

Popular Democratic Republic of Algeria
Ministry Of High Education and Scientific Research
Abbes Laghrour University, Khenchela
Faculty of Natural and Life Sciences
Department of Cellular and Molecular Biology



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عباس لغرور خنشلة
كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Mémoire MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par : **KHABTANE Amira et BENABBES Ferial**

Thème

Évaluation de quelques activités biologiques des extraits de *Capparis spinosa L.* collectée de la région des Aurès (Djellal)

Devant le jury :

Présidente : Dr. DOUAOUYA Lilia

MCA

Université de Khenchela

Encadrant : Dr. KHEDDOUMA Asma

MCA

Université de Khenchela

Examinatrice : Dr. BOUTARFA Soumia

MCB

Université de Khenchela

Année 2022/2023

Remerciement

Au terme de cet humble travail, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude avant tout au Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Nous tenons à remercier sincèrement les membres du jury :

Dr. DOUAOUYA Lilia, (MCA au niveau de l'Université Abbés Laghrour-Khenchela) pour avoir bien voulu nous faire l'honneur de présider le jury.

Dr. BOUTARFA Soumia, (MCB au niveau de l'Université Abbés Laghrour-Khenchela) pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier notre encadrante **Dr. KHEDDOUMA Asma**, MCA (à Université Abbés Laghrour-Khenchela) ; Merci d'avoir accepté de diriger ce travail.

Un grand merci au **M^{elle}. CHORFI Kelthoum** pour ses bons conseils et pour sa qualité humaine.

Nous tenons à remercier également, **M. BENGHANEM, Dr. BENRDJEM, Dr. BOUCHAMA, Mr. BADIS ZAKRIA, Dr. BOUTERFI ZAKRIA** et **Dr. MELLAL** pour leurs conseils constructifs et leur gentillesse

Nous remercions l'ensemble du personnel du Direction de l'environnement Wilaya de Khenchela et la Doctorante **FARES Ramila**.

Un grand merci aux membres de laboratoires pédagogiques (Faculté SNV université Abbes Laghrour) spécialement : **SARA, RIM, SOUAD, LILIA** pour leur aide, leur amitié, leur gentillesse et leur soutien moral.

Nous remercions également toute personne ayant contribué de près au loin à la réalisation de ce travail

Enfin nos remerciements sont adressés plus particulièrement à nos familles et nos amies qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tout au long des années.

Dédicace

C'est avec plein d'amour et de fierté que je dédie ce travail

À la plus chère au monde mon source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, mon **père** que j'adore et à qui je souhaite une longue vie pleine de bonheur et de sante

À ma **mère**, qui m'encouragé et soutenu durant ces années d'étude

J'espère que je puisse arriver les satisfaire, que dieu les garde pour moi

À ma chère sœur et mes chères frères : **MANAR, OUMAR et NASSER** .

À **BELHCINI MOHAMD** mon professeur en cinquième année de primaire pour avoir semé en moi l'amour de la science, et pour son soutient ses qualités humaines et professionnelles

À ma binôme **AMIRA** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de cette études

À toutes mes amies surtout **ANFELE** et sa famille, **SARA**.

À vous cher lecteur.

Dédicace

Je tiens à exprimer ma gratitude, ELHAMDOLILAH, d'atteindre ce moment où j'eu les fruits des années d'études, de travail, de fatigue et de sacrifices.

À mon cher père **KHABTANE ALI** qui a été avec moi tout au long du chemin, qui a toujours été mon héros. J'étais chanceuse d'avoir leur amour et conseils dans ma vie. Ainsi qu'à ma chère mère **ROUMI YAMINA** sans laquelle je n'aurais pu atteindre ce moment. A mon seul cher frère **ABD ELMOUHAIMEN** Je ne sais vraiment pas ce que j'aurais fait dans la vie, sans la chance et le bonheur que il apportes dans ma vie.

À tous les membres chers de ma famille.

À ma chère amie proche **HADIL**, qui a toujours été à mes côtés et a été ma sœur et j'apprécie tous les moments que nous avons passés ensemble et leur soutien inconditionnel est une source d'inspiration et de force pour moi.

À ma chère cousine **HASSIBA**, qui a toujours été ma grande sœur et toujours présente dans mes pensées et dans mon cœur malgré la distance. Notre lien familial reste solide et Je t'envoie tout mon amour et mes meilleurs vœux à elle et sa belle petite fille en espérant te retrouver bientôt.

En souvenir de mon amie proche **MINA**, qui nous a quittés à nos yeux mais jamais de nos cœurs, et qui a été l'une des âmes les plus pures que j'ai eu le privilège de rencontrer.

À ma chère binôme **FERIAL**, j'apprécie son travail et son dévouement, et qu'elle a fait de son mieux pour mener à bien cette tâche ensemble. Et je suis enchantée de la rencontrer.

À mes amis du club d'art, à chacun son nom et à chacun sa place dans mon cœur, avec qui j'ai partagé des moments merveilleux et qui ont rendu mon année universitaire inoubliable. Et tous mes collègues avec qui nous avons passé les meilleurs et les moments les plus difficiles ensemble, ceux qui ont toujours été des soutiens les uns pour les autres.

À mes chers chats, qui ont toujours été mon soutien émotionnel.

KHABTANE Amira

Résumés

Résumé

Èvaluation de quelques activités biologiques des extraits de *Capparis spinosa L.* collectée de la région des Aurès (Djellal)

L'objectif de ce travail consiste à évaluer quelques activités biologiques (antibactériennes, antifongiques etantioxydantes)des extraits organiques bruts (éteropétrolique, chloroformique, méthanolique) et d'un extrait non organique (aqueux) obtenus à partir des feuilles et des tiges de *Capparis spinosa* récolté de région de Djellal, Wilaya deKhenchelaen utilisant la procédure d'extraction solide-liquide avec différents solvants de polarités variées.

Ces extraits ont été soumis à un criblage phytochimique, et ces tests préliminaires ont révélé la présence de glycosides cardiaques, mucilages, huiles essentielles et tannins, ainsi que l'absence de coumarine.

L'évaluation de l'activité antibactérienne a démontré que les extraits de *C. spinosa* présentaient une activité antibactérienne significative contre certaines souches bactériennes(*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescen*, *Escherichia coli*),ce qui souligne leur potentiel en tant qu'agents antimicrobiens.

En ce qui concerne l'activité antioxydantevis-à-vis du radical DPPH en utilisant un spectrophotomètre, les extraits de *Capparis spinosa* ont démontré une capacité élevée à neutraliser les radicaux libres, ce qui indique leur potentiel en tant qu'agents protecteurs contre le stress oxydatif.

