



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère De l'Enseignement Supérieur et De la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE MOLECULAIRE ET CELLULAIRE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

FILIERE : Sciences Biologiques

OPTION : Biotechnologie végétale

Thème

**Activités biologiques de l'huile
essentielle de *Juniperus phoenicea* L**

Présenté par : DJEHEICH Ikram

Soutenu le 19/06/2024

Mémoire de Master académique soutenu devant le jury composé de :

Président	BENHIZIA Toufik	MCA	Univ. Abbès Laghrouour – Khenchela
Encadreur	ABAIDIA Abdelghafour	MCB	Univ. Abbès Laghrouour – Khenchela
Examineur	RAHAL Khalid	MAA	Univ. Abbès Laghrouour – Khenchela

Année universitaire 2023/ 2024





Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir accordé la patience. Santé et me donner la volonté et le courage de développer ce travail Parce que sans cela, rien n'est possible.

Au terme de ce travail, je voudrais exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui Contribuez à ma promotion.

Dr Obaydia Abdul Ghafour, qui a accepté de superviser et diriger ce dossier Travailler avec la plus grande rigueur scientifique, encourager, comprendre et aider Et son extrême gentillesse tout au long de ma thèse et ses nombreux conseils et astuces Sa compétence scientifique, son orientation, sa patience et sa sérieuse correction de ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres du jury ; Accepter d'évaluer ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements au Dr Ben Hizia, Assistant de Master à l'université Abbas Lagrou pour avoir accepté de présider le comité d'arbitrage.

J'adresse mes sincères remerciements à M. Rahal Khaled pour ses précieux commentaires Ce qui m'a permis de corriger ce travail et d'apporter mon aide par des conseils objectifs et éclairés. Mon respect. À tous mes professeurs

J'adresse également mes plus sincères remerciements à l'équipe du laboratoire de la faculté SNV Pour l'aide que j'ai apportée et pour les efforts qu'ils ont déployés pour faciliter mon travail et surtout Pour leur gentillesse

Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué directement ou indirectement à la réalisation de ce projet.

A decorative frame made of two overlapping golden hexagons. Olive branches with green leaves are positioned at the top-left and bottom-right corners of the frame.

Dédicace

Je dédie le fruit de mes efforts dans cet humble travail à l'âme de mon père et de mon frère, que Dieu ait pitié d'eux, à la personne la plus chère et la plus précieuse de ma vie qui a décoré ma vie de bougies de joie.

À ma petite famille, mon cher mari, mon fils bien-aimé

« Baraa Islam  »

A mes frères, que Dieu les protège et prenne soin d'eux

A mes sœurs Hanan et Souad, qui ont éclairé mon chemin par ses conseils. A tous ses enfants, que Dieu les protège et les protège.

À toute l'honorable famille « Ben Abbas »

À tous les collègues, nous leur souhaitons du succès

A celui qui m'a aidé à rédiger le mémo, Frère Ayoub

À tous ceux que la plume a oubliés et que le cœur a préservé

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

C °: degré Celsius

g: gramme

HE: Huiles essentielles

J : jour.

L: litre

Log: logarithme

M : Masse d'huiles essentielles récupérées

M₀ : Prise d'essai du matériel végétal

mg: Milligramme

min: Minute

ml: Millilitre

mM : milimole

nm: nanomètre

nr: numéro

OMS: organisation mondiale de la santé

PE : prise d'essai en gramme.

Ph : Poids de l'huile essentielle en g

Pp : Poids de la plante en g

Rdt : Rendement en huiles essentielles

Rdt : rendement en huiles essentielles (en %)

Liste des Tableaux

N°	Titre de tableau	Page
Tableau 01.	Biosystématique du genévrier (<i>Juniperus phoenicea</i> L.)	08
Tableau 02.	Teneurs des constituants des huiles essentielles du Genévrier rouge (<i>J. phoenicea</i>) de différents pays.	09
Tableau 03.	Rendement en HE de <i>J. phoenicea</i> dans quelques pays	11
Tableau 04.	Composition chimique de l'huile essentielle isolée des feuilles de <i>Juniperus phoenicea</i> à l'aide d'une analyse GC/MS	13
Tableau 05.	Division administrative de la Wilaya de Khenchela	18
Tableau 06.	Données climatiques de la région sud de Khenchela (1997-2017).	19
Tableau 07.	Composition chimique de la plante	29
Tableau 08.	Résultats des travaux antérieurs des teneurs en composés majoritaires de l'huile essentielle des feuilles de <i>J Phoenicea</i> L en Algérie	33
Tableau 09.	Rendement en huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i> selon les auteurs	34

Liste des Tableaux

N°	Titre de tableau	Page
Tableau 01.		
Tableau 02.		
Tableau 03.		
Tableau 04.		
Tableau 05.		
Tableau 06.		
Tableau 07.		
Tableau 08.		
Tableau 09.		
Tableau 10.		

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 01.	<i>Juniperus phoenicea</i> L	03
Figure 02.	a) Arbre de <i>J. phoenicea</i> (b) Feuilles en écailles de <i>J. phoenicea</i> (c) Feuilles et baie de <i>J. phoenicea</i>	05
Figure 03.	Localisation de <i>Juniperus phoenicea</i> dans la région méditerranéenne	07
Figure 04.	Diagramme Ombre thermique de la région de Khenchela (1997-2017)	20
Figure 05.	Climagramme d'EMBERGER de la région de Khenchela (1997-2017)	22
Figure 06.	<i>Juniperus Phoenicea</i> (photo originale)	23
Figure 07.	Extraction des phénols (photo originale)	24
Figure 08.	Dosage des phénols (photo originale)	24
Figure 09.	Préparation des concentrations des huiles essentielles	27
Figure 10.	Préparation des lecteurs des concentrations des huiles essentielles testées	28
Figure 11.	Courbes représentant les pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des différentes concentrations des fractions des huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i>	30
Figure 12	Courbes représentant les pourcentages Activite antioxidant en fonction des différentes concentrations des fractions des huiles essentielles de <i>Juniperus phoenicea</i>	30

Table des Matières

Remerciements

Dédicace

Liste des Abréviations

Liste des Tableaux

Figures Liste des

Résumés

Introduction		01
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE		
I.	Genévrier rouge (<i>Juniperus phoenicea</i> L)	03
	I.1. Description	03
	I.2. Distribution géographique	05
	I.3. Taxonomie	08
II.	Composition chimique de l'huile essentielle du <i>juniperus phoenicea</i>	08
	II.1. Composition chimique de l'huile essentielle de Genévrier rouge provenant de différentes origines géographiques	06
	II.2. Rendement en huile essentielle de Genévrier dans différents pays	08
III.	Activités biologiques de <i>Juniperus Phoenicea</i>	11
	III.1. Différents types d'activités biologiques	11
	III.2. Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i>	11
	III.3. Utilisation de plante (<i>Juniperus phoenicea</i>)	12
IV	IV.1 Présentation de la zone d'étude	17
	IV.1.1 Situation géographique de la wilaya de Khenchela	17
	IV.1.2 Cadre administratif	18
	IV.1.3 Les caractères climatiques	18
	IV.1.4 Synthèse climatique	20
	IV.1.4.1 Diagramme Ombre thermique de BAGNOULS et GAUSSEN	20
	IV.1.4.2 Climagramme pluviothermique d'EMBERGER	21

PARTIE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

1.	Matériel végétal	23
2.	Méthodes des analyses chimiques	23

3.	Extraction des huiles essentielles	25
4.	4. Etude de l'activité antioxydante	26

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1.	Composition chimique	29
1.1	La matière sèche	29
1.2	Les matières minérales et organique	29
2	Le rendement en HE de <i>Juniperus phoenicea</i>	29
3	L'activité antioxydante	29
4	Détermination de la CI 50	30
II.	Discussion	30
1	Teneur en eau	31
2	Rendement en huile essentielle	31
3	Les matières minérale et organique	32
3.1	MM (Matières minérale)	31
3.2	MO (Matières organique)	32
3.3	MS 24h (Masse Séchée à 24 heures)	32
3.4	MS 3h (Masse Séchée à 3 heures)	32
3.5	MM %MS (Matières minérale en pourcentage de Masse Séchée)	32
3.6	MO %MS (matières minérales en pourcentage de Masse Séchée)	32
4	Dosage des phénols	33
5	Rendement de l'hydrodistillation	33
6	L'activité antioxydante	34
	Conclusion.....	43

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Résumé

Cette étude vise à promouvoir l'intégration des huiles essentielles de la plante *Juniperus phoenicea* (JP) dans l'industrie pharmaceutique. L'extraction par hydrodistillation a permis d'obtenir un rendement de $0,64\% \pm 0,3\%$ pour 300 grammes de matière végétale. L'huile essentielle de juniperus a été recueillie en 2 heures et l'activité antioxydante a été évaluée en laboratoire à l'aide de la méthode DPPH. La concentration inhibitrice médiane (CI50) des radicaux libres a également été calculée, les résultats obtenus montrent que la partie essentielle de l'huile avait une CI50 = Les résultat obtenue IC50 = 51.06 ± 2 mg/L

Selon cette étude, les résultats obtenus ont mis en lumière que *Juniperus phoenicea* possède une activité antioxydante remarquable, suggérant que l'huile essentielle de cette plante pourrait être utilisée comme alternative aux produits industriels. Elle pourrait également jouer un rôle crucial dans la conservation des aliments et la prévention des maladies causées par les radicaux libres.

Mots-clés : antioxydants, DPPH, Huiles essentielles, *Juniperus phoenicea*.

Summary

This study aims to promote the integration of essential oils from the *Juniperus phoenicea* (JP) plant in the pharmaceutical industry. Extraction by hydrodistillation yielded a return of $0.64\% \pm 0.3\%$ for 300 grams of plant material. The juniper oil was collected over a period of 2 hours, and the antioxidant activity was evaluated in the laboratory using the DPPH method. The half-maximal inhibitory concentration (IC50) of the free radicals was also calculated, and the results showed that the essential part of the oil had an IC50 =

According to this study, the results highlighted that *Juniperus phoenicea* has significant antioxidant activity, suggesting that the essential oil of this plant could be used as an alternative to industrial products. It could also play a crucial role in food preservation and the prevention of diseases caused by free radicals.

Keywords: essential oils, *Juniperus phoenicea*, antioxidants, DPPH.

تهدف هذه الدراسة الى تعزيز تكامل الزيوت الاساسية لنبات العرعار الفينيقي JP في صناعة الادوية، جعل الاستخراج عن طريق التقطير المائي الممكن الحصول عليه عائد 0,64% + - 0,3% لكل 300 غرام من المادة النباتية

تم جمع زيت العرعار في مدة 2 ساعة ، حيث تم تقييم نشاط مضادات الاكسدة في المختبر التي تم الحصول عليها باستخدام طريقة DPPH. كما تم حساب التركيز المثبط لنسبة CI50 من الجذر الحر حيث اظهرت النتائج المحصل عليها من الجزء الاساسي للزيت كان CI50=

وفقا لهذه الدراسة و النتائج المحصل عليها سمحت بتسليط الضوء على نبات العرعار الفينيقي على أنه لديه نشاط مضاد للأكسدة ملحوظ حيث يمكن استخدام الزيت الاساسي لنبات العرعار كبديل للمنتجات الصناعية كما يمكنها ان تلعب دورا اساسيا في الحفاظ على الغذاء و الوقاية من الامراض التي تسببها الجذور الحرة

الكلمات المفتاحية : زيوت اساسية ،عرعار فينيقي ، مضادات الاكسدة ، DPPH.

INTRODUCTION

Introduction

Depuis l'antiquité, Les plantes médicinales ont été utilisées en phytothérapie comme remède contre plusieurs maladies, vue leur richesse en centaines, voire en milliers de composants ayant des vertus thérapeutiques. A l'heure actuelle, plusieurs travaux ont envisagé l'utilisation de ces composés bioactifs comme alternatives aux multiples substances synthétiques. En effet, la résistance croissante des bactéries aux antibiotiques considérés comme la solution quasi universelle aux infections, est à l'origine de l'engouement suscité pour les plantes aromatiques qui sont capables d'offrir des soins plus efficaces et moins agressifs pour l'organisme **(Saidi et Tobji, 2016)**.

Ces substances naturelles bioactives peuvent avoir plusieurs sources, mais le monde végétal reste un bon réservoir pour trouver des substituts aux substances de synthèse. Parmi les 800 000 espèces de plantes prospérant sur la planète, un nombre relativement important est capable de synthétiser des composants aromatiques que l'on appelle les huiles essentielles (*HE*). Ces huiles essentielles possèdent un large spectre d'activité antibactérienne, antifongique, antiparasitaire, insecticide. Il existe aujourd'hui approximativement 3000 huiles, dont environ 300 sont réellement commercialisées, destinées principalement à l'industrie pharmaceutique, agronomique, alimentaire, sanitaire, industries cosmétiques et de parfums **(Bouyahyaoui, 2017)**.

Le genévrier (*Juniperus*) plante appartenant à la famille des cupressacées est un arbuste qu'est considérée comme une importante plante médicinale, largement utilisée dans la médecine traditionnelle de nombreux pays.

L'objectif de ce travail porte sur l'étude de la valorisation des essences d'espèces végétales, nous sommes intéressés à l'extraction d'huile essentielle de genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*. L.) espèce très présente dans la région méditerranéenne particulièrement en Algérie.

Le présent travail porte sur des trois chapitres essentiels :

Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographie, rappelant l'intérêt des activités biologiques de l'huiles essentielle du Genévrier rouge (*Juniperus Phoenicea*);

La deuxième partie du document présentera le matériel et les méthodes utilisés dans notre travail ;

La troisième partie sera consacrée à la présentation et à la discussion des résultats obtenus qui sont suivis par une conclusion.

