d'un parcours steppique à dominance d'*Artemisia herba alba* dans l'Algérie occidentale. *Livestock Research for Rural Development. Volume 34 (9)*.
- ✓ **Zouari Boussaid, K., Mkana, S., Tounsi, A., Jlaiel, L., Trigui, M., & Tounsi, S. (2018).** Effects of *Juniperus phoenicea* hydroalcoholic extract on inflammatory mediators and oxidative stress markers in carrageenan-induced paw oedema in mice. *BioMed Research International*, 2018, Article ID 8124073. <https://doi.org/10.1155/2018/8124073>.
- ✓ **Zubi, W.S., Elamari, A.A., & Juzgaría, N.M. (2025).** Antimicrobial Activity and Bioactive Compounds of *Juniperus phoenicea*: A Mini Review. *EC Microbiology*, 21(3), 01–11.

#### Sites URL:

- ✓ **Anonyme 1:** [https://www.researchgate.net/figure/Artemisia-herba-alba-Asso-Gowing-in-Ain-Zaatout-Biskra-Province-Algeria-Original-by\\_fig8\\_356904735](https://www.researchgate.net/figure/Artemisia-herba-alba-Asso-Gowing-in-Ain-Zaatout-Biskra-Province-Algeria-Original-by_fig8_356904735)
- ✓ **Anonyme 2:** (<https://www.monaconatureencyclopedia.com/juniperus-phoenicea/>)