De plus, sur milieu gélose PDA en utilisant la technique des disques, des tests ont été réalisés avec deux champignons,*Aspergillus niger* et *Penicillium spp*, ces extraits ont également montré une activité antifongique, ce qui suggère qu'ils pourraient être utilisés dans le traitement des infections fongiques. Donc les extraits de *Capparis spinosa* présentent des activités prometteuses en tant qu'agents antibactériens, antifongiques et antioxydants, ouvrant ainsi la voie à leur utilisation potentielle dans les domaines médical et pharmaceutique.

Mot clés : *Capparis spinosa*, les activités biologiques, les extraits

Abstract

Evaluation of some biological activities of extracts from *Capparis spinosa* L. collected from the Aurès region (Djellal).

The main objective of this work is to evaluate several biological activities (antibacterial, antifungal, and antioxidant) of crude organic extracts (petroleum ether, chloroform, methanol) and a non-organic extract (aqueous) obtained from the leaves and stems of *Capparis spinosa* collected from the Djellal region, wilaya Khenchela, using the solid-liquid extraction procedure with different solvents of varying polarities.

These extracts were subjected to phytochemical screening, and preliminary tests revealed the presence of cardiac glycosides, mucilages, essential oils, and tannins, as well as the absence of coumarin.

The evaluation of antibacterial activity demonstrated that *C. spinosa* extracts exhibited significant antibacterial activity against certain bacterial strains (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Escherichia coli*), highlighting their potential as antimicrobial agents.

Regarding antioxidant activity against the DPPH radical using a spectrophotometer, *Capparis spinosa* extracts showed a high capacity to neutralize free radicals, indicating their potential as protective agents against oxidative stress.

Furthermore, tests were conducted using the disc diffusion method on PDA agar medium with two fungi, *Aspergillus niger* and *Penicillium spp.* These extracts also exhibited antifungal activity, suggesting their potential use in the treatment of fungal infections.

Therefore, *Capparis spinosa* extracts demonstrate promising activities as antibacterial, antifungal, and antioxidant agents, thus paving the way for their potential use in the medical and pharmaceutical fields.

Keywords: *Capparis spinosa*, biological activities, extracts.

الملخص

تقييم بعض الأنشطة الحيوية لمستخلصات *Capparis spinosa L.* قطف من منطقة الاوراس (جلال)

الهدف من هذا العمل هو تقييم بعض الأنشطة البيولوجية (مضادة للبكتيريا، مضادة للفطريات ومضادة للأكسدة) للمستخلصات العضوية الخام (الايثير البترولي، كلوروفورميك، ميثانول) ومستخلص غير عضوي (مائي) المستخلصة من أوراق وسيقان نبات الكبار التي قطف من منطقة جلال، ولاية خنشلة، باستخدام إجراء الاستخلاص الصلب - السائل بواسطة مذيبات ذات قطبيات مختلفة.

تم تعريف هذه المستخلصات لاختبارات الفحص النباتي الكيميائي، وأظهرت هذه الاختبارات الأولية وجود الجليكوزيدات، القلبية، المخاطين، الزيوت العطرية والتانينات، وعدم وجود الكومارين، و مشتقات الانثرسينيك.

اظهر تقييم النشاط المضاد للبكتيريا أن مستخلصات الكبار تظهر نشاطاً ملحوظاً ضد بعض من سلالات البكتيريا

(*Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Pseudomonas fluorescen, Escherichia coli*) مما يسلط

الضوء على نبات الكبار على انه عامل مضاد للبكتيريا.

باستخدام الطيفي المرئي، أظهرت مستخلصات نبات الكبار فيما يتعلق بالنشاط المضاد للأكسدة اتجاه الجذر الحر DPPH

قدرة مرتفعة على إرجاع الجذور الحرة، مما يشير إلى إمكانية استخدامها كعامل حماية ضد التوتر التاكسدي.

بالإضافة إلى ذلك، في وسط جيلوز (PDA) باستعمال طريقة القرص، اجريت الاختبارات مع نوعين من الفطريات، *Aspergillus niger et Penicillium spp*، المستخلصات أيضا أظهرت نشاطا مضادا للفطريات، مما يشير إلى انه يمكن استخدامها في علاج الالتهابات الفطرية، لذلك تقدم مستخلصات *Capparis spinosa* أنشطة واعدة كعوامل

مضادة للبكتيريا، مضادة للفطريات ومضادة للأكسدة، وبالتالي تمهد الطريق في استخدامها في المجالات الطبية والصيدلانية.

الكلمات المفتاحية: *Capparis spinosa*، الأنشطة الحيوية، المستخلصات.

Table de matières

INTRODUCTION	1
Chapitre I. Étude bibliographique	
I. Région des Aurès	3
I.1. Situation administrative.....	3
I.2. Localisation géographique.....	3
I.3. La pédologie.....	5
I.4. Le relief.....	6
I.5. Climat et zonage lithologique.....	6
I.6. Quelques paramètres climatiques.....	7
II. La région de Djellal	9
II.1. Situation géographique.....	9
II.2. Caractéristiques du milieu.....	9
II. 2.1 Caractéristiques morphopédologiques.....	9
II.2.1.1. Le relief.....	9
II. 2.1.2. L'hydrographie... ..	10
II.2.1.3. Le climat.....	10
II. 2.1.4. L'agriculture.....	11
III. Les plantes médicinales	11
III.1. Les composés bioactifs.....	12
III.1.1. Les polyphénols.....	13
III.1.2. Les terpènes.....	14
III.1.3. Autres composés bioactifs	14
IV. Les plantes médicinales des Aurès	15
V. <i>Capparis spinosa</i>	22
V.1. Taxonomie.....	22
V.1.1. Nomenclature de la plante	22
V. 1.2. Systématique.....	23
V.2. Origine et répartition géographique de la plante.....	23

V.3. Description botanique.....	24
V.4. Écologie.....	25
V.5. Diversité génétique.....	25
V.6. Usage de <i>Capparis spinosa</i>	26
V.6.1. Usage médicinal.....	26
V.6.2. Usage nutritionnel.....	27

Chapitre II Matériel et méthodes

I. Matériel végétal	27
II. L'extraction.....	27
III. Les tests phytochimiques.....	30
III.1. Composés réducteurs	30
III.2. Glycosides cardiaques	31
III.3. Tannins	31
III.4. Coumarines	31
III.5. Mucilages	31
III.6. Huiles essentielles.....	32
III.7. Dérivés anthracéniques libres	32
IV. Etude des activités biologiques.....	32
IV.1. Etude de l'activité antibactérienne	32
IV.2. Etude de l'activité antifongique	33
IV.3. Etude de l'activité antioxydante.....	33

Chapitre III. Résultats et discussion

I. Extraction.....	35
II. Tests phytochimiques.....	36
III. Activités biologiques des extraits.....	38
III.1. Évaluation de l'activité antibactérienne	38
III.2. Évaluation de l'activité antifongique.....	43
III.3. Évaluation de l'activité antioxydante.....	45
CONCLUSION	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	54

Liste des abréviations et symboles

% : pourcent et pourcentage.

°C : degré de Celsius.