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I- Genévrier rouge (*Juniperus phoenicea* L)

Le genre *Juniperus* comprend environ 67 espèces et 28 variétés (Emami *et al.*, 2011).

Il est divisé en trois sections : *Caryocedrus* (avec 01 seule espèce) ; *Juniperus* (ou *Oxycedrus*) (avec 11 espèces) et *Sabina* (avec 55 espèces) (Adams, 2004).

I.1. Description

C'est un arbre ou arbrisseau qui peut avoir cinq à dix mètres de hauteur (Huguette, 2008) à feuilles persistantes, étroites, linéaires, épineuses sous forme d'aiguilles pour certaines espèces ou sous formes d'écailles chez d'autres. Ses fleurs donnent des fruits improprement qualifiés de baies globuleuses et charnus (Huguette, 2008).

Juniperus phoenicea, généralement connu sous le genévrier de Phénicie, est un arbuste adapté au climat méditerranéen aride, il appartient à la famille cupressacée classé comme deuxième genre le plus diversifié des Conifères, avec 67 espèces et 34 variétés, toutes les variétés sont limitées à l'hémisphère Nord.

Ce petit arbre se trouve dans les populations irrégulières et souvent isolées sur l'ensemble de la région méditerranéenne (jusqu' à 1200 m), mais aussi dans les populations de montagne jusqu'à 2400 mètre.

Le Genévrier de Phénicie ou genévrier rouge (*J. phoenicea* L.) est un arbrisseau touffu ou un arbuste de 1 à 3 m de hauteur mais pouvant atteindre cependant jusqu'à 8 à 10 mètres. Au jeune âge, certaines feuilles sont en aiguilles et d'autres en écailles très petites, très imbriquées, opposées, formant le feuillage vert persistant de l'arbre après les premières années. Le fruit globuleux devient rouge et luisant à maturité. (Bouyahaoui, 2016)



Figure 1. *Juniperus phoenicea* L (Menaceur, 2015)

Juniperus phoenicea (Ara'ar) (Cupressaceae) est un arbuste indigène de la région méditerranéenne. C'est une espèce qui appartient à la section Sabina, du genre *Juniperus*. Elle est très variable. Caractérisée par la présence de variations morphologiques, biochimiques et moléculaires, dont on distingue trois sous espèces: *J.phoenicea subspphoenicea*, *J.phoenicea subspeu-mediterranea* et *J. phoeniceavar.turbinata* (Amalou et Mouhoubi, 2014) *Juniperus phoenicea* (Genévrier de Phénicie, «Araar»), Arbuste pouvant atteindre 8 m, à rameaux brun rougeâtre écaillés ; bourgeons nus, ramilles cylindriques.

- ✓ **Les feuilles** persistant non piquant, aromatique, gris vert, glauque pourvu sur le revers de deux bandes de st mâches plus foncées que la partie médiane. Elles sont presque toutes squame formes, en écailles très petites et courtes, à bords cartilagineux finement denticulés, serrés contre les rameaux, le plus souvent imbriqués sur 4 ou 6 rangs (Belkacem, 2015).
- ✓ **La Floraison** est à la fin de l'hiver au printemps (Février-Avril) (Louis *et al.*, 2010) C'est une espèce dioïque ; les fleurs mâles sont groupées en chatons d'écailles portant des sacs polliniques sur leur face inférieure, les fleurs femelles sont groupées dans un cône contenant les ovules (Belkacem, 2015).
- ✓ **Le tronc** : est droit, l'écorce brun rougeâtre le système racinaire est profond. Gris brun, étale et dresse.
- ✓ **Plante** : Dioïque, rarement monoïque.
- ✓ **Longévité**: Jusqu'à 1000 ans. (Croissance très lente).
- ✓ **Morphologie** : Arbres de petite taille, torsades, souvent avec une grande quantité de branches mortes et parfois avec une morphologie inversée, tronc vers le bas, racines vers le haut. (Mandin, 2006).
- ✓ **Vitesse de croissance** : extrêmement lente. Les cernes les plus larges que nous avons mesurés font 0,5 mm et les plus fins 0,02 mm pour seulement 2 couches de cellules. (Mandin, 2006)
- ✓ **Age**: parfois très élevé. Nous avons trouvé plusieurs individus âgés de 1000 à 1500 ans. (Mandin, 2006).
- ✓ **Habitat** : Régions méditerranéennes, littorales, collines et basses montagnes sèches et ensoleillées (espèce héliophile). Peu exigeant, elle s'accroche parfois aux roches et abruptes. Elle peut se développer dans les fissures des roches (Bousbia et Souaci, 2021)

I.2. Distribution géographique

Juniperus Phoenicea est distribué dans toute la région méditerranéenne où il pousse dans les endroits rocaillieux : Algérie, Tunisie, Maroc, Libye, France, Italie, Espagne, Turquie, Grèce, Albanie, Égypte (Sinaï), Chypre, et au Liban. Il pousse également en Roumanie, Portugal, Allemagne, Andorre, Bulgarie, Bosnie-Herzégovine, Croatie, Jordanie, Arabie Saoudite (le long de la mer Rouge), et au Macaronésie (Iles Canaries et de Madère Arquipelago) (Beddiar, 2016).

Le Genévrier de Phénicie ou genévrier rouge (*J. phoenicea* L.) est un arbrisseau touffu ou un arbuste de 1 à 3 m de hauteur mais pouvant atteindre cependant jusqu'à 8 à 10 mètres. Au jeune âge, certaines feuilles sont en aiguilles et d'autres en écailles très petites, très imbriquées, opposées, formant le feuillage vert persistant de l'arbre après les premières années. Le fruit globuleux devient rouge et luisant à maturité (figure 02 : a, b et c). Cette espèce est indifférente au substrat ; elle est présente en bioclimat surtout semi-aride et aride e ambiance nettement continentale se contentant de précipitations comprises entre 200 et 400 mm (Quézel, 1979).



Figure 02. (a) Arbre de *J. phoenicea*



Figure 02. (b) Feuilles en écailles de *J. phoenicea*



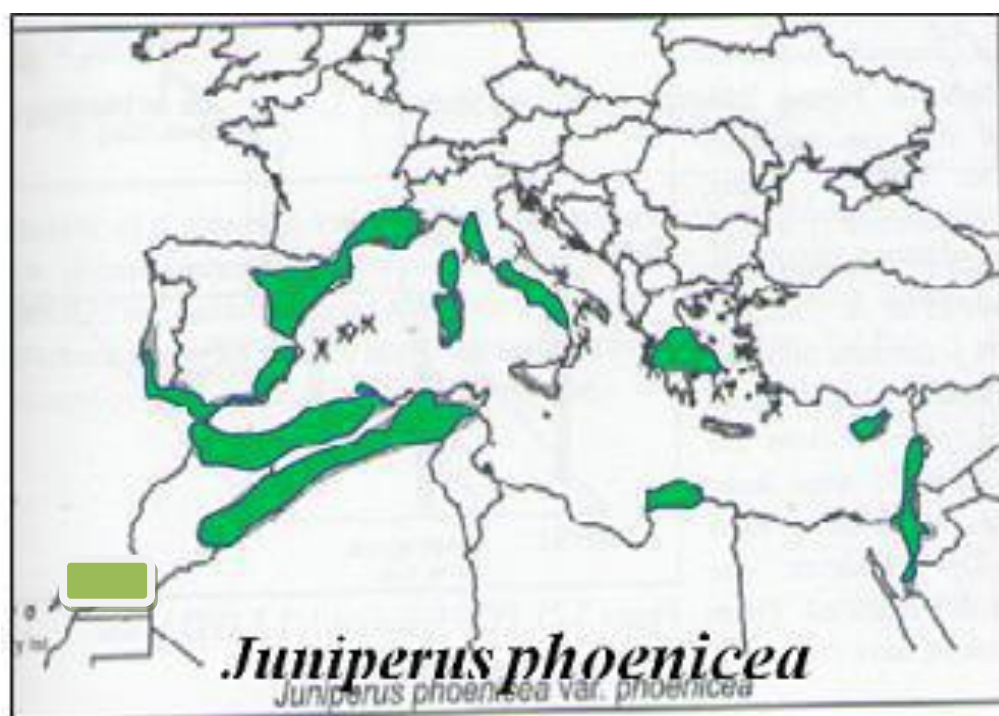
Figure 02. (c) Feuilles et baie de *J. phoenicea*

Juniperus est un complexe d'espèces d'origine des régions méditerranéennes et macaronisiennes. Phylogénétiquement, c'est une espèce ancienne qui s'est développée à partir d'un taxon ancestral de la Section *Sabina* Spach, genre *Juniperus* L. Le complexe *J. phoenicea* constitue de trois espèces : *J. phoenicea* L. sensu stricto (*S.S. J. Turbinata* Gus., et *J. canariensis*). La différence entre les espèces c'est en termes de génétique, de biochimie, de caractères morphologiques des cônes et des graines et de phénologie. Les trois espèces de *J. phoenicea* sont de petits arbres ou de grands arbustes. Comme presque tous les Genévriers, ils sont exigeants en lumière, modérément thermophiles et relativement résistants à la sécheresse. Ces trois espèces manifestent quelquefois une nature pionnière (Salva-Catarineuet *et al.*, 2021). *Juniperus phoenicea* L. est une espèce qui se trouve dans les différentes régions du monde, mais il est plus fréquent dans la partie Ouest des régions

méditerranéennes au Sud de l'Europe (également dans l'Est de Portugal jusqu'en Turquie). Ouest d'Asie (notamment dans les montagnes de l'Ouest de l'Arabie Saoudite).

En Afrique du Nord, il pousse en Algérie, au Maroc, en Tunisie ainsi que en l'Egypte (Aissaoui et Belaid, 2020).

En Algérie *J. phoenicea*, occupe les dunes maritimes en Oriane, les montagnes les plus sèches ou il constitue des matorrals dans les Aurès et l'Atlas saharien. On outre, a estime la superficie occupée par *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus* 290 000 ha ; tandis que, la superficie de ces deux espèces n'est que de 17.504 ha, donc ces informations confirme les propos de certains auteurs assurant que certaines espèces de cette essence sont dans un stade ultime de dégradation (Bousbia et Souaci, 2021).



Localisation de genévrier

Figure 03. Localisation de *Juniperus phoenicea* dans la région méditerranéenne (Adams, 2011).

I.3. Taxonomie

Juniperus phoenicea L., appelé phoenicean juniper (anglais), genévrier rouge (Français), araâr (عرعار arabe).

Tableau 01. Biosystématique du genévrier (*Juniperus phoenicea* L.)

Catégorie	Classement	
	Beddiar (2016)	Bousbia et Souaci (2021)
Règne	Plantae	Plantae
Sous règne	/	Tracheobionta
Embranchement	Spermatophytes	Spermatophytes
Sous embranchement	Gymnospermes	Gymnospermes
Classe	Pinopsida	Pinopsida
Ordre	Pinales	Pinales
Famille	Cupressaceae	Cupressaceae
Genre	<i>Juniperus</i>	<i>Juniperus</i> L.
Espèce	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Juniperus phonique</i>

II- Composition chimique de l'huile essentielle du *juniperus phoenicea*

De nombreux travaux ont été effectués sur le Genévrier rouge, pour connaître la composition chimique, l'effet antibactérien, l'effet antioxydant...etc.

II.1. Composition chimique de l'huile essentielle de Genévrier rouge provenant de différentes origines géographiques

La composition chimique de l'huile essentielle de Genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*) des différents pays : Algérie (Djelfa, et Tlemcen) (Dob *et al.*, 2008; Derwich *et al.*, 2010), Portugal (Robert *et al.*, 1996) et Egypte (El Sawi *et al.*, 2007) est présentée dans le tableau 2

- Avec un rendement de 0,80% de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* d'Algérie (Djelfa), Cent trois (103) constituants, représentant 96,0% de l'huile ont été identifiés, vingt-trois (23) étant signalé pour la première fois dans l'huile de *J. phoenicea*. L'huile était caractérisée par la présence de quantités élevées d'hydrocarbures monoterpéniques (62,2%) et par un pourcentage plus faible de sesquiterpènes oxygénés (8,8%), dont α – pinène (40,2%), l' α -phellandrène (14,7%) et l'élémol (3,9%) étaient les principaux composés. L'huile a également été caractérisée par la présence de trois constituants

diterpènes ; l'oxyde de manoyle, l'abiétadiène et le cis-totarol à hauteur de 0,3%, celui de la région de Tlemcen était principalement composée Pinene 34.5 %, 2-Phellandrene 22.4 %, Terpinyl acetate 14.7 %.

- Les analyses de l'HE des feuilles de *J. phoenicea* de l'Egypte ont révélé cinquante-huit composés représentant 99,2% de la composition de l'huile. L' α -pinène était le principal composé (39,30%) suivi du Sabinène (24,29%). Huile de baies composée principalement de monoterpénoïdes qui représentaient 90,53%, dont 72,85% d'hydrocarbures, monoterpéniques. Les sesquiterpénoïdes représentaient environ 8% de la composition totale de l'huile. L'huile de feuille était composée d'environ 66 composés représentant 99,16% de la composition totale de l'huile. L' α -pinène était le principal constituant de l'huile de feuilles à une concentration de 38,22%, suivi de l' α -cédrol (31,23%). L'hydrocarbure monoterpénique était le groupe chimique prédominant (41,29%) suivi des sesquiterpènes oxygénés (32,21%).
- Les analyses des HE du Portugal ont révélé pour un rendement de 0.41 % que les composants majoritaires sont : α -pinène 34.1, % β -phelandrène 19.2 %, β -caryophyllene 0.22 %.