μL : Microlitre.

Ac : absorbance du contrôle négatif.

Ae : absorbance de l'échantillon ou standard.

Ca : Calcium.

CH₃-(CH₂)_n-CH₃ : éther de pétrole.

CH₃OH : Méthanol.

CHCl₃ : Chloroforme.

DMSO : Diméthyle sulfoxyde.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine.

FeCl₃ : Chlorure de fer.

FSH : hormone folliculo-stimulante.

g : gramme.

H : heure Km : kilomètre.

H₂CO₃ : eau distillée stérile.

H₂SO₄ : acide sulfurique.

K: Potassium.

LH : hormone hypophysaire.

Mg : magnésium.

mg : milligramm.

MH : Mueller Hinton.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

Mn : manganèse.

NH₄OH : Hydroxide d'ammonium.

OMS : Organisation Nationale de la Santé.

ONM : Office National de la Métrologie.

P : phosphore.

PCOS : Le syndrome des ovaires polykystiques.

PDA : Potato Dextrose Agar .

PH : potentiel d'hydrogène.

ppm : parties par million.

S : soufre.

SM : solution mère.

U.V : ultraviolet.

Liste de tableaux

Tableau 1. Température moyenne (C°) mensuelle et annuelle à la station de Khenchela, Batna pour la période (2000-2019).	7
Tableau 1. Humidité moyenne mensuelle en % de la région de Batna durant l'année 2004.	8
Tableau 3. Période de L'hiver.	16
Tableau 4. Période du printemps.	17
Tableau 5. Période de L'été.	18
Tableau 6. Période de l'automne.	21
Tableau 7. Classification du <i>Capparis spinosa</i> .	23
Tableau 8. Usage traditionnel des différentes parties de câprier.	26
Tableau 9. Résultats de l'extraction des tiges et des feuilles de la plante <i>Capparis spinosa</i> .	35
Tableau 10. Les résultats des réactions en tube des tests phytochimiques selon l'extrait utilisé.	36
Tableau 11. Diamètres des zones d'inhibition en mm de l'extrait etheropétrolique des différentes concentrations.	38
Tableau 12. Diamètres des zones d'inhibition en mm de l'extrait chloroformique des différentes concentrations.	39
Tableau 13. Diamètres des zones d'inhibition en mm de l'extrait méthanolique des différentes concentrations.	40
Tableau 14. Diamètres des zones d'inhibition en mm de l'extrait aqueux des différentes concentrations.	41
Tableau 15. Les résultats d'inhibition des différents extraits des différentes concentration.	43

Liste des figures

Figure 1. Orographie de la région des Aurès.	3
Figure 2. Carte de localisation de la région des Aurès.	4
Figure 3. <i>Capparis spinosa</i> (a) les détails de la fleur (b).	22
Figure 4. Courbe de pourcentage d'inhibition du DPPH par quatre différents extraits de plante.	45
Figure 5. Courbe de pourcentage d'inhibition du DPPH par deux différents extraits de plante.	46

Liste des Schémas

Schéma 1. Classification des polyphénols.	13
Schéma 2. Classification des acides phénols.	13
Schéma 3. Classification des flavonoïdes.	13
Schéma 4. Classification des tannins.	14
Schéma 5. Classification des terpènes.	14
Schéma 6. La série d'extraction.	30

Introduction

Depuis l'Antiquité, les gens ont utilisé des plantes médicinales instinctivement pour se soigner. Au fil du temps, des connaissances ont été acquises sur les plantes et leurs utilisations spécifiques pour traiter certaines maladies. Avant l'arrivée des médicaments synthétiques au XVI^e siècle, les plantes étaient la principale source de traitement. Aujourd'hui, l'inefficacité croissante des médicaments synthétiques et leurs contre-indications poussent à nouveau vers l'utilisation de remèdes naturels **(Petrovska, 2010)**.

Les personnes qui utilisent des remèdes traditionnels peuvent ne pas comprendre la justification scientifique derrière leurs médicaments, mais elles savent par expérience personnelle que certaines plantes médicinales peuvent être hautement efficaces si elles sont utilisées à des doses thérapeutiques **(Gurib-Fakim, 2006)**.

Les plantes sont l'un des choix de la médecine traditionnelle en raison de leur disponibilité et de la possibilité de moins d'effets secondaires **(Esmaeili et al., 2022)**, elles contiennent généralement des mélanges de différents composés chimiques qui peuvent agir individuellement, de manière additive ou en synergie pour améliorer la santé **(Gurib-Fakim, 2006)**.

La recherche pharmaceutique se concentre désormais sur la découverte de ces composés ayant des structures chimiques nouvelles et des actions spécifiques. L'OMS a mené une étude sur le rôle de la médecine traditionnelle dans la médecine moderne. Ces composés proviennent de plusieurs espèces végétales. Grâce à la pratique médicale et à l'évolution des techniques de dosage, de préparation et de traitement des matériaux, ainsi qu'à la collecte des parties médicinales des plantes, une meilleure compréhension des composés actifs de la médecine traditionnelle a été rendue possible, permettant une collaboration entre la médecine traditionnelle et la médecine moderne **(Yuan et al., 2016)**.

C. spinosa une espèce de *Capparaceae*, est d'une grande importance économique. C'est un arbuste xérophyte bien adapté à la sécheresse et aux environnements difficiles. Et a aussi la capacité de réduire l'érosion du sol et résiste au vent et au sable **(Wang et al., 2023)**. Cette plante est largement utilisée dans la médecine traditionnelle en Algérie **(Boumerfeg et al., 2012)**, et reconnue dans le monde entier pour ses propriétés **(Yang et al., 2010)**.

Des études chimiques antérieures sur *C. spinosa* ont identifié la présence de composés bioactifs tels que les alcaloïdes, les lipides, les polyphénols, les flavonoïdes, les indoles et les glucosinolates

aliphatiques (**Panico et al., 2005**). Qui sont utilisés pour traiter différentes affections humaines, dont les problèmes gastro-intestinaux, l'hypertension, l'aménorrhée, l'anémie, les dysfonctionnements hépatiques et le rhumatisme (**Abdul et al., 2022**).

Dans ce contexte, L'objectif principal de notre étude est l'évaluation des activités biologiques de quatre extraits de *Capparis spinosa* récolté de la rgiion de Djella ; Wilaya de Khenchela.

Ce travail est donc, composé de trois parties principales et d'une conclusion générale. Le premier chapitre est l'étude bibliographique consacrée à la présentation de généralités sur la région des Aurès, la région de Djellal, les plantes médicinales des Aurès et des généralités sur *Capparis spinosa*.

Le deuxième chapitre est une présentation des moyens et les méthodes spécifiques utilisés lors de l'expérimentation.

Le dernier chapitre regroupe l'ensemble des résultats obtenus avec différentes séries d'expériences.