Tableau 02. Teneurs des constituants des huiles essentielles du Genévrier rouge (*J. phoenicea*) de différents pays.

Pays	Rendement	Composants	Teneur (%)
Algérie (Djelfa) Dob <i>et al.</i> , (2008)	0,8 %	α -pinène	40,20 %
		β -phellandrene	14,10 %
		Pinène	02,00 %
Algérie (Tlemcen) Ramdani <i>et al.</i> , (2013)	0,52 %	Pinène Terpinyl	34,50 %
		Phellandrene	22,40 %
		Acetate	14,70 %
Portugal Robert <i>et al.</i> , (1996)	0,41 %	α -pinène	34,10 %
		β -phelandrène	19,20%
		Caryophyllene	00,22 %
Egypte El Sawi <i>et al.</i> , (2007)	0,36 %	α -pinène	39,30 %
		Cedrol	31,23 %
		Sabinène	24,29 %

La teneur en composés majoritaires des huiles essentielles de *J. phoenicea* L. de plusieurs origines est très variable (**Adams et Boratynski, 2014**). Les huiles essentielles des parties aériennes (feuilles et baies) sont riches en : α -pinène / δ -3-carène (Maroc), α -pinène / p-cymène / β -phellandrène / α -acétate de terpényle (Tunisie), α -pinène / myrcène / β -phellandrène (**Akrout, 1983**) ; α -pinène / α -phyllandrène / mycène / β -pinène / linalool / piperitone / γ -terpinène / Trans-pinocarveole / ρ -cymène / α -terpineol / γ -cardinène (Maroc) (**Derwich et al., 2010**). Celles de l'Algérie sont dominées par : α -pinène / β -phellandrène / α -acétate de terpényle (Mazari et al., 2010) ; α -pinène / δ -3-carène / linalool (**Bakchiche et al., 2014**) ; α -pinène / terpinolène / Δ 3-carène / β -phellandrène (**Ramdani et al., 2013**).

L'huile essentielle des feuilles de *J. phoenicea* ssp. *turbinata* de la Corse est dominée par : α -Pinène, β -phellandrène, α -acétate terpényle, Δ -3-carène, myrcène et α -phellandrène (**Rezzi et al., 2001**).

Les investigations chimiques réalisées sur *J. Phoenica* dans différentes régions de part et d'autre du bassin méditerranéen, telles que l'Espagne, le Portugal, la Grèce, la Corse, la Tunisie, l'Égypte, l'Arabie saoudite, La Libye et l'Algérie, ont indiqué que le constituant majeur dans ses huiles est le : α -pinène, suivi des mono terpènes oxygénés tels que, α -terpinyl acétate, δ -3-carène, Myrcène, α -phellandrène et β -phellandrène (**Bousbia et Souaci, 2021**).

II.2. Rendement en huile essentielle de Genévrier dans différents pays

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal sec à traiter (**Beddiar, 2016**)

$$R = (M/M_0) \times 100$$

R : Rendement en huile essentielle exprimé en %.

M : Masse en grammes de l'huile essentielle.

M₀ : Masse en grammes du matériel végétal sec à traiter

Le rendement en HE de *Juniperus phoenicea* est représenté dans le **tableau 3**

Le rendement en huile essentielle des fruits *J. phoenicea* de l'Algérie (Ain sefrae et Founassa et Tébessa) (2%, 2,5% et 2,42 %) est le plus élevé par rapport à celui des feuilles des autres pays. Nous pouvons dire que les fruits *J. phoenicea* sont riches en composés aromatiques volatils par rapport aux feuilles.

Tableau 03. Rendement en HE de *J. phoenicea* dans quelques pays

Pays	Partie de la plante utilisée	Rendement en HE
Maroc (Fès) (Jamaleddine, 2012)	Feuilles	0,8 %
Algérie (Tébessa) (Bouddiar, 2016)	Feuilles	2,37%
	Fruits	2,42 %
	Feuilles fraîches	0,6%
Algérie (Ain sefrae et Founassa) (Bouyahaoui, 2016)	Feuilles sèches	0,9% à 0,68%
	Fruits	2% à 2,5%
Espagne (Bouzouita <i>et al.</i> , 2005)	Feuilles	0,66%

III. Activités biologiques de *Juniperus Phoenicea*

L'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* a manifesté aussi un effet anti-appétant intéressant contre un insecte des denrées stockées *Trifolium confuse*. (Aissaoui et Belaid, 2020).

L'activité biologique est définie comme étant une activité appliquée aux systèmes réactionnels et moléculaires les plus simples et les plus complexes (Mariod et Tahir, 2022). Il existe de nombreuses sortes d'activités biologiques, et ces activités peuvent être étudiées, in vivo, ou, in vitro, (Semchaoui et Belmaghrbi, 2021). L'absorption, la distribution, le métabolisme et l'excrétion sont les principales mesures utilisées pour mesurer l'activité biologique (Mariod et Tahir, 2022). Par exemple l'activité biologique d'une huile essentielle relève de sa composition chimiques en particulier les groupements fonctionnels des composés majoritaires : les phénols (thymol, carvacrol, eugénol), les alcools (α -terpinéol, terpinen-4-ol, linalol), les aldéhydes et les composés terpéniques et cétoniques (Dorman et Deans, 2000).

Les composés minoritaires jouent aussi un rôle important en renforçant les effets des composés principaux (Bassolé et Juliani, 2012). L'efficacité d'une huile essentielle dans une activité biologique dépend ainsi de sa richesse en composés phytochimiques ; plus elle est riche en substances actives, plus son activité est importante (Zhiri, 2006).

III.1. Différents types d'activités biologiques

Plusieurs chercheurs, ont utilisé les plantes médicinales afin de montrer leur efficacité dans les différentes activités biologiques très intéressantes telles que: antiulcéreuse (**De Bruyne et al., 1999**), anti-inflammatoires (**Elion Itou et al., 2017**), anti-cancéreuses (**Kanase et Mane, 2018**), antiparasitaire (**Olounladé et al., 2017**), antivirales (**Lopez et al., 2001**), antioxydante (**Bettaieb Rebey et al., 2017**), anti-fongiques (**Dabé et al., 2017**) et antibactériennes (**Etobo et al., 2017**).

III.1.1. Activité antioxydant

Les huiles essentielles, ont été largement évaluées concernant leurs activités antioxydantes. Elles ont été utilisées dans les aliments industriels comme des antioxydants naturels (**Hellali, 2016**).

Une étude sur l'activité anti oxydante de l'huile essentielle de genévrier rouge a montré qu'elle se caractérisait par une forte activité anti radicalaire par rapport au témoin positif BHT. De plus, la capacité de l'huile essentielle de genévrier rouge à réduire les ions fer était également plus forte par rapport au témoin positif à la vitamine C (**Aouadi et al., 2021**).

III.1.2. Activité anti-inflammatoire

Un effet anti-inflammatoire a été décrit pour de nombreuses huiles essentielles. L'huile essentielle des racines de *Carlinaacanthifolia* est capable d'inhiber l'inflammation induite chez le rat (**Dordevic et al., 2007**).

Il a été rapporté que les huiles essentielles de *Chromoleanaodorata* et de *Mikaniacordata*, donnaient des tests d'inhibition positifs des enzymes impliquées dans les processus de l'inflammation (**Bedi et al., 2004**).

III.1.3. Activités anti-tumorales

Certaines huiles essentielles présentent des activités anti-tumorales et sont utilisées dans le traitement préventif de certains types de cancers. A titre d'exemple, une activité cytotoxique contre différents lignées tumorales a été démontrée par l'huile essentielle des graines de *Nigellasativa* L. In vivo, elle limite la prolifération des métastases hépatiques et retarde la mort des souris ayant développé la tumeur (**Mbarek et al., 2007**).

III.1.4. Activité antibactérienne

Le mécanisme d'action antibactérien est favorisé par une série de réactions biochimiques dans la cellule bactérienne, qui dépendent du type et des caractéristiques des constituants chimiques présents dans l'huile essentielle (**Nazzaro et al., 2013**). Les

constituants chimiques de l'huile essentielle ont une propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne (Keita, 2002).

III.1.5. Activité antifongique

Les huiles essentielles constituent une source potentielle pour des nouveaux médicaments antifongiques, soit sous leur forme pure soit sous forme de dérivés des composés originaux pour une optimisation thérapeutique plus efficace et plus sûre (Peralta *et al.*, 2015). Les huiles essentielles ont la capacité de pénétrer et de perturber la paroi cellulaire des champignons et des membranes cytoplasmiques grâce à un processus de perméabilisation, ce qui conduit à la désintégration des membranes mitochondriales.

Les activités antifongiques de nombreuses huiles essentielles incluant les huiles de thym, de citronnelle, de cannelle et de *Melaleuca alternifolia* (Burt, 2004) ont été décrites.

III.2. Composition chimique de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*

Tableau 04. Composition chimique de l'huile essentielle isolée des feuilles de *Juniperus phoenicea* à l'aide d'une analyse GC/MS (Amokrane *et al.*, 2024)

No.	Composants	Temps de rétention	Formule moléculaire	Indice de rétention	Classe	Zone de pointe(%)
1	Tricyclene	6.43	C ₁₀ H ₁₆	926	Monoterpene hydrocarbon	0.30
2	α-Pinene	7.08	C ₁₀ H ₁₆	939	Monoterpene hydrocarbon	33.73
3	α -Fenchene	7.56	C ₁₀ H ₁₆	950	Monoterpene hydrocarbon	0.54
4	Camphene	7.63	C ₁₀ H ₁₆	954	Monoterpene hydrocarbon	0.53
5	β -Pinene	9.09	C ₁₀ H ₁₆	978	Monoterpene hydrocarbon	1.04
6	β -Myrcene	9.98	C ₁₀ H ₁₆	981	Monoterpene hydrocarbon	1.66
7	α -Phellandrene	10.65	C ₁₀ H ₁₆	996	Monoterpene hydrocarbon	0.30
8	δ 3-Carene	11.00	C ₁₀ H ₁₆	1005	Monoterpene hydrocarbon	5.63
9	<i>o</i> -Cymene	11.80	C ₁₀ H ₁₄	1028	Monoterpene hydrocarbon	1.03
10	Limonene	12.05	C ₁₀ H ₁₆	1032	Monoterpene hydrocarbon	4.30

11	α -Terpinolene	15.487	C ₁₀ H ₁₆	1088	Monoterpene hydrocarbon	0.52
12	Linalool	16.20	C ₁₀ H ₁₈ O	1104	Oxygenated monoterpene	0.59
13	<i>cis</i> -Pinocarveol	18.21	C ₁₀ H ₁₆ O	1140	Oxygenated monoterpene	0.65
14	Camphor	18.49	C ₁₀ H ₁₆ O	1146	Oxygenated monoterpene	6.18
15	Isoborneol	19.71	C ₁₀ H ₁₆ O	1160	Oxygenated monoterpene	2.31
16	Terpinen-4-ol	20.34	C ₁₀ H ₁₈ O	1177	Oxygenated monoterpene	0.31
17	α -Terpineol	21.09	C ₁₀ H ₁₈ O	1190	Oxygenated monoterpene	0.61
18	(1R)-(-)-Myrtenal	21.30	C ₁₀ H ₁₈ O	1193	Oxygenated monoterpene	0.32
19	D-Verbenone	21.97	C ₁₀ H ₁₄ O	1206	Oxygenated monoterpene	0.40
20	<i>trans</i> -Carveol	22.60	C ₁₀ H ₁₄ O	1217	Oxygenated monoterpene	0.37
21	Citronellol	23.19	C ₁₀ H ₁₆ O	1232	Oxygenated monoterpene	0.40
22	Linalylacetate	24.60	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	1253	Oxygenated monoterpene	1.30
23	Dihydrocarvylacetate	25.52	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	1259	Oxygenated monoterpene	0.33
24	Isobornylacetate	26.01	C ₁₂ H ₁₈ O ₂	1285	Oxygenated monoterpene	4.71
25	α -Terpinylacetate	29.09	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	1367	Oxygenated monoterpene	3.41
26	α -Copaene	30.29	C ₁₅ H ₂₄	1376	Sesquiterpene hydrocarbon	0.81
27	β -Bourbonene	30.70	C ₁₅ H ₂₄	1384	Sesquiterpene hydrocarbon	0.40
28	Elemene	31.07	C ₁₅ H ₂₄	1394	Sesquiterpene hydrocarbon	0.65
29	(E)-Caryophyllene	32.27	C ₁₅ H ₂₄	1417	Sesquiterpene hydrocarbon	2.78
30	<i>cis</i> -	32.75		1430	Sesquiterpene	0.35

	Thujopsene		C ₁₅ H ₂₄		hydrocarbon	
31	β - Germacrene	32.93	C ₁₅ H ₂₄	1431	Sesquiterpene hydrocarbon	0.52
32	<i>trans</i> - Muuro-la-3,5- diene	33.66	C ₁₅ H ₂₄	1450	Sesquiterpene hydrocarbon	0.45
33	α -Humulene	33.78	C ₁₅ H ₂₄	1455	Sesquiterpene hydrocarbon	1.62
34	<i>trans</i> -Cadin- 1(6),4-diene	34.69	C ₁₅ H ₂₄	1475	Sesquiterpene hydrocarbon	1.38
35	γ -Muuro-lene	34.83	C ₁₀ H ₁₄	1478	Sesquiterpene hydrocarbon	1.02
36	(-)- GermacreneD	35.00	C ₁₅ H ₂₄	1480	Sesquiterpene hydrocarbon	1.42
37	epi- β - Selinene	35.22	C ₁₅ H ₂₄	1485	Sesquiterpene hydrocarbon	0.58
38	<i>cis</i> -Muuro-la- 4(15),5-diene	35.46	C ₁₅ H ₂₄	1491	Sesquiterpene hydrocarbon	1.50
39	Valencene	35.61	C ₁₅ H ₂₄	1493	Sesquiterpene hydrocarbon	0.83
40	α -Muuro-lene	35.87	C ₁₅ H ₂₄	1517	Sesquiterpene hydrocarbon	1.30
41	<i>trans</i> - γ - Cadinene	36.43	C ₁₅ H ₂₄	1534	Sesquiterpene hydrocarbon	0.69
42	σ -Cadinene	36.85	C ₁₅ H ₂₄	1541	Sesquiterpene hydrocarbon	6.06
43	Cubenene	37.20	C ₁₅ H ₂₄	1552	Sesquiterpene hydrocarbon	0.30
44	Germacrene B	38.21	C ₁₅ H ₂₄	1562	Sesquiterpene hydrocarbon	1.16
45	Citronellyl2- methylbutano ate	39.00	C ₁₅ H ₂₈ O ₂	1587	Oxygenated sesquiterpene	0.40
46	(-)- Caryophyllen eo-xide	39.27	C ₁₅ H ₂₄ O	1589	Oxygenated sesquiterpene	0.97
47	Humuleneep oxideI	40.33	C ₁₅ H ₂₄ O	1606	Oxygenated sesquiterpene	0.39
48	Cubenol	41.11	C ₁₅ H ₂₆ O	1623	Oxygenated sesquiterpene	1.34
Monoterpene Hydrocarbons						49.58%
Oxygenated Monoterpenes						21.89%

Sesquiterpene Hydrocarbons	23.82%
Oxygenated Sesquiterpenes	3.10%
Total identified	98.39%
Yield (mg/100 g)	0.73± 0.02%

III.3. Utilisation de plante (*Juniperus phoenicea*)

Juniperus phoenicea (*J. phoenicea*) appartenant à la famille des Cupressacées, un arbre sauvage couramment utilise pour le traitement de plusieurs troubles (**Zouari Bouassida et al., 2018**), et connu sous le nom de "Araar" (**Zouari Bouassida et al., 2018**). *J. phoenicea* est un arbrisseau touffu ou un arbuste sa hauteur environ 1 à 3 m, mais pouvant atteindre jusqu'à 8 à 10 mètres, c'est une espèce monoïque, assez rarement dioïque à feuillage persistant et aromatique ; fleurit en hiver et fructifie à la fin de l'été l'année suivante (**Bousbia et Souaci, 2021**).

Cette espèce est considérée comme une importante plante médicinale, largement utilisée dans la médecine traditionnelle dans de nombreux pays. Elle est utilisée à l'état vapeur pour la bronchite et le contrôle de l'arthrite. Son huile est irritante pour les microbes. Ses feuilles sont utilisées pour traiter les diarrhées, les rhumatismes et le diabète. Le mélange de feuilles et de baies de cette plante est utilisé comme agent hypo-glycémiant. Les fruits sèches et réduits en poudre peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès. En Algérie elle est surtout reconnue pour son activité anti-diarrhéique (**Aissaoui et Belaid, 2020**). L'utilisation de *J. phoenicea* dans la médecine populaire algérienne, est basée sur ses feuilles qui sont utilisées sous forme de décoction comme un traitement naturel de diabète, la diarrhée et les rhumatismes. En outre l'utilisation de mélange des feuilles et des baies de cette plante comme agent hypoglycémique oral, d'une autre part les feuilles sont utilisées contre les maladies broncho-pulmonaires (**Bousbia et Souaci, 2021**).

Les rameaux, les feuilles et les fruits de genévrier de *Phénicie* ou genévrier rouge sont utilisés en médecine traditionnelle et leurs composés chimiques sont incorporés dans des préparations pharmaceutiques d'usage particulièrement antiseptique attribuée à la présence d'huiles essentielles. Les cônes, les rameaux, mais surtout les jeunes pousses préparées en infusion ont des effets diurétiques, stomachiques et digestifs. Les feuilles sont utilisées sous forme de décoction contre le diabète, la diarrhée et le rhumatisme, alors que les fruits sèches et réduits en poudre peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès. (**Mansouri et al., 2011**).

PARTIE EXPERIMENTALE

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Situation géographique de la wilaya de Khenchela

Notre étude a visé les agriculteurs qui cultivent la pomme de terre au niveau la wilaya de Khenchela qui se situe au Nord-est de l'Algérie.

Elle est limitée au Nord par la wilaya d'Oum El Bouaghi, au Sud par la wilaya d'El Oued, à l'Est par la wilaya de Tébessa, au Nord-ouest par la wilaya de Batna et au Sud-ouest par la wilaya de Biskra. Sa superficie est estimée à 9715,6 km² (DPAT, 2016).

Plus précisément l'étude s'est déroulée dans les communes suivantes : Kais, R'Mila, El Mahmel et El Hamma.

Le choix de ces communes est fait selon :

- ✓ La concentration de ces élevages des bovins laitiers ;
- ✓ L'existence de terres agricoles réservées aux fourrages.

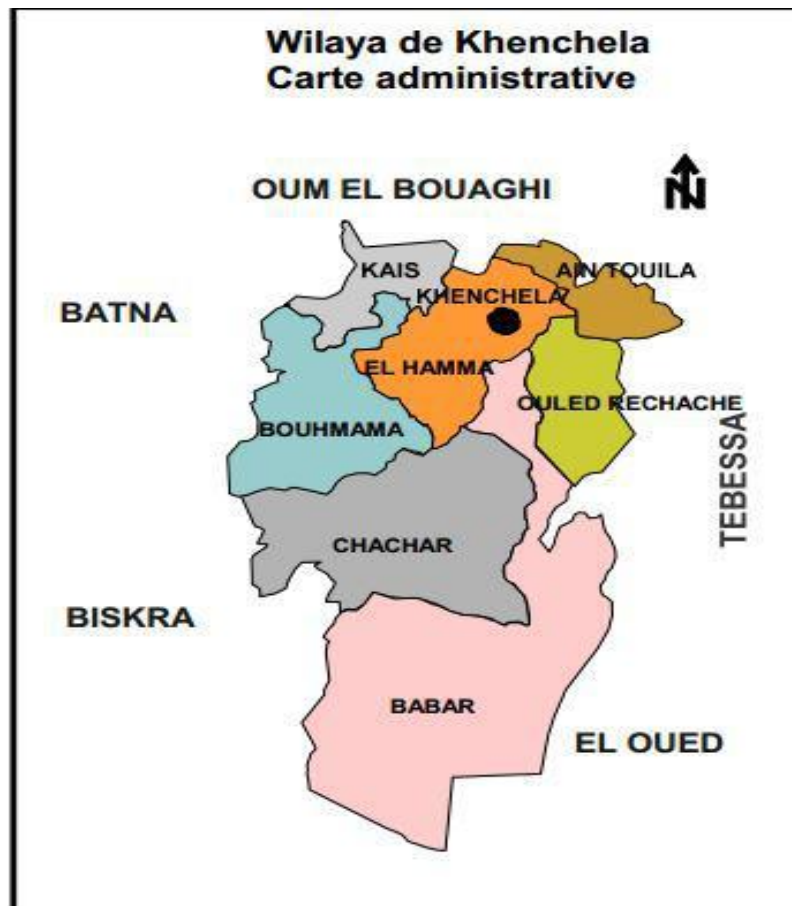


Figure 04. Carte administrative de la wilaya de Khenchela (DPAT, 2016)

1.2. Cadre administratif

Actuellement le territoire de la wilaya est composé de 21 communes regroupées en huit Daïra (dont 05 Daïra créées en 1990).

Tableau 05. Division administrative de la Wilaya de Khenchela (DPAT, 2016)

Daïra	Communes
Khenchela	Khenchela
El-Hamma	EL-Hamma, N'sigha, Tamza, Baghai
Ain-Touila	Ain-Touila, M'Toussa
Kais	Kais, Taouzient, R'Mila
Bouhamama	Bouhamama, Chelia, M'Sara, Yabous
Babar	Babar
Chechar	Chechar, Djellal, Kheirane, Ouldja
Ouled-Rechache	Ouled Rechache, Mahmel

1.3. Les caractères climatiques

La région de Khenchela se spécifie par un climat continental, chaud et sec en été froid et pluvieux en hiver. La moyenne de la pluviométrie au nord se situe entre 400 et 600 mm /an, temps que la moyenne au sud est de 200 mm / an, les régions montagneuses sont couvertes de neige en hiver, on a caractérisé cinq sous étage bioclimatique :

- ❖ **Semi aride inférieur:** de 350 mm à 450 mm, est composé d'une zone naturelle au nord-ouest montagneux ;
- ❖ **Arde supérieur:** a partir de 250 mm à 350 mm, représentée par les hautes plaines du nord de fèves habituellement occupé avec un faible rendement, avec des inclinais d'adaptation des systèmes de production ;
- ❖ **Arde moyen:** de 200 mm à 300 mm dans la région montagneuse, représentée par centrale (monts des Nementcha), a vocation steppique ;
- ❖ **Arde inférieur:** de 100 mm à 200 mm est composé de la région présaharienne ou dominant les parcours présahariens ;
- ❖ **Plus sec:** moins de 100 mm et est compose d'une partie de l'Atlas saharien, qui représente la pierre angulaire de la remise en état des terres désertiques de la région.

La pluviosité est définie selon **Djebaili en 1984**, comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type du climat.

Elle conditionne le maintien et la répartition du tapis végétal, et la dégradation du milieu naturel par le phénomène d'érosion d'une part, elle a un rôle social et économique d'autre part les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat.

La chute des pluies dans la région en général, en Algérie est déterminée par la situation géographique, par la topographie et notamment la direction des axes montagneux par rapport à la mer et l'altitude.

Cela conduit à une irrégularité des précipitations à travers toute la région : augmentation des pluies en altitudes, diminution de leur taux du Nord vers le Sud (**Halimi, 1981**).

Tableau 06. Données climatiques de la région sud de Khenchela (1997-2017).

Mois	T°C Moy.	Pricip. (mm)	Humidité relative%	EVP. (mm)	Vent (m/s)	Insolation (h)
Janvier	07,70	37,0	70,5	109,0	3,28	149,1
Février	07,80	35,3	67,7	68,78	3,98	163,2
Mars	10,10	47,3	64,5	96,11	3,99	194,8
Avril	14,25	32,0	62,7	114,5	3,81	193,7
Mai	18,90	40,0	58,5	141,8	3,27	235,5
Juin	23,20	29,3	49,1	206,0	3,33	242,1
Juillet	26,70	11,5	38,3	259,9	2,98	291,8
Août	26,40	26,1	49,4	253,6	2,93	293,3
Septembre	22,00	32,4	57,4	154,7	2,73	222,9
Octobre	17,60	31,0	60,0	121,0	2,63	201,8
Novembre	12,00	34,0	66,2	80,61	3,30	153,0
Décembre	07,60	45,9	63,6	56,81	3,00	132,3
Moyenne annuelle	16,18	401,80 *	58,99	1662,81*	3,27	206,13

Source : O.N.M (2018)

*: Cumul

T° C Moy: Température Moyenne.

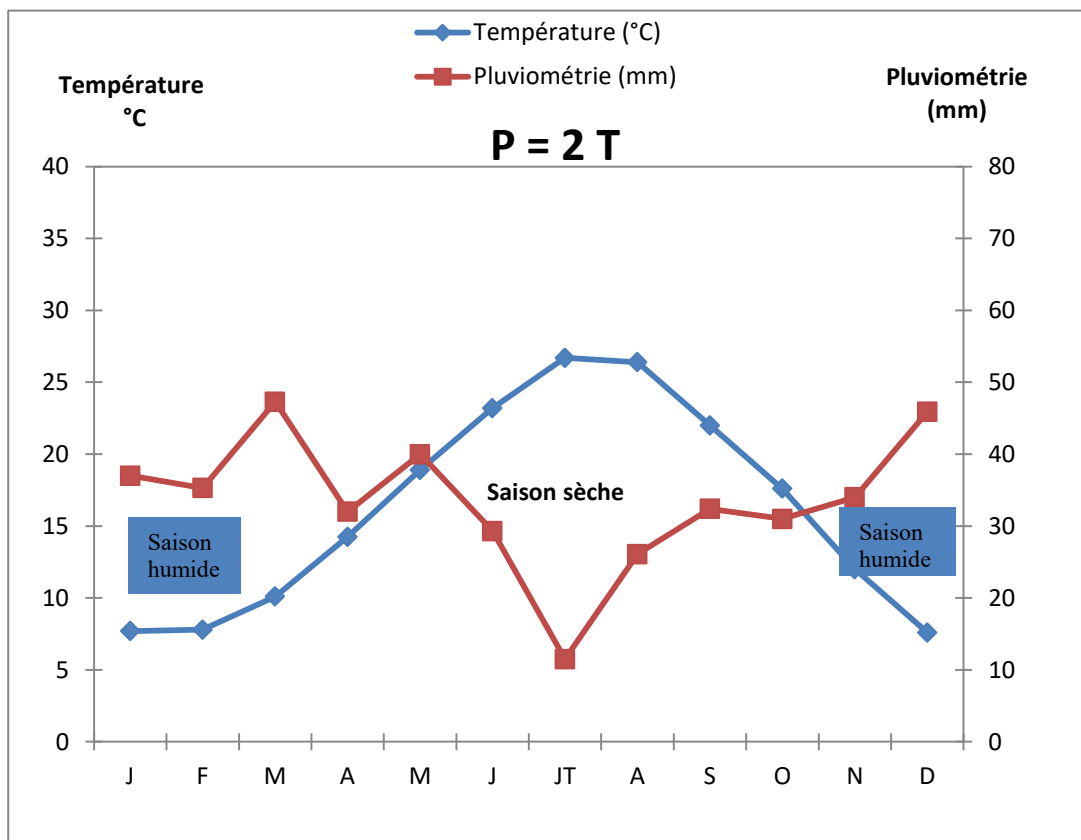


Figure 04. Diagramme Ombre thermique de la région de Khenchela (1997-2017)

1.4. Synthèse climatique

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres (Dajoz, 1985). Il est par conséquent nécessaire d'étudier l'impact de la combinaison de ces facteurs sur le milieu. Pour caractériser le climat de la présente région d'étude et de préciser leur position à l'échelle méditerranéenne, le diagramme Ombre thermique de BAGNOULS et GAUSSEN et le climat gramme pluviothermique d'EMBERGER sont utilisés.