Étude

Bibliographique

I. Région des Aurès

Les Aurès est une entité bien distincte depuis deux mille ans, peut-être sans équivalent autre que l'*Aurasius Mons* (**Gautier, 1922**). C'est un ensemble de chaînes montagneuses au relief très contrasté. La présence du désert du Sahara a fortement influencé la dégradation de cette image montagneuse en raison de ce contact direct. C'est dans cette zone méridionale que se situe actuellement la zone d'étude. La région présente une remarquable variété d'altitudes, avec des variations nettes de relief (**Benmessaoud et al., 2009**).

I.1. Situation administrative

La région des Aurès est partagée administrativement entre la Wilaya de Batna et celle de Khenchela, la zone est délimitée par les routes nationales reliant Khenchela à Batna, Batna-Biskra et Biskra-Khenchela. Par conséquent, la région est gérée par les conservations des forêts de Khenchela, de Batna et de Biskra (**Beghami, 2012**).

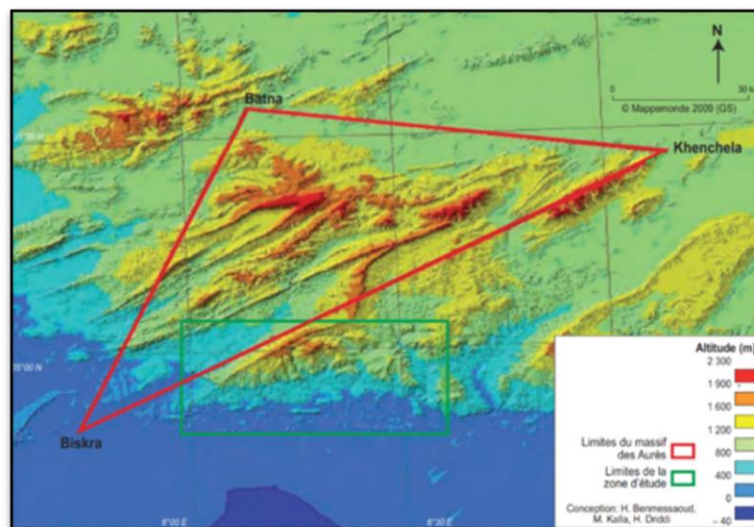


Figure 1. Orographie de la région des Aurès par MNT (**Benmessaoud et al., 2008**).

I.2. Localisation géographique

En Algérie, les Aurès correspondent à la partie orientale du bassin atlasique. Ils sont situés dans le nord de l'Algérie, à environ 250 km au sud de la Méditerranée (**Beghami, 2012**). Il s'agit d'une ceinture transversale d'une superficie d'environ 7000 km², qui s'articule autour des deux grands ensembles de l'Atlas saharien en Algérie et en Tunisie (**Abdessemed, 1981**).

Située entre 34°90' et 35°60' de latitude nord et 5°10' et 7°10' de longitude, les Aurès constituent la plus grande chaîne de montagnes de l'Algérie orientale. Leur point culminant est le mont Chélia, atteignant une altitude de 2326 mètres. Le mont Chélia est le deuxième sommet le plus élevé du pays après le mont Tahat dans le Hoggar (**Fig.2**).

Le massif des Aurès est situé dans la partie orientale du Sahara atlasique et constitue une barrière naturelle protégeant les hauts plateaux de Constantine de l'influence du désert (**Bezzih et al., 2021**).

Les limites du massif d'Aurès proprement dit sont marquées :

- A l'ouest par oued El-Kantra (le pont) et la voie romaine de Iambiridis (El-Biar) à Ad piscinam (Biskira) qui la sépare des monts du Zab.
- Au sud, par la steppe du chott Melriri et la route de Biskra à Negrine par Zeribet-el-oued.
- A l'est par oued El-Arabe qui la sépare du djebel cherchar (monts des cascades) ou chechar (mont des cailloux) et qui suivi par l'ancienne voie romaine de bades (Ad Badis) à Khenchela (mascula).
- Au nord par la steppe de la sebkha Djendeli et de la gueraa El-Tarf que suit en longeant parfois les premières pentes du massif Aurélien, la route carrossable de Khenchela à Batna (**Delartigue, 1904**).

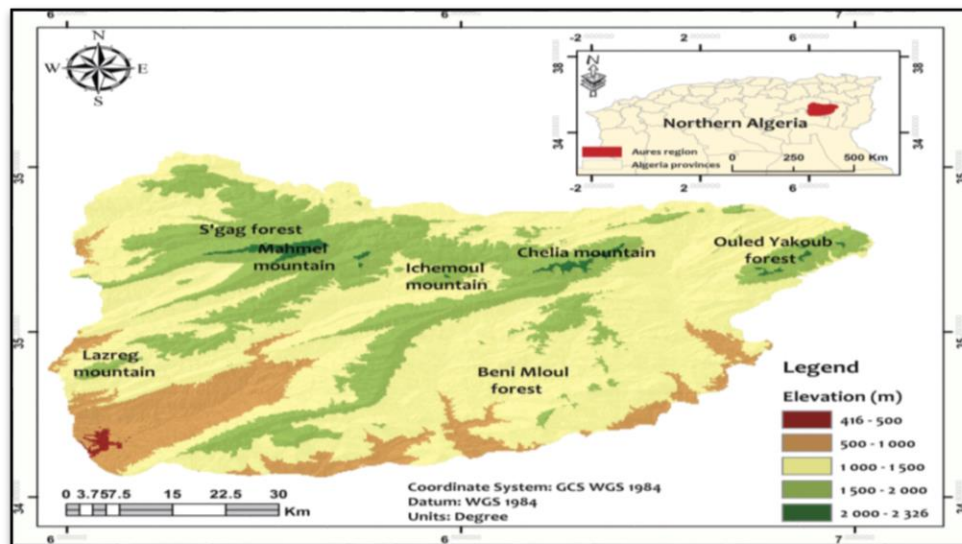


Figure 2. Carte de localisation de la région des Aurès (**Bezzih et al., 2021**).

La région des Aurès est une région riche et vaste, comprenant des plaines et des plateaux tels que la vallée du Chélif, la plaine de Sétif, la Mitidja et la vallée du Hodna. Elle est délimitée par deux lignes, l'une contre la mer et l'autre contre le désert :

- Atlas Tellien, est une chaîne de montagnes qui longe plus ou moins le littoral (la ligne du nord).
- Atlas Saharien, la limite nord du Sahara à qui elle semble servir de barrière (la ligne du Sud) (**Lakhdari, 2022**).

I.3. La pédologie

La nature des sols et leur répartition sont étroitement liées aux unités géomorphologiques (**Benmessaoud, 2009**), De manière générale, voici les principales catégories de sols que l'on peut trouver dans la région forestière et préforestière des Aurès (**Beghami, 2012**):

a. Les sols bruns calcaires

Il existe le sol brun calcaire où le chêne vert est disponible, notamment à Belezema, Dj Bouarif, Ouled Fedhala, Ouled Yacoub Chelia, etc. (**Abdessemed, 1981**), De plus, ces sols se trouvent également sur les bas piémonts et les hautes plaines le long de la route menant de Khenchela à Taouziat (**Lakhdari, 2022**), Ces sols, ainsi que les rendzines, constituent la totalité des sols des cédraines de S'gag (**Beghami, 2012**).

b. Les sols insaturés humifères :

Ces sols se caractérisent par une texture limono-sablo-argileuse. Ils sont principalement présents dans les zones montagneuses où le relief est accidenté. Ces sols sont occupés par des forêts. (**Benmessaoud, 2009**).

c. Les sols alluviaux basiques

Ces sols se caractérisent par une profondeur importante, une charge caillouteuse moyenne (galets et cailloux), une texture équilibrée sablo-limono argileuse, un pH légèrement alcalin, même calcaire sans aucun effet sur les cultures (**Benmessaoud, 2009**).

Ces sols sont localisés dans des zones de transition de pente, c'est-à-dire les zones où la pente devient plus douce. Ils se trouvent principalement dans la vallée de Bouhmama (**Lakhdari, 2022**).

I.4. Le relief

L'Aurès présente dans son ensemble un relief tourmenté. Il est constitué d'une série de plis parallèles orientés Sud-Ouest et Nord-Est, s'étendant sur une soixantaine de kilomètres (**Abdessemed, 1984**).

Dans leur ensemble, les vallées méridionales de l'Aurès ne fournissent que des ressources insuffisantes aux populations qui les habitent, telles que les Ouled Abdi, les Ouled Daoud, les Rassira et les Ouled Zeian (**Busson, 1900**). Les vallées plus étroites et élevées de l'Aurès comprennent Zellatou et Mahmel. Au nord, on trouve des chaînons dépassant les 2000 mètres, tels que Aidel, Bou Tlarmine, Ich Moul et Ras Gueddelane (**Ballis, 1981**). Le mont Chélia, point culminant du massif de l'Aurès orientale, atteint 2329 mètres, avec Ras n'Keltoumee (**Lafitte, 1939**).

Dans la cédraie des Ouled-Yagoub, le relief est constitué d'une chaîne montagneuse formée de plis parallèles très escarpés orientés sud-est/nord-ouest. Au sud-ouest, cette chaîne montagneuse est contournée par les massifs de Chentgouma, Ain Guiguel et Ain Mimoun (**Belloula et Beghami, 2018**).

I.5. Climat et zonage lithologique

Le climat des Aurès est très diversifié, allant du semi-aride au nord à l'aride au sud, et du subhumide sur les sommets au semi-aride dans les vallées.

Le massif des Aurès est divisé en trois zones du nord au Sud.

- La zone méridionale (comprenant les sites de Fontaine des Gazelles, Beniane et Jellal) se compose d'une lithologie variée, comprenant de l'argile rouge contenant du gypse, du sable, du calcaire et du conglomérat. Cette zone présente un climat sec et n'est pas couverte de végétation. Elle se caractérise également par des formations lithologiques favorisant une érosion intense.
- La zone centrale (comprenant les sites d'El-Kantara, Tighanimine et Chechar) est composée de terres du Crétacé supérieur et de diverses lithologies telles que le calcaire, la marne, le carbonate et la marne tendre. Cette zone présente un climat de transition entre l'aride et le semi-aride, avec une action hydrique importante et une couverture végétale modérée.

- La zone septentrionale (comprenant les sites de Tahanent, Arris et Ain Djerboua) présente des lithologies comprenant des marnes du Crétacé supérieur et inférieur, du calcaire, du grès et du conglomérat. Le climat dans cette région est semi-aride, avec une intensité d'érosion hydrique élevée malgré une couverture végétale importante, tant au sommet qu'en vallée (Guettala, 2010).

I.6. Quelques paramètres climatiques

A. La température

Tableau 1. Température moyenne (C°) mensuelle et annuelle à la station de Khenchela, Batna pour la période (2000-2019) (Lakhdari, 2022).

Station	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Jul	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
El hamma (2000-2019)	6.54	7.03	10.51	16.21	18.35	22.80	27.07	26.21	21.27	17.41	10.89	7.27
Batna (2000-2019)	5,785	6,825	10,48	13,96	18,15	23,59	27,475	26,275	21,745	17,225	9,93	6,755

Selon le tableau 01 :

- Pour la station d'El Hamma
 - La température moyenne de l'été est de 25.36°C et celle de l'hiver est 6.94 °C.
 - La température moyenne durant la période d'observation (2000-2019) est de l'ordre de 15.96°C.
- Pour la station de Batna
 - La température moyenne de l'été est de 25.78 °C et celle de l'hiver est de 6.46°C
 - La température moyenne durant la période d'observation (2000-2019) est de l'ordre de 15.68°C (Lakhdari, 2022).

B. Les précipitations

En Algérie l'origine des pluies est plutôt orographique. En effet les paramètres climatiques varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagnes et de l'exposition. La quantité de précipitations est déterminée par la position des chaînes de montagnes par rapport à la mer et aux vents humides (**Lakhdari, 2022**). En Algérie, ce sont les versants nord, nord-ouest et les sommets qui reçoivent les précipitations les plus abondantes. Les précipitations diminuent progressivement vers le sud à mesure que les vents s'affaiblissent.

Les précipitations en Aurès varient selon quatre paramètres :

- La longitude : la précipitation diminue d'Est vers l'Ouest
- La latitude : la pluviosité diminue de Nord vers le Sud.
- L'altitude : les précipitations augmentent avec l'altitude.
- L'exposition: les versants Nord reçoit des quantités des précipitations plus importantes que celle des versants Sud (**Benmessaoud, 2009**).

C. L'humidité de l'air

Le vol des pucerons est rare lorsque l'humidité relative dépasse 75% et que la température est inférieure à 13°C. En revanche, il est favorisé lorsque l'humidité relative est inférieure à 75% et que la température se situe entre 20°C et 30°C (**Guettala, 2010**).

Les relevés de l'humidité de l'air de la région de Batna pour l'année 2004 sont reportés dans le tableau 2.

Tableau 1. Humidité moyenne mensuelle en % de la région de Batna durant l'année 2004 (**Guettala, 2010**).

Moins	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Jul	Aout	Sept	Oct	Nev	Déc
Humidité (H%)	54.98	38.01	35.06	41.03	41.97	25.15	17.37	19.64	23.20	24.46	48.89	52.54

D. La neige

La neige apporte régulièrement et en profondeur de l'eau au sol, ce qui limite l'érosion due aux fortes pluies et contribue à l'alimentation des sources souterraines. Selon l'O.N.M. (Office National de la Météorologie) (1990-2006), la majorité des chutes de neige se produisent en janvier et février et peuvent durer jusqu'à la fin avril. La moyenne annuelle des jours de précipitations atteint 4,6 jours (**Lakhdari, 2022**).