1.4.1. Diagramme Ombre thermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme Ombre thermique met en évidence les périodes de sécheresse. L'axe des abscisses représente les mois de l'année, l'axe des ordonnées à la droite représente les précipitations (P) en mm et de la gauche les températures moyennes (T) en °C. L'échelle est $P = 2 T$. L'intersection de la courbe des précipitations avec la courbe des températures détermine la durée de la période sèche. BAGNOULS et GAUSSEN, ont défini les mois secs comme ceux

dont la pluviosité moyenne mensuelle en millimètres est inférieure ou égale au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius ($P < 2T$). Le diagramme Ombre thermique de la région de Khenchela laisse apparaître que la période de sécheresse s'étale au mois de Juin jusqu'à la fin du mois d'Aout, on constate que il y'a deux période humide, l'un s'étale au mois de Janvier jusqu'à le mois de Mai, et l'autre à partir au mois de septembre à la fin de décembre.

1.4.2. Climagramme pluviothermique d'EMBERGER

Le climagramme d'EMBERGER permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté, en abscisse par la moyenne des températures minima du mois le plus froid et en ordonnée par le quotient pluviothermique (Q2). Il est calculé par la formule suivante :

$$Q2 = 3,43 P / (M-m)$$

P : Pluviosité annuelle en (mm)

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud

m : Moyenne des températures minima du mois le plus froid

Sachant que $M=41,3^{\circ}\text{C}$ et $m=3,8^{\circ}\text{C}$

Le climat est d'autant plus sec que le quotient pluviothermique Q2 est plus petit. A partir du climagramme, il est à constater que la région de Khenchela présente pour la décennie (1997-2017) un $Q2 = 36,75$ en conséquence, la région de Khenchela appartient à l'étage bioclimatique semi aride à hiver frais (Figure 8). Elle se caractérise par des températures moyennes, une pluviométrie moyenne, une forte évaporation et une luminosité intense.

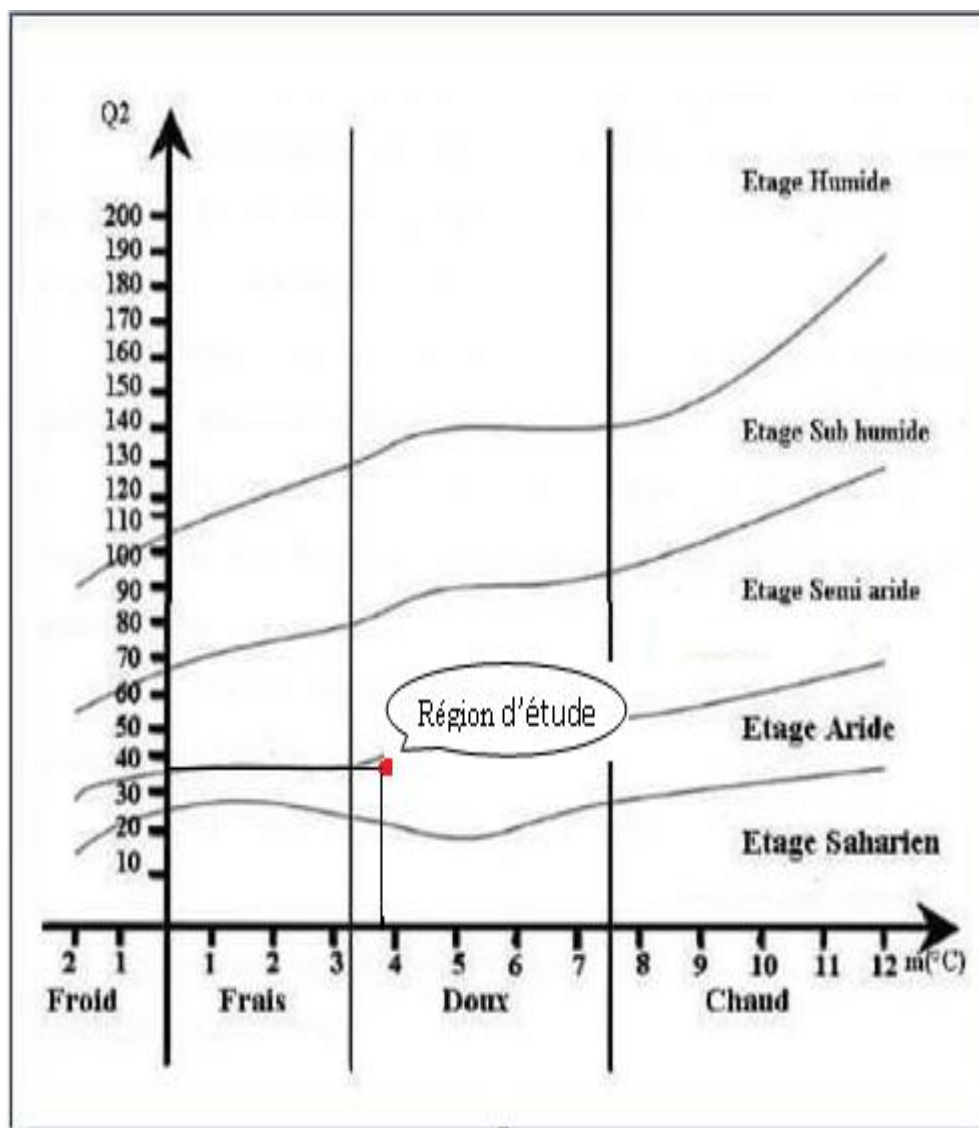


Figure 05. Climagramme d'EMBERGER de la région de Khenchela (1997-2017).

D'après le Climagramme d'EMBERGER, la région de Khenchela appartient à l'étage bioclimatique **Semi Aride à hiver Doux**.

MATERIEL ET METHODES

Matériel et méthodes

1. Matériel végétal

Après une étude ethnobotanique et suite au nombre restreint d'études effectuées sur les plantes disponibles, notre choix s'est porté sur la plante aromatique *Juniperus phoenicea*, actuellement répondue de manière faible dans la région de Ain-mimoune wilaya de Khenchela, mais parfaitement connue et utilisée dans la médecine traditionnelles par la population de la région. La partie utilisée de cette plante est les rameaux sur lesquels sont plaquées les petites feuilles. L'ensemble est utilisé après séchage.



Figure 06. *Juniperus Phoenicia* (photo originale)

2. Méthodes des analyses chimiques

2.1. Détermination de la teneur en matière sèche

La matière sèche est déterminée par dessiccation d'200 g des échantillons dans une étuve à 105°C pendant 24 heures (AOAC, 1990).

2.2. Détermination de la teneur en matière minérale et organique

La matière minérale est déterminée par incinération d'5 g d'échantillon dans un four à moufle à 550°C pendant 3 heures (AOAC, 1990).

2.3. Analyse des phénols

2.3.1. Réactifs

- ✓ Acétone 70%: 700 ml Acétone + 300 ml eau distillée.
- ✓ FolinCiocalteu (IN): diluer avec de l'eau distillée (1/1) (1 ml de folin avec 1 ml d'eau distillée) agitation.
- ✓ Carbonate de Sodium: 40 g ajusté avec de l'eau distillée à 200 ml.
- ✓ Poly vinyl pyrrolidone (PVP).
- ✓ Butanol-HCl: 950 ml Butanol + 50 ml HCl concentré (37%).

- ✓ Réactif ferrique: 16,6 ml HCl concentré ajusté à 100 ml avec de l'eau distillée + 2g de Sulfate d'ammonium ferrique (Conserver obligatoirement cette solution à l'ombre).

2.3.2. Extraction des phénols

- ✓ Placer 200 mg de l'échantillon sec et broyé dans un tube de centrifugation et verser 10ml d'acétone 70%.
- ✓ Placer au réfrigérateur (4°C) pendant une nuit pour assurer l'extraction.
- ✓ Le lendemain, centrifuger à 3000 tr/mn pendant 15 mn et récupérer le surnageant.



Figure 07. Extraction des huiles essentielles (photo originale)

2.3.3. Dosage des phénols totaux

- ✓ Prendre 50 μ l de l'extrait dans un tube au quel ajouter 450 μ l de H₂O.
- ✓ Mélanger à l'aide du vortex
- ✓ Ajouter successivement 250 μ l du Folin et 1250 μ l du carbonate de Sodium.
- ✓ Vortex.
- ✓ Mettre 50 μ l de H₂O au lieu de l'extrait pour faire le blanc.
- ✓ Faire une lecture au spectrophotomètre UV visible (Spectronic 601) à $\lambda = 725$ nm après 40 mn de réaction à l'ombre.



Figure 08. Dosage des phénols (photo originale)

3. Extraction des huiles essentielles

3.1. Hydrodistillation

3.1.1. Principe

Les parties aériennes de genévrier ont été utilisées pour l'extraction des huiles essentielles. Cette extraction a été réalisée par la méthode d'hydrodistillation grâce à un hydro-distillateur de type Clevenger. Il est constitué d'un chauffe-ballon, un ballon en verre pyrex, une colonne, un réfrigérant et un collecteur.

Chacun de ces éléments a un rôle précis : le ballon en verre pyrex sert à placer le matériel végétal séché et l'eau distillée. Le chauffe-ballon permet la distribution homogène de la chaleur dans le ballon. La colonne contenant le réfrigérant condense la vapeur qui vient de l'échauffement du ballon.

Le collecteur en verre pyrex reçoit les extraits de la distillation (**Mohammedi, 2006**).

3.1.2. Mode opératoire

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée au niveau du laboratoire de science de nature et de vie de kenchela.

L'extraction est effectuée par hydrodistillation de type Clevenger. Nous avons pesée 300g de genévrier sont introduite dans un ballon contenant 1.5l d'eau distillée. L'ensemble est porté à l'ébullition pendant 3 heures. Le distillat recueilli est introduit dans une ampoule à décanter afin de séparer l'eau de l'HE qui surnage.

3.2. Expression des résultats

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après l'extraction et la masse de la matière végétale utilisée (**AFNOR, 2000**).

Le rendement (R) est exprimé en pourcentage, et il est donné par la formule suivante

$$\text{Rdt} = (\text{Ph} / \text{Pp}) \times 100$$

- ✓ **Rdt** : rendement en huiles essentielles (en %) ;
- ✓ **Ph** : Poids de l'huile essentielle en g ;
- ✓ **Pp** : Poids de la plante en g.

4. Etude de l'activité antioxydante

Le DPPH est un radical stable dû à la stabilisation par délocalisation sur les cycles aromatiques. Le DPPH· peut facilement piéger d'autres radicaux mais ne se dimérise pas. Parce qu'une forte bande d'absorption est centrée à environ 517 nm, la solution de radical DPPH se forme en violet foncé et devient incolore à jaune pâle lorsqu'elle est réduite lors dela

réaction avec le donneur d'hydrogène. La diminution de l'absorbance dépend linéairement de la concentration antioxydante (Gupta, 2015).

L'activité de piégeage du DPPH a été évaluée selon la méthode de (Blois (1958). En bref 1800µl de solution de DPPH (0,004mg/ml) ont été ajoutés à 100µl de différentes dilutions de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea* ou standards (BHT, BHA). Le mélange a été incubé pendant 30min dans l'obscurité et l'absorbance de chaque solution a été lue à 517nm à l'aide d'un lecteur de microplaques. Le pourcentage d'inhibition a été calculé comme suit :

$$I (\%) = (Ab - As/Ab) \times 100$$

Où : Ab est l'absorbance de la réaction témoin/As est l'absorbance du composé testé.

Le pouvoir antioxydant des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et de *Juniperus phoenicea* a été évalué par deux méthodes : le test de DPPH et le test de FRAP.

4.1. Test de DPPH

❖ Principe

Le composé chimique 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH°) est un radical organique stable de couleur violette, qui absorbe à 517 nm. Sa stabilité est due au fait qu'il possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. En présence d'agents antioxydants qui sont les donneurs d'hydrogène (AH), le composé est réduit en une forme non radicalaire DPPH-H(2,2-diphényl-1-picrylhydrazine) et vire au jaune, ce qui entraîne une diminution de son absorbance (Brand-Williams *et al.*, 1995; Maataoui *et al.*, 2006).

❖ Mode opératoire

L'activité antioxydante des huiles essentielles a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH, selon la méthode décrite par Archana *et al.* (2005). Un volume de 100 µl de chacune des solutions éthanoliques d'huile essentielle préparées à différentes concentrations est mélangé avec 2.9 ml d'une solution d'éthanol de DPPH° de 0,004% (p/v).

Après 30 min d'incubation à l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 517 nm par spectrophotomètre JENWAY 7305 UV-Visible. Nous procédons de la même manière pour l'acide ascorbique (antioxydant de référence). Un contrôle négatif composé de 100 µl d'éthanol et de 2.9 ml de la solution de DPPH° est également préparé.

Les concentrations des huiles essentielles testées sont comprises entre 500 et 10000 mg/ml pour *J. phoenicea* alors que celles de l'antioxydant standard, sont comprises entre 0.02 et 1 mg/ml.