II. La région de Djellal

La wilaya de Khenchela se trouve à 500 km au sud-est de la capitale Alger et couvre une superficie de 9 811 km², dont une grande partie est utilisée pour l'agriculture (**Hezil et al., 2021**).

Sur le plan administratif et structurel, la wilaya de Khenchela regroupe 21 communes qui sont administrativement rattachées à 8 daïras (**Direction de l'environnement, 2009**).

II.1. Situation géographique

La commune de Djellal fait partie des 21 communes de la wilaya de Khenchela, située dans la région des Aurès. Elle est située à 72 km au sud-ouest du chef-lieu de la wilaya et à 22 km de Chechar, chef-lieu de la daïra. Djellal est devenue le chef-lieu de la commune lors du dernier découpage territorial en 1984, avec les limites administratives actuelles. Elle s'étend sur une superficie de 378,13 km². Elle est limitée par :

- La Commune de Kheirane au Nord et au Nord-Ouest.
- La Commune de Khainngat Sidi Nadji (Wilaya de Biskra) au Sud-Ouest.
- Le Commune de Chechar à l'Est.
- La Commune de Babar au Sud.

La Commune de Djellal se distingue par deux zones distinctes :

- Zone urbaine : Elle est composée d'une agglomération chef-lieu et deux agglomérations secondaires (Tiznit et Fidh Lablod).
- Zone rurale : elle est composée de plusieurs Mechtas et Douars concentrés au Nord de la Commune (Soumaa, Taouent, Ain Sfar, Tibranine) (**Bureau d'études GEOSOL cite 250 Logts N°D24- Tébessa-**).

II. 2. Caractéristiques du milieu

II. 2.1 Caractéristiques morpho pédologiques

II. 2.1.1. Le relief

Le territoire de la Commune est caractérisé par un relief très accidenté dans son ensemble, profondément raviné par les eaux de ruissellement descendues des derniers sommets des hauts plateaux constantinois. De nombreuses montagnes et chaînons courts, discontinus et dénués, surgissent en direction du Nord-Ouest du territoire de la Commune et constitués par les monts des Nememchas.

L'altitude générale est variable, elle est de l'ordre de 1200 m au Nord et 600 m au Sud. Les monts des Nememchas occupent la partie Sud de la Commune et s'allongent sur une longueur de 200 Km et une largeur de 6 à 90 Km (**Bureau d'études GEOSOL cite 250 Logts N°D24- Tébessa**).

II. 2.1.2. L'hydrographie

Le territoire de la Commune fait partie du Chott El Melghig, les données hydrologiques sont mal connues. Les Oueds de la région sont caractérisés par la médiocrité de leur débits, l'écoulement est saisonnier car dépendant des conditions climatiques avec des débits presque nuls durant la saison chaude. Les cours d'eau disparaissent dans les alluvions avant d'atteindre la dépression terminale ou de couler avec un autre Oued plus important, le sens de l'écoulement est Nord Sud. Les eaux souterraines sont aussi mal connues car les conditions climatiques, la nature géologique et les pentes écartent l'existence de nappes d'eau (**Bureau d'études GEOSOL cite 250 Logts N°D24- Tébessa**).

II. 2.1.3. Le climat

La Commune de Djellal est située dans un climat semi-aride de type continental, caractérisé par de très forts écarts de température entre le jour et la nuit.

La pluviométrie y est relativement faible en raison de la barrière naturelle formée par les Aurès. La moyenne annuelle des précipitations enregistrées est d'environ 300 mm. Les pluies ont tendance à être torrentielles et peuvent provoquer un lessivage du sol dans certaines régions.

Par ailleurs, un grands écarts de température entre le jour et la nuit, ainsi qu'entre les saisons. Les vents dominants proviennent du nord-ouest, et dans une moindre mesure de l'ouest et du sud-

ouest. Ces vents sont secs et chauds en été. (**Bureau d'études GEOSOL cite 250 Logts N°D24-Tébessa-**).

II. 2.1.4. L'agriculture

L'agriculture représente, dans l'économie locale, le secteur d'activité économique principale ; les autres secteurs d'activités sont presque inexistant. De ce fait l'agriculture constitue la source fondamentale assurant la subsistance de la population de la région.

Les possibilités agricoles sont limitées à quelques endroits de la Commune et se concentrent autour des points d'eau. Le périmètre d'irrigation est quasi inexistant, seules quelques aires irriguées (généralement par puits individuels) sont éparpillées. Les autres secteurs d'activités sont presque inexistant bien que la commune recèle d'importantes potentialités touristiques (**Bureau d'études GEOSOL cite 250 Logts N°D24- Tébessa-**).

III. Les plantes médicinales

Depuis longtemps, l'être humain a fait usage de la médecine traditionnelle, qui se caractérise par une variété de méthodes basées sur des résultats expérimentaux et des connaissances transmises à travers plusieurs générations, sur une période de plusieurs milliers d'années (**Balagizi, 2001**).

Les plantes sont utilisées depuis des siècle comme remède à divers maladies, malgré les avancées et les progrès de la médecine moderne ce type de traitement avec les plante dites (Médicinales) est une préoccupation humaine à travers les âges, nous informons que OMS indique qu'environ 80% de la population mondiale dépendait des plantes médicinales pour les soins de santé (**Merradi et al., 2021**). Au cours le dix prochaines années, la part des phyto-préparations dans la consommation totale de produits pharmaceutique s'élèvera à 60% (**Krvavych et Konechna, 2021**). L'étude de la médecine traditionnelle et du traitement par les plantes est particulièrement intéressante car peu travaux de recherche ont concerné cet aspect (**Hamel et al., 2018**), Donc plusieurs recherche ont été fait pour maintien les plantes médicinales et leur progéniture biologique en particulier les plantes productrices de molécules bioactives (**Rashid et al., 2023**).

Les plantes médicinales sont des médicaments végétaux dans le sens où elles ont un effet thérapeutique ou médicinal, Une plante est qualifiée de médicinale lorsqu'elle est répertoriée dans la Pharmacopée et que son utilisation est exclusivement à des fins médicinales. En d'autres

termes, les plantes sont reconnues pour leurs propriétés protectrices ou curatives vis-à-vis des maladies humaines ou animales. Pour être classée comme plante pharmaceutique, des critères plus stricts s'appliquent (**Pelletier et al., 1984**).

A l'échelle internationale, Environ 35 000 espèces de plantes sont utilisées à des fins médicinales dans le monde et représentent la plus grande diversité de la biodiversité utilisée par l'homme (**Boumediou et Addoun, 2017**).

De nombreuses plantes médicinales, fruits, légumes, plantes aromatiques et autres peuvent contenir des composés bioactifs (**Ozkan et al., 2016**).

III.1. Les composés bioactifs

Les composés bioactifs sont des nutriments importants présents en petites quantités dans les fruits et légumes, et ils sont connus pour leurs divers avantages comportementaux, immunitaires et physiologiques. Un large éventail de composés bioactifs a été identifié et classé en fonction de de plusieurs critères. Parmi les exemples de composés bioactifs, il excite les polyphénols, les flavonoïdes, le lycopène, les caroténoïdes, les anthocyanes, les tanins, les terpénoïdes, les saponines, la taurine, les phytoestrogènes, etc (**Kumar et al., 2019**).

Ces composés végétaux bioactifs sont classés en fonction de leur fonction clinique, pharmacologique ou toxicologique effets sont pertinents pour le médecin, le pharmacien ou le toxicologue. L'approche des effets biologiques est compliquée par le fait que le résultat clinique n'est pas seulement lié à des composés chimiquement étroitement apparentés, même des molécules chimiquement très différentes peuvent produire des effets cliniques similaires.

La catégorisation botanique basée sur les familles et les genres de plantes qui produisent des composés bioactifs peut également être importante, car des espèces végétales étroitement apparentées produisent très souvent des composés bioactifs identiques ou chimiquement similaires. Cependant, il existe également de nombreux exemples d'espèces encore moins génétiquement apparentées qui produisent des relations secondaires similaires (**Harled et al., 2022**). Permis ces composé bioactifs :

III.1.1. Les polyphénols

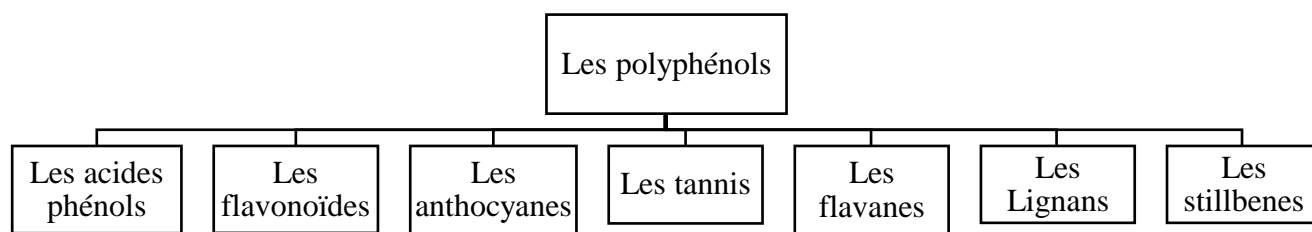


Schéma 1. Classification des polyphénols (Souâd, 2011) (Saboon *et al.*, 2019).

➤ Pour les acides phénols sont différenciés :

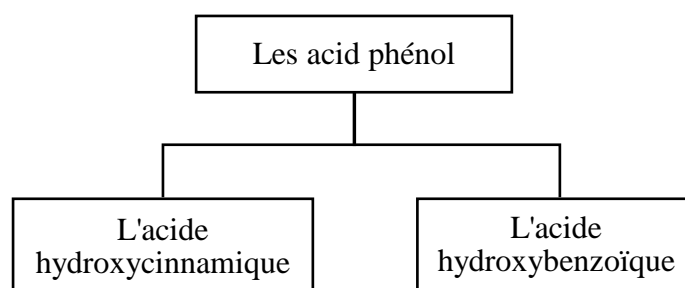


Schéma 2. Classification des acides phénols (Kumar *et al.*, 2019).

➤ Pour les flavonoïdes sont différenciés :

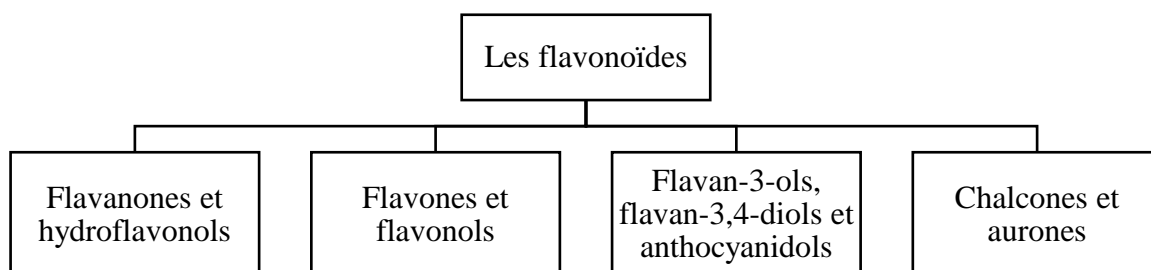


Schéma 3. Classification des flavonoïdes (Souâd, 2011).

- Pour les tannins sont différenciés :

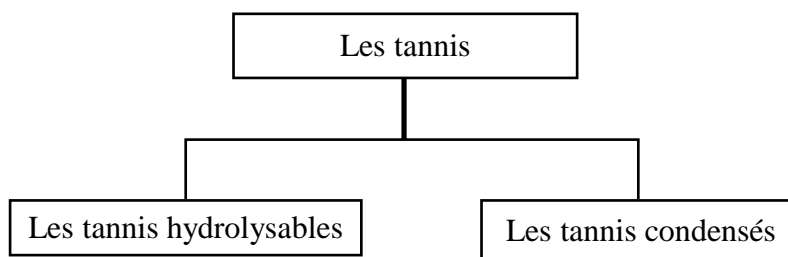


Schéma 4. Classification des tannins (Souâd, 2011).

III.1.2 Les terpènes

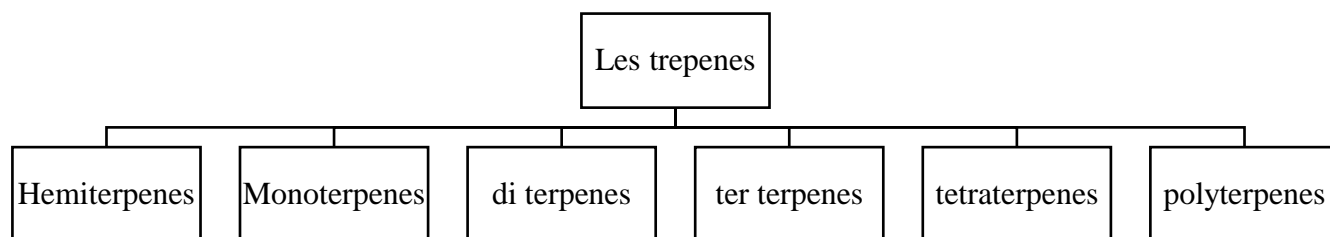


Schéma 5. Classification des terpènes (Florence et Irma, 2021).

III.1.3. Autres composés bioactifs

- Les stéroïdes (Bashige-Chiribagula *et al.*, 2015).
- Les alcaliodes (Kumar *et al.*, 2019).
- Les saponins (Mostafa et Sudisha, 2020).
- Les coumarins (Venugopala *et al.*, 2013).