Figure 09. Préparation des concentrations des huiles essentielles

4.2. Expression des résultats

L'activité anti radicalaire est exprimée en pourcentage de réduction de la solution de DPPH° (**Dongmo et al., 2010**). D'après **Dung et al., (2008)** et **Eyob et al., (2008)**, le pouvoir de réduction est déterminé en appliquant la formule suivante : $PR = (AC - AE) / AC \times 100$

PR : Pouvoir de la réduction exprimé en pourcentage (%);

AE : Absorbance de la solution de DPPH° en présence de l'huile essentielle ou de l'acide ascorbique ;

AC : Absorbance de la solution de DPPH° en absence de l'huile essentielle et de l'acide ascorbique. La variation du pouvoir de réduction en fonction de la concentration de l'huile essentielle et de l'acide ascorbique, permet également de calculer le paramètre CE50 qui représente la « Concentration Efficace ». Cette dernière est définie comme étant la concentration de l'huile essentielle (ou de l'acide ascorbique) nécessaire pour réduire 50% de l'activité de DPPH° (**Molyneux, 2004**).

Les valeurs CE50 moyennes sont déterminées par les régressions linéaires de trois essais séparés où l'abscisse est représentée par la concentration des échantillons testés et l'ordonnée par le pouvoir de réduction en pourcentage (**Mensor et al., 2001**).



Figure 10. Préparation des lecteurs des concentrations des huiles essentielles testées

5. Analyse statistique

Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne \pm l'écart-type (SD).

Toutes les mesures ont été répétées trois fois dans des expériences indépendantes (tubes indépendants). Tous les résultats obtenus dans ce travail sont exprimés en moyenne \pm écart type, qui est calculés en utilisant Excel Microsoft Office 2013. Les valeurs des CI50 (concentration inhibitrice à 50%) ont été calculées par la méthode de régression linéaire à partir de la courbe [% inhibition = f (concentrations)].

Les résultats des CI50 de tous les extraits y compris le test positif (l'acide ascorbique) ont été soumis à une analyse de la variance (ANOVA) avec un facteur. Les tests de comparaison des moyennes sont réalisés par le test de Fisher LSD. Toutes les analyses statistiques sont réalisées avec la version 8.0 du logiciel STATISTICA (Hill, 2007)

RESULTATS ET DISCUSSION

I. Résultats

1. Composition chimique

1.1. La matière sèche

Les résultats de la composition chimique est résumé dans le tableau 7. Ces teneurs sont incluses dans une gamme variant de 40,43 à 50,47%, la teneur de la MS pour *Juniperus phoenicea* est de 50,47%. Le taux élevé en humidité de la plante peut être lié au climat de leur habitat. La variabilité de la teneur en MS peut être expliquée aussi par le stade de développement des plantes lors de la collecte. *Juniperus phoenicea* est collectée au stade de maturation et elle renferme une teneur plus élevée en MS.

Tableau 07. Composition chimique de la plante

Composition chimique	MS %(24h)	MS % (3h)	MM (% de MS)	MO (% de MS)
<i>Juniperus phoenicea L</i>	40,43±1,06	50,47±1,16	7,55±0,37	92,45±0,37

1.2. Les matières minérales et organique

Les teneurs en matière minérale (MM) et organique (MO) sont également illustrées dans le tableau 7. Elles sont variables entre (7,55 et 92,45%) pour la MM et MO de la plante *Juniperus phoenicea*, cependant, plus riche en MO (92,45%), la variation de la concentration des éléments minéraux et organiques de la plante étudié est fortement liée avec le type de sol, le climat, le stade de la maturité et la saison de la récolte (Arhab, 2007).

1.3. Dosage des phénols

La lecture de spectrophotomètre a 725nm de teneur en phénols des différents extraits de *Juniperus* est $0.624 \pm$

2. Le rendement en HE de *Juniperus phoenicea*

Le rendement moyen obtenu des huiles essentielles extraites de la plante *Juniperus phoenicea* étudiée est de l'ordre de **0.64%**.

3. L'activité antioxydante

L'activité anti-radicalaire est très importante due au rôle délétère des radicaux libres dans le domaine alimentaire et dans les systèmes biologiques (Gulçin et al., 2010). La méthode du radical de DPPH, utilisée dans la présente étude, est une procédure commune dans laquelle l'activité antioxydante de l'échantillon étudié est estimée par le degré de décoloration de la solution de DPPH. Ce chromogène violet est facile à utiliser, a une grande

sensibilité, permet l'analyse rapide de l'activité antioxydante d'un grand nombre d'échantillons et donne des résultats reproductibles (Gulçin *et al.*, 2010).

Les résultats de piégeage de ce Inhibition par les différentes concentrations des fractions des huiles essentielles sont illustrés dans la Figure .

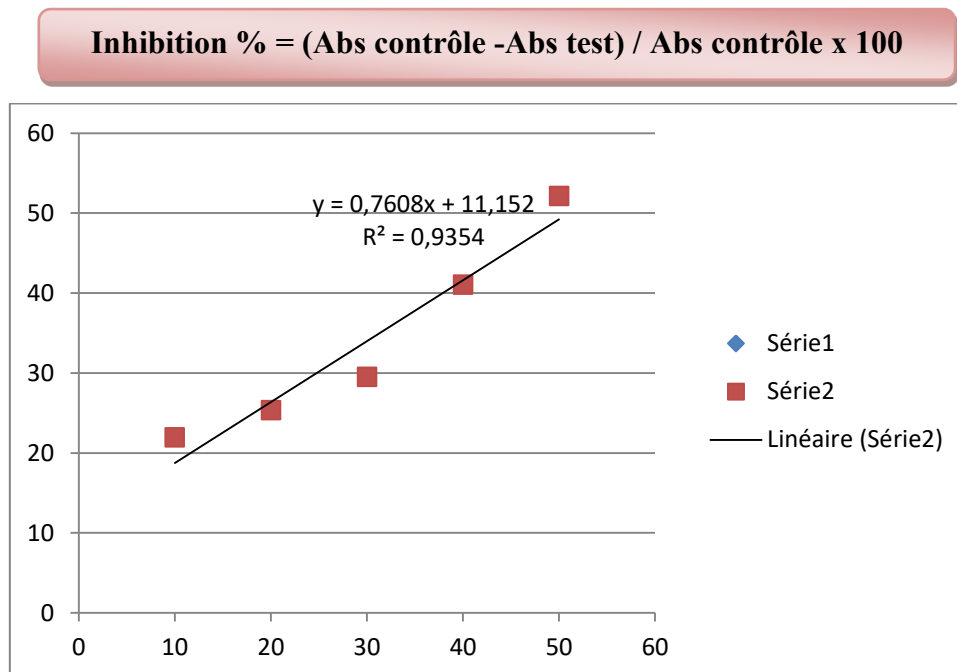


Figure 11. Courbes représentant les pourcentages d'inhibition du radical DPPH en fonction des différentes concentrations des fractions des huiles essentielles de *Juniperus phoenice*

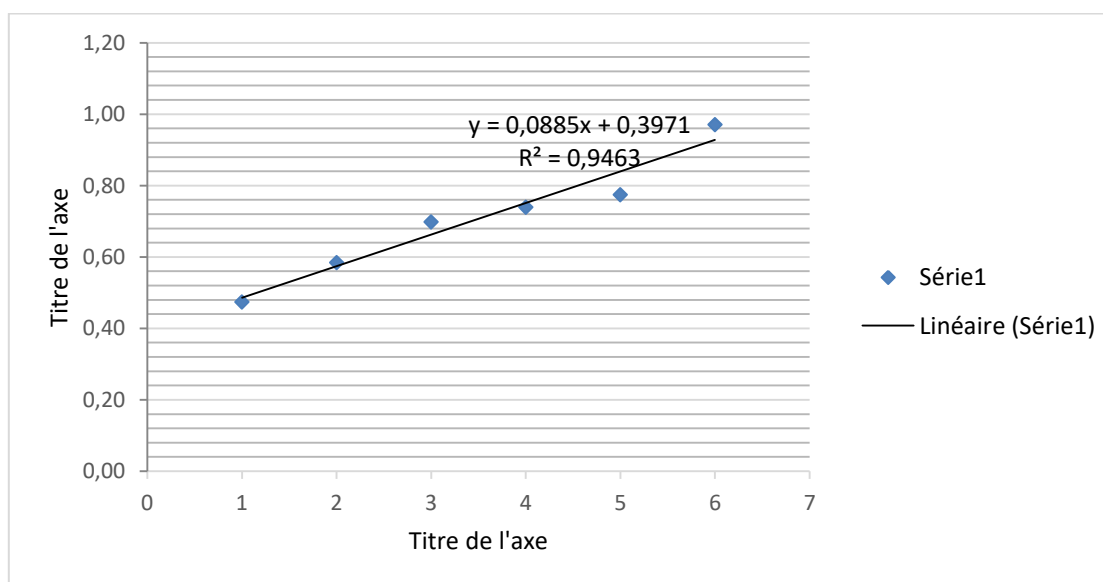


Figure 12. Courbes représentant les pourcentages d'activité antioxydante en fonction des différentes concentrations des fractions des huiles essentielles de *Juniperus phoenice*

4. Détermination de la CI 50

La concentration inhibitrice 50% est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de l'activité du DPPH.

La valeur de la CI 50 a été déterminée graphiquement par la régression linéaire où l'abscisse (x) est représenté par la concentration de l'échantillon testé (mg/ml) et l'ordonnée (y) par le pourcentage d'inhibition (1%).

Le pourcentage d'inhibition du DPPH (1%) est calculé par la formule suivante

Inhibition % = (Abs contrôle - Abs test) / Abs contrôle x 100. Abs est mesurée à 517nm.

Les résultat obtenue IC50 = 51.06 ± 2 mg/L

II. Discussion

1. Teneur en eau

La teneur en eau des feuilles de *J. phoenicea* est de 50,53%, cette valeur montre que les feuilles du genévrier de phénicie contiennent plus d'eau que celui du Maroc (32%) (**Achak, 2006**). Par ailleurs, on peut justifier ces variations de la teneur en eau par l'impact de plusieurs facteurs, notamment, les conditions physiologiques et environnementales (les conditions climatiques), ainsi que la répartition géographique (**Hopkins et al., 2003**).

2. Rendement en huile essentielle

Le résultat obtenu est comparable à celui rapporté dans l'étude de es résultats sont similaires à ceux rapportés par (**Adams et al, 1996**), 0.58 % pour huiles essentielles de *Juniperus phoenicea*

Comparativement à d'autres travaux de **Cavaleiro et al. (2006)** sur les galbules mûres de la sous-espèce *turbinata* récoltées en Portugal, avec une concentration de 2%. Toutefois, cette performance est inférieure à celle observée par **Ennajar et ses collègues (2009)** à partir des galbules mûres de la même espèce en Tunisie, qui s'élèvent de 2 à 3,95%. Les galbules mûres de *J. phoenicea* ssp. *Turbinata* collectées en Italie ont été hydrodistillées pendant trois heures, ce qui a entraîné un rendement de 2,45% (**Angioni et al., 2003**). Selon les mêmes auteurs, les galbules non matures ont obtenu un rendement de 1,69%, ce qui est légèrement inférieur à celui observé dans notre étude.

Il est très difficile de comparer les résultats de notre étude avec ceux des travaux précédents qui sont très rares. Effectivement, il n'existe aucune connaissance sur la composition chimique et les activités biologiques des huiles essentielles fractionnées en fonction du temps lors de la distillation.

3. Les matières minérale et organique

Le tableau semble comparer différents paramètres (MM, MO, MS 24h, MS 3h, MM %MS, MO %MS) mesurés en trois répétitions, puis calcule les moyennes (Moy) et les écarts-types (Ecartype) pour chaque paramètre.

3.1. MM (Matières minérale)

- Valeurs : 15,54 ; 14,42 ; 14,90
- Moyenne : 14,95
- Écart-type : 0,56

La matières minérale (MM) des échantillons varie légèrement autour de 14,95 avec un écart-type de 0,56, indiquant une variation modérée entre les échantillons. Cela suggère une bonne répétabilité des mesures de matières minérale, bien que des légères variations existent.

3.2. MO (Matières organique)

- Valeurs : 84,46 ; 85,58 ; 85,10
- Moyenne : 85,05
- Écart-type : 0,56

La matières organique (MO) montre des valeurs autour de 85,05 avec un écart-type similaire à celui de MM (0,56), indiquant également une variation modérée. Les valeurs sont assez proches les unes des autres, ce qui montre une consistance dans les mesures.

3.3. MS 24h (Masse Séchée à 24 heures)

- Valeurs : 40,30 ; 39,45 ; 41,55
- Moyenne : 40,43
- Écart-type : 1,06

Les valeurs de masse séchée à 24 heures (MS 24h) varient davantage que MM et MO, avec une moyenne de 40,43 et un écart-type de 1,06. Cela suggère une plus grande variabilité dans les mesures de MS 24h, potentiellement due à des différences dans le processus de séchage ou des conditions expérimentales.

3.4. MS 3h (Masse Séchée à 3 heures)

- Valeurs : 50,30 ; 49,40 ; 51,70
- Moyenne : 50,47
- Écart-type : 1,16

Les valeurs de masse séchée à 3 heures (MS 3h) montrent une variabilité similaire à celle de MS 24h, avec une moyenne de 50,47 et un écart-type de 1,16. Cela indique une certaine instabilité ou variabilité dans le séchage sur une période plus courte.

3.5. MM %MS (Matières minérale en pourcentage de Masse Séchée)

- Valeurs : 7,82 ; 7,12 ; 7,70
- Moyenne : 7,55
- Écart-type : 0,37

Le pourcentage de masse moyenne par rapport à la masse séchée (MM %MS) est relativement constant avec une moyenne de 7,55 et un écart-type de 0,37. Cela montre une bonne consistance relative des mesures de masse moyenne par rapport à la masse séchée.

3.6. MO %MS (matières minérales en pourcentage de Masse Séchée)

- Valeurs : 92,18 ; 92,88 ; 92,30
- Moyenne : 92,45
- Écart-type : 0,37

Le pourcentage de la masse d'origine par rapport à la masse séchée (MO %MS) est également très constant avec une moyenne de 92,45 et un écart-type de 0,37, suggérant une forte répétabilité et consistance dans les mesures.

4. Dosage des phénols

La teneur en phénols de 0,624 mesurée pour les extraits de *Juniperus* est cohérente avec les valeurs rapportées dans la littérature pour d'autres espèces de *Juniperus*. Cette valeur suggère que les extraits de *Juniperus* ont une concentration modérée en composés phénoliques, connus pour leurs propriétés antioxydantes et leurs bienfaits potentiels pour la santé (Everette *et al.*, 2010)

5. Rendement de l'hydrodistillation

Le rendement d'extraction par hydrodistillation moyen obtenu des huiles essentielles extraites de la plante *Juniperus phoenicea* étudiée est de l'ordre de **0.64%**.

Le rendement en feuilles est presque différent de celui de la même espèce en Tunisie (0,5% à 0,9%) Vitti *et al.*, (2005), Wallace (2004), Williams *et al.*, (2009). ces taux restent par rapport à ceux des genévriers rouges de la Grèce (0,58 % pour les rameaux) (Adams *et al.*, 1996), et de la sous espèce eu méditerrané du Portugal (0,41 % pour les rameaux) (Adams *et al.*, 1996) mais inférieure à ceux d'Égypte (0,96 % pour les fruits) (El-Sawi *et al.*, 2007) et de la sous espèce turbinât a d'Espagne (0,66 % pour les rameaux) (Adams *et al.*, 1996).

Selon l'étude de Menaceur *et al.*, (2013); du rendements du feuilles et baies de *J. phoenicea.L* récoltés sur la région de Bouira au Sud-East d'Alger (0,80%) pour les feuilles et (1,96%) pour baies.

En Italie, a montré également un rendement très proche, 0.22% pour les feuilles et 2.54% pour les baies. (Angioni *et al.*, 2003).

Cette variabilité de rendement pourrait également être liée au processus de tarissement, période de récolte, aux facteurs édaphiques et climatiques (chaleur, froid, stress hydrique), géographique (altitude, nature du sol, taux d'exposition au soleil) et génétique (**Oukadir et al., 2021**). Ou alors à l'état physiopathologique de la plante, aussi elle peut être liée au type de la technique d'extraction et aux étapes de la récupération (**Wogiatzi et al., 2011**).

Tableau 08. Résultats des travaux antérieurs des teneurs en composés majoritaires de l'huile essentielle des feuilles de *J Phoenicea* L en Algérie.

Régions	Rendement	Composants	Auteurs
Djelfa	0,8 %	α -pinène 40,2 %, β -phellandrene 14,1%, β -pinene 2,0%	Dob et al (2008)
Souk-Ahras	1,27%	α -pinène 47,71 %, thujène 35,35%	Bouzbata et Hadeef (2009)
Batna	1,11%	α -pinène 50,71%, thujène 37,20%	
Tlemcen	0,52%	α -pinene 34,5 %, 2-Phellandrene 22,4%, Terpinyl acetate 14,7%	Mazari et al (2010)
Menâa-Batna	0,7%	α -pinene 47,2 %, δ -3-Carene 5,4 %, α -cedrene 2,8 %	Ramdani et al (2013)
Biskra	0,92%	α -pinene 56%, δ -3-Carene 3%	
Batna-T'kout	0,92%	α -pinene 36,5 %, δ -3 – Carene 12,4%	
Boutaleb-Setif	0,8%	α -pinene 53,7 %, β -phellandrene 7,3%	Ramdani et al (2013)
Boussaâda	0,75%	α -pinene 47,1 %, Terpinolene 13 %	

Tableau 09. Rendement en huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* selon les auteurs

Fraction de la plante	Rendement	Région	Auteurs
Feuille	0,8%	Djelfa	Dob et al (2008)
Feuille	1,11%	Batna	Bouzbata et Hafed (2009)
Feuille	1,27%	Souk Ahras	
Feuille	0,9%	Naâma	Bouyahaoui (2017)
Baie	2,5%	Naâma	

Ce contraste de résultats pourrait être expliqué par la saison de récolte et aussi par la différence entre les étages climatiques. La période de récoltes provenances. Ce constat est conforme à ce qui est rapporté dans la littérature, à savoir que les différences existantes entre les rendements d'extraction obtenue pour les variétés poussant dans différentes régions

d'études sont liées aux facteurs climatiques (chaleur, froid, stress hydrique), géographique (altitude, nature du sol, taux d'exposition au soleil) et génétique (**Oukadir et al., 2021**).

6. L'activité antioxydante

Les résultats de cette étude, indique que l'activité de piégeage des radicaux libres DPPH et les tests de capacité de réduction ont été utilisés pour calculer l'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Genévrier rouge*. À une concentration de 3,2mg/ml, l'huile essentielle de *Genévrier rouge* a été déterminée par l'activité antiradicalaire du pourcentage d'inhibition est égale **27,88 ± 2,30%** sur la base du dosage DPPH.

Selon **Rahhal et al., (2019)**, L'HE de *J. phoenicea* avec un CI₅₀ de 14,39 µg/mL. L'activité antioxydante de *J. phoenicea* a une activité similaire à vitamine C et supérieur au BHT et à l'α-tocophérol.

Selon **Harhour et al., (2018)**, Les résultats de la capacité antiradicalaire de *J. phoenicea* huile essentielle et des standards (acide ascorbique, BHT) sont exprimés en pourcentage d'inhibition du DPPH radical à différentes concentrations (25, 50, 75 et 100µg/mL). Capacités des échantillons testés à piéger le DPPH ont été évaluées sur la base de leurs valeurs CI₅₀ qui ont été inversement proportionnel à leurs capacités antioxydante. L'huile essentielle de baies (CI₅₀=67,6±1,02µg/mL) a montré une faible activité antioxydante par rapport au BHT (CI₅₀=18,3 ± 0,8µg/mL) et acide ascorbique (CI₅₀ = 14,9± 1,7µg/mL). De même, l'huile essentielle de branches a aussi une faible efficacité avec une CI₅₀=98±1,25µg/mL. Donc, par rapport au BHT et à l'acide ascorbique, les deux huiles échantillons étaient nettement moins efficaces que ces synthétiques antioxydants. La faible activité antioxydante de l'examiné les huiles dans le test DPPH peuvent être partiellement dues à la dominance d'α-pinène (40,3 – 50,5%) et de δ-3-carène (14,5-20,1%) qui sont considérés comme des antioxydants faibles.

Les recherches menues par **Mansouri et al., (2011)**, la valeur CI₅₀ de l'extrait de *Genévrier marocain* est de 4,71±3,53µg/ml. Cette valeur a été déterminée sur la base d'une valeur CI₅₀ d'une référence (BHT) de 1,13 ± 2,51µg/ml.

D'après **Bouzouita et al., (2008)**, montre que l'huile de *J. phoenicea* a manifesté une propriété antioxydante comparable à celle du δ-tocophérol à la concentration de 200 ppm, elle a permis de protéger un corps gras le saindoux et une huile végétale l'huile de soja.

Selon **Ghouti et al., (2018)**, Concernant l'activité antioxydante de l'huile *Juniperus phoenicea L.* évaluée par le test DPPH, elle a montré une capacité bonne à modérée (CI₅₀=0,76mg/ml). Les bioactivité prometteuses de cette plante suggèrent qu'elle pourrait être une source de nouvelles molécules conservatrices.

Les résultats obtenus par **Ennajar et al., (2009)** sur l'activité antioxydante de *J. phoenicea* montre que l'activité de piégeage des radicaux par DPPH a été exposé par les huiles essentielles de feuilles et de baies (CI₅₀ valeur 5364±121 et 14716±411mg/L, respectivement).et ils expliquent La faible réactivité par la forte concentration en hydrocarbures terpéniques des huiles essentielles (91,0% pour les feuilles et 98,3% pour les baies). D'autre part, Selon le dosage ABTS, l'huile essentielle de baies a une activité plus importante que les feuilles (CI₅₀=87 ±3 et 189± 5mg/L, respectivement).

CONCLUSION

Conclusion

Ce travail vise à l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile essentielle (HE) de *J. phoenicea* récoltée dans la wilaya de KHENCHELA. Ce travail a permis d'aboutir aux résultats suivants :

L'hydrodistillation des galbules de *J. phoenicea* a donné un rendement en huile essentielle, cumulatif de **0.64 %**.

L'ensemble de nos résultats montre que l'huile essentielle de *J. phoenicea* qui présente un rendement 0,64% de la matière sèche de la partie aérienne.

L'huile essentielle des feuilles et des fruits de *Juniperus phoenicea* se montre un pouvoir antioxydant de 27,88% pour 3,2mg/ml, cette activité est liée peut être à la richesse des organes de l'arbre en composés phénoliques du fait que certains groupes de recherche ont rapporté une telle corrélation positive entre le contenu phénolique total et l'activité antioxydante.

L'étude du pouvoir antioxydant par le test de DPPH a montré que les huiles essentielles de *J. phoenicea* possèdent une activité remarquable et ont été capables de piéger le radical libre DPPH. La valeur de CI_{50} obtenue et **IC50 = 51.06 ± 2 mg/L**

Cette recherche a révélé qu'il est possible d'obtenir différents profils d'HEs à partir du même lot de galbules, suggérant la possibilité de générer des huiles naturelles avec des profils ciblés spécifiques.

La flore algérienne possède de nombreuses plantes aromatiques et médicinales. Elles constituent une ressource non négligeable en matière de molécules bioactives.

Néanmoins, cette ressource reste peu exploitée que ce soit au niveau des études scientifiques ou au niveau économique. A l'avenir il serait intéressant de compléter cette recherche par le dosage des métabolites biochimiques (protéines, glucides et lipides).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- Adams P.R. (2004).** *Juniperus* of the world: The genus *Juniperus*. Trafford Publishing Co, Agriculture and Biology. 12: 199–204.
- Adams R. P. and Boratynski A., 2014.** Geographic Variation in the Leaf Essential Oil of *Juniperus turbinata* from throughout its range in the Mediterranean. 96(3): 149–58.
- Adams RP ; Barrero AF ; Lara A. (1996).** Comparisons of the leaf essential oils of *Juniperus phoenicea*, *J. phoenicea* subsp. *eu-mediterranea* Lebr.et Thiv. and *J. phoenicea* var. *turbinata* (Guss) Parl. J. Essent. Oil Res. 8: 367-371.
- Adams, RP. (2011).** Species Descriptions, Distribution Map and Plant Photo. In *Juniperus of the word: the genus juniperus*, 3rd edition Trafford rev, USA . p 436.
- AFNOR, (2000).** Huiles essentielles. Échantillonnage et méthodes d'analyse (Tome 1) Monographies relatives aux huiles essentielles (Tome 2. volumes 1 et 2).
- Aissaoui, A.B, et Belaid, B .(2020).** Contribution a l'etude phytochimique de Quatre Plantes medicinales(A. herba Alba Asso, A. compestris L, *Juniperus phoenicea* et *Rosmarinus officinalis*) de la region d'oued Souf .Universite Echahid Hamma Lakdhar- EL OUED .Memoire de fin d'etude.p144.
- Akrout A.,1983.** Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). In: Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM, 2004. p. 289-292 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 62).
- Amalou, Mouhoubi. (2014).** Caractérisation biologique et biochimique du Genévrier (*Juniperus phoenicea*) au niveau du Parc National de Gouraya a Bejaia. Université A. Mira- Bejaia. Memoire de fin d'etude.p48
- Amokrane D, Mohammedi A, Yekhlef R, Belfennache D, Zerrouki N.D, Aly S, Elanany M.A. Ali M.A., (2024).** Insecticidal Activity, GC/MS Analysis, and *in silico* Studies of *Juniperus phoenicea* Essential Oil against *Aphis spiraecola*, *Universal Journal of Agricultural Research* 12(1):51-64.
- Aouadi, M., Msaada, K., Sebai, E., Aidi Wannes, W., Salah Abbassi, M., & Akkari, H. (2021).** Antioxidant, anthelmintic and antibacterial activities of Red Juniper (*Juniperus phoenicea* L.) essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 34(2):163-172.
- Arhab R., (2007).** Etude de la fermentescibilité *in vitro* et de la digestibilité *in vivo* de végétaux des zones arides et de sous produits de l'agronomie saharienne par

- l'estimation de l'activité métabolique du microbiote ruminal d'ovins. Thèse de Doctorat. Université Mentouri Constantine. Algérie. 204 p.
- Angioni A., Barra A., Russo MT., Coroneo V., Dessi S. and Cabras P., 2003;** Chemical composition of the essential oils of *Juniperus* from ripe and unripe berries and leaves and their antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(10): 3073-3078.
- Bakchiche B., Gherib A., Maatallah M. and Miguel M. G., 2014.** Chemical composition of essential oils of *Artemisia campestris* and *Juniperus phoenicea* from Algeria. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. Vol. 9 No. 4 Dec. 2014, pp. 1434-1436.
- Bassolé I.H.N., and Juliani H.R. (2012).** Essential oils in combination and their antimicrobial properties. *Molecules*. 17(4): 3989-4006p.
- Beddiar H., (2016).** Etude de *Juniperus phoenicea* de la région de Tébessa : composition chimique, activités antioxydantes et activités microbiologiques, Mémoire de Master, Université Larbi Tébessi-Tébessa.
- Bedi G., Tonzibo Z. F., Chopard, C., Mahy J. P., and Guessan T. Y. (2004).** Etude des effets anti douleurs des huiles essentielles de *Chromolaena Odorata* et de *Mikania Cordata*, par action sur la lipoxgénase L-1 de soja. *Physical and Chemical News*, 15, 124-127.
- Belkacem Z., (2015).** Contribution a l'étude du cortège floristique de l'espèce *Juniperus oxycedrus* (Cupressaceae) dans la région de Tlemcen, Mémoire de master, Université Abou Bekr Belkaid, Algérie. 32p.
- Bettaieb R. I., Bourgou S., Saidani T. M., Fauconnier, M.L., and Ksouri, R. (2017).** Phytochemical composition and antioxidant activity of *Lavandula dentata* extracts. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*. 39(2): 2096-2105.
- Bousbia, D., Souaci, W. (2021).** Enquête ethnobotanique et étude phytochimique de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus phoenicea*) dans la région d'Oued Souf. Université Echahid Hamma Lakdhar- EL OUED. Mémoire de fin d'étude.
- Bouyahyaoui A. (2017).** Contribution à la valorisation des substances naturelles Étude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien. Thèse de doctorat en science, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie département de Biologie. 115P.

- Bouzabata, A., et Hadeb, Y., (2009).** Variability of the Yield and the Chemical Composition of Essential Oils of *Juniperus Phoenicea* L. coming from two regions of Algeria. TJMPNP, 2: pp1-9.
- Bouzouita N, Kachouri F, Hamdi M, Chaabouni MM, Benaissa R, Zgoulli S, Thonart P, Carlier A, Marlier M, Lognay G.C, (2005).** Volatile constituents and antimicrobial activity of *Lavandula stoechas* L. oil from Tunisia. J Essent Oil Res 17:584–586.
- Bouzouita, N., Kachouri, F., Ben Halima, M., & Chaabouni, M. M. (2008).** Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. Journal de la Société Chimique de Tunisie, 10 :119-125.
- Burt S. (2004).** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. International journal of food microbiology, 94(3), 223-253.
- Cavaleiro C., Pinto E., Gonçalves M.J., Salgueiro L., 2006;** Antifungal activity of Juniperus essential oils against dermatophyte, Aspergillus and Candida strains, Journal of Applied Microbiology, 1364-5072.
- Dabé D., Guédé Noël Z., and Adolphe Z. (2017).** Propriétés Antifongiques Des Légumineuses Médicinales De Côte d'Ivoire : Cas De *Crotalaria retusa* L. (Fabaceae) Sur La Croissance in vitro De *Phytophthora* sp Et *Fusarium solani*, Deux Champignons Phytopathogènes.
- De Bruyne, T., Pieters, L., Deelstra, H. and Vlietinck, A. (1999).** Condensed vegetable tannins: Biodiversity in structure and biological activities. Biochemical Systematics and Ecology. 27: 445-459
- Derwich E, Benziane Z. and Boukir A., 2010.** Chemical composition of leaf essential oil of *Juniperus phoenicea* and evaluation of its antibacterial activity. International Journal of Agriculture and Biology, 12, 199–204.
- Derwich, E. Benziane, Z. Taouil, R. Senhadji, O. et Touzani. MA. (2010).** Comparative Study of The Chemical Composition of The Leaves Volatil Oil of *Juniperus phoenicea* and *Juniperus oxycedrus*, Middl-East J. Res, 5(5) : 416-424
- Dob, T., Dahmane, D., et Chelghoum, C. (2008).** Chemical Composition of the Essential Oil of *Juniperus phoenicea* L. from Algeria, The Journal of essential oil research, 20(1): pp15-20
- Dordevic S., Petrovic S., and Dobric S., (2007).** Antimicrobial, anti-inflammatory, anti-ulcer and antioxidant activities of *Carlina acanthifolia* root essential oil. Journal of Ethnopharmacology.109:58-463.

- Dorman H.J., and Deans S.G. (2000).** Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.* 88(2): 308-316p.
- Elion Itou R.D.G., EtouOssibi A.W., Epa C., Nsondé N. G.F., Bokia C.B., Ouamba J.M., and Abena A.A. (2017).** Anti-inflammatory and analgesic effects of leaves of *Chromolaena odorata* L. (King and Robinson). *African Journal of Pharmacy and Pharmacology.* 11(17): 217-223.
- El-Sawi S .A, Motawae HM. Amal MA.. (2007).** Chemical Composition, Cytotoxic Activity and Antimicrobial Activity of Essential oils of leaves and berries of *Juniperus phoenicea*, Grown in Egypt. *African J. of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 4(4) : pp417- 426.
- Emami SA, Abedindo BF., and Hassanzadeh-Khayyat M. (2011).** Antioxidant activity of the essential oils of different parts of *Juniperus excelsa* M. Bieb. subsp. *excelsa* and *J. excelsa* M. Bieb. subsp. *polycarpus* (K. Koch) Takhtajan (Cupressaceae). *Iran J Pharm Res.* 10(4): 799- 810.
- Ennajar, M., Bouajila, J., Lebrihi, A., Mathieu, F., Abderraba, M., Raies, A., & Romdhane, M. (2009).** Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of essential oils and various extracts of *Juniperus phoenicea* L. (*Cupressacees*). *Journal of food science*, 74(7):M364-M371.
- Etobo K.J.P., Oleko W.R., and Nshimba S.M. (2017).** Study of the antibacterial activity of some medicinal plants on the isolates of *Staphylococcus* resistant to current antibiotics at kisangani (Dr Congo). *International Journal of Innovation and Scientific Research.* 30(2): 259- 268.
- Everette, J. D., Bryant, Q. M., Green, A. M., Abbey, Y. A., Wangila, G. W., & Walker, R. B. (2010).** Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteu reagent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(14), 8139-8144.
- Ghouti, D., Lazouni, H. A., Moussaoui, A., & Sari, D. C. (2018).** Chemical profile, in vitro antibacterial and antioxidant activities of *Juniperus phoenicea* L. and *Cotula cinerea* (Del.) essential oils from South western Algeria. *Phytotherapie*, 16(S1):S74-S83.
- Gülçin I., Huyut Z., Elmastaş M., Aboul-Enein H.Y., (2010).** Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian Journal of Chemistry*, Vol: 3, Issue 1, 43-53
- Harhour, A., Brada, M., Fauconnier, M. L., & Lognay, G. (2018).** Chemical composition and antioxidant activity of Algerian *Juniperus phoenicea* essential oil. *Natural Product Sciences*, 24(2):125-131.

- Hellali N., Mahammed M. H., Ramdane F., and Talli A. 2016.** Antimicrobial and antioxidant activities of *Cytopogon schoenanthus* (L.) Spreng essential oil, growing in Illizi– Algeria. *Journal of medicinal plant research*.10:188-194.
- Huguette M. (2008).** La route des épices, aromatisants, condiments et mélange d'épices. Ed : Sang de la terre. Paris. p 190
- Hill T., Lewicki P., 2007;** *Statistics: Methods Applications*, Statsoft, Tulsa. (Electronic version is available at: www.statsoft.com/textbook/k-nearest-neighbors/).
- Jamaledine, M., (2012).** Extraction et caractérisation de la composition des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* & *Juniperus oxycedrus* du Moyen Atlas, Mémoire de Master, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- Kanase V.D.J., and Mane. (2018).** A pharmacognostic and pharmacological review on *Alstonia scholaris*. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 11(12): 22-26.
- Keita R.M. 2002.** Etude de l'activité antifongique et antibactérienne de 14 plantes utilisées dans le traitement des I.S.T. Thèse de pharmacie, Bamako.130.
- Louis P., Boulevard P. et Raffelstrasse S.,(2010)** .Plantes médicinales, Alpen, Tilier45012 Paris, France.118p
- Mandin, J.P (2006).** Morphologie de très vieux Genévriers phéniciens (*Juniperus phoenicea* L.) en parois rocheuses (Gorges de l'Ardeche, France). 8P.
- Mansouri, N., Satrani, B., Ghanmi, M., El Ghadraoui, L., & Aafi, A. (2011).** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* ssp. *Lycia* et *Juniperus phoenicea* ssp. *Turbinata* du Maroc. *BASE . Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(3) : 415-424
- Mansouri, N., Satrani, B., Ghanmi, M., EL Ghadraoui, L., Aafi A. (2010).** Étude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* ssp. *lycia* et *Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata* du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 15(3), 415-424
- Mansouri, N., Satrani, B., Ghanmi, M., El Ghadraoui, L., Guedira, A& Aafi, A. (2011).** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de *Juniperus communis* du Maroc, *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Vol. 80 : 791 – 805.
- Mariod A. A., and Tahir H. E. (2022).** Biological activities, definition, types, and measurements. In *Multiple Biological Activities of Unconventional Seed Oils* (pp. 17-28). Academic Press.

- Mazari, K., Bendinerad, N., Benkhechi, C., et Fernandez, X., (2010).** Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil Isolated from Algerian *Juniperus phoenicea* L and *Cupressus sempervirens*, *Medicinal Plants Research*, 4(10): pp959-964
- Mbarek A. L., Ait Mouse H., Elabbadi N., Bensalah M., Gamouh A., Aboufatima R., and Zyad A.. (2007).** Anti-tumor properties of blackseed (*Nigella sativa* L.) extracts. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 40(6), 839-847.
- Meddour R., 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurèenne. Thèse de Doctorat, Université Tizi ouzou, Algérie, 461 p.
- Menaceur F., (2015).** Contribution à l'étude phytochimique et biologique de l'érigeron, du fenouil commun, de la lavande et du genévrier, Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach - Alger.
- Mohammedi, Z. (2006).** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. *Mémoire de Magister. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 105p.*
- Nazzaro F., Fratianni F., De Martino L., Coppola R., and De Feo V. (2013).** Effect of essential oils on pathogenic bacteria. *Pharmaceuticals*, vol. 6, no. 12, p 1451–1474.
- Olounladé A.P., Attakpa Y.E., Azando Erick V.B., Hounzangbé., Adoté Mawulé S., and Hoste H. (2017).** Effet In Vivo De *New bouldialaevis* (Bignoniaceae) Sur Des Strongles Gastro-Intestinaux Des Moutons. *European Scientific Journal*. 13(12) : 335-351.
- Oukadir, Z., Abdellaoui, A., Lyoussi, A., Senhaji rhazi, N., (2021).** Phytochemical, antioxidant and antibacterial study of essential oils of the leaves and fruits of *Juniperus Phoenicea*. Laboratory of Physiology, Pharmacology and Environmental Health, Department of Biology, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, University Sidi Mohamed Ben Abdellah, Fez – Morocco. P20.
- Peralta M. A., Silva Da., Ortega M. G., Cabrera J. L., and Paraje M. G. (2015).** Antifungal activity of a prenylated flavonoid from *Daleaelegans* against *Candida albicans* biofilms. *Phytomedicine*. 22(11):975-980.
- Quézel P. et Santa S., 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. éd. CNRS, Paris, vol. 1, 1-565.
- Quézel P., 1979.** La région méditerranéenne française et ses essences forestières. Signification écologique dans le contexte circumméditerranéen. *Forêt médit*, pp. 7-18.

- Rahhal, R, EL Hajjouji H, Gmouh S, Hsaine Mohammed, Fougrach H, Badri W, (2019).** Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils of *Juniperus phoenicea*, *Juniperus thurifera* and *Juniperus oxycedrus*, Mediterranean Journal of Chemistry, 9(3): 190-198.
- Ramdani M., Lograda T., Silini H., Zeraib A., Chalard P., Figueredo G., Bouchaala M. and Zerrar S., 2013.** Antibacterial activity of essential oils of *Juniperus phoenicea* from eastern Algeria. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 3, 022-028.
- Ramdani, M., Lograda, T., Silini, H., Zeraib, A., Chalard, P., Figueredo, G., Bouchaala, M., and Zerrar, S. (2013).** Antibacterial activity of Essential oils of *Juniperus phoenicea* from Eastern Algeria. J. Appl. Pharm. Sci. 3, pp22–28.
- Rezzi S., Cavaleiro C., Bighelli A., Salgueiro L., Da Cunha A. P. and Casanova J., 2001.** Intraspecific chemical variability of the leaf essential oil of *Juniperus Phoenicea* Subsp. *Turbinata* from Corsica. *Biochemical Systematics and Ecology* 29:179–88.
- Robert P.A., Barrero A. F and Lara A. (1996).** Comparisons of the Leaf Essential Oils of *Juniperus phoenicea*. J. Essent. Oil Res., 8, 367- 371.
- Saidi., M, and Tobji., N. (2016).** Evaluation de l'activité antibactérienne de combinaisons d'huiles essentielles et d'antibiotiques, Mémoire de Master Université A. MIRA - Bejaia.
- Salva-Catarineu, M., Romo, A., Mazur, M., Zielińska, M., Minissale, P., Donmez, A. A.,...& Boratyński, A. (2021).** Past, present, and future geographic range of the relict Mediterranean and Macaronesian *Juniperus phoenicea* complex. *Ecology and evolution*, 11(10): 5075-5095.
- Semchaoui A., and Belmagherbi A. (2021).** Evaluation des activités biologiques d'une plante médicinale (*Peganumharmala* L.) (Doctoral dissertation).
- Zhiri A. (2006).** Les huiles essentielles un pouvoir antimicrobien avéré. *Nutra News Science, Nutrition, Prévention et santé*. Edité par la Fondation pour le libre choix. 12: 8p.
- Zouari Bouassida, K., Makni, 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*, p12.