IV. Les plantes médicinales des Aurès

La période de récolte des plantes médicinales est très importante car elle peut avoir un impact significatif sur la qualité et la quantité des composés médicinaux présents dans la plante **(Pandey, 2017)**.

Les plantes médicinales contiennent une variété de substances chimiques, qui sont responsables de leurs effets thérapeutiques **(Limonier, 2018)**. Par conséquent, il est crucial de récolter ces plantes au moment opportun afin de garantir la meilleure qualité des matières premières et des produits finis.

La période de récolte variée selon l'espèce et de la partie de la plante utilisée **(Pandey, 2017)**.
Ci-dessous ; quelques plantes médicinales des Aurès selon la période de récolte.

a) Période de l'hiver

Tableau 3. Les plantes médicinales des Aurès récoltées pendant l'hiver.

Nom en arabe	Les espèces	La famille	La partie utilisée en médecine traditionnelle	Les maladies traitées	Références
النارنج	<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae	Les pelures de fruits	Les maux d'estomac et haute pression sanguine	(Alloum, 2007) (Suryawanshi, 2011)
خرشوف	<i>Cynara scolymus L.</i>	Astéraceae	Les feuilles	Les maladies du foie et des reins	(Chohra, 2019) ; (Antonin, 1862) ; (Vamanu <i>et al.</i> , 2011)
الزيتون	<i>Olea europaea</i>	Oléaceae	Les feuilles	Maladie de l'estomac et maladies intestinales	(Naama <i>et al.</i> , 2015) (Alloum, 2007) (Khan <i>et al.</i> , 2007)
الفسق الحلبي	<i>Pistacia lentiscus L.</i>	Anacardiaceae	Les feuilles	Le cancer de l'ovaire	(Bensalem, 2015) (Bougherara, 2015) (Charid <i>et al.</i> , 2020)

b) Période du printemps

Tableau 4. Les plantes médicinales des Aurès récoltées pendant le printemps.

Nom en arabe	Les espèces	La famille	La partie utilisée en médecine traditionnelle	Les maladies traitées	Références
الزعرور	<i>Crataegus monogyna</i> <i>Jacq</i>	<i>Rosaceae</i>	l'aubépine	maladies cardiaques	(Chohra, 2019) (Iserin, 2001) (Nabavi <i>et al.</i> , 2015)
الخبازة	<i>Malva Sylvestris</i>	<i>Malvaceae</i>	Les fleurs	L'eczéma, problèmes digestifs et inflammations	(Alloum, 2007) (Lebbal <i>et al.</i> , 2018) (Seyed <i>et al.</i> , 2011)
الفراسيون	<i>Marrubium vulgare L.</i>	<i>Lamiaceae</i>	Les feuilles	Les furoncles et le rhumatisme	(Lebbal <i>et al.</i> , 2018) (Iserin, 2001) (Lodhi <i>et al.</i> , 2017)
السذاب الحلبي	<i>Ruta chalepensis L.</i>	<i>Rutaceae</i>	La partie aérienne	Les rhumatismes et les troubles mentaux	(Benhisse <i>et al.</i> , 2019) (Iauk <i>et al.</i> , 2004)
القريص	<i>Urtica dioica L.</i>	<i>Urticaceae</i>	La plante entière	Les maux de tête et frissons	(Chohra, 2019) (Iserin, 2001) (Ait Haj Said <i>et al.</i> , 2015)

c) Période de L'été

Tableau 5. Les plantes médicinales des Aurès récoltées pendant l'été.

Nom en arabe	Les espèces	La famille	La partie utilisée en médecine traditionnelle	Les maladies traitées	Références
الثوم المزروع	<i>Allium sativum</i>	<i>Amaryllidaceae</i>	La plante entière	Les maladies cardiovasculaires	(Chohra, 2019) (Alloum, 2007) (Londhe <i>et al.</i> , 2011)
الشيح	<i>Artemisia absinthium</i>	<i>Astéraceae</i>	La partie aérienne	La diarrhée, la toux et le rhume	(Aminthe, 2019) (Mubashir <i>et al.</i> , 2017)
لسان الثور	<i>Borago officinalis L.</i>	<i>Boraginaceae</i>	Les feuilles	Les maladies cardiovasculaires, les maladies infectieuses	(Alloum, 2007) (Antonin, 1862) (Montaner <i>et al.</i> , 2022)
البكورية	<i>Calendula officinalis L.</i>	<i>Astéraceae</i>	Les fleurs	L'inflammation et la peau endommagée	(Alloum, 2007) (Iserin, 2001) (Safdar <i>et al.</i> , 2010)
البابونج	<i>Chamaemelum nobile L.</i>	<i>Astéraceae</i>	La partie aérienne	Les diabètes type 1	(Chohra, 2019) (Iserin, 2001) ;

					(Eddouks <i>et al.</i> , 2005)
الهندباء	<u><i>Cichorium intybus L.</i></u>	<i>Astéraceae</i>	Les racines	L'ulcère gastriques, Netoyer le foie	(Alloum, 2007) (Antonin, 1862) (Haji <i>et al.</i> , 2020)
الجزرة البرية	<u><i>Daucus carota L.</i></u>	<i>Apiaceae</i>	La plante entière	L'anémie et la diarrhée	(Chohra, 2019) (Iserin, 2001) (Surbhi <i>et al.</i> , 2018)
حشيشة المبارك المدينية	<u><i>Geum urbanum L.</i></u>	<i>Rosaceae</i>	Les racines	L'inflammation des gencives et les muqueuses	(Chohra, 2019) (Iserin, 2001) (Granica <i>et al.</i> , 2016)
الترنجان	<u><i>Melissa officinalis</i></u>	<i>Lamiaceae</i>	Les feuilles	Les troubles gastriques	(Ronat, 2001) (Babulka, 2005)
الغبيرة النعناع البري	<u><i>Mentha pulegium L.</i></u>	<i>Lamiaceae</i>	Les feuilles	Les maladies de système immunitaire, les tumeurs	(Chohra, 2019) (Iserin, 2001) (Abood, 2022)
الدفلة	<u><i>Nerium oleander</i></u>	<i>Apocynaceae</i>	Les fleurs	L'obésité, Les dysfonctions cardiaques hyperlipidémies	(Alloum, 2007) (Dey, 2020)

الحرمل	<u><i>Peganum harmala L.</i></u>	<i>Zygophyllaceae</i>	Les graines	Les calculs rénaux et la douleur	(Abbassi <i>et al.</i> , 2005) (Shakeri <i>et al.</i> , 2020)
الرمان	<u><i>Punica granatum</i></u>	<i>Punicaceae</i>	Les fruits	Les ténias et la dysenterie	(Alloum, 2007) (Bhowmik <i>et al.</i> , 2013)
المريمية	<u><i>Salvia officinalis</i></u>	<i>Lamiaceae</i>	Les feuilles	Le diabète	(Zatout <i>et al.</i> , 2022) (Alloum, 2007) (Grdiša <i>et al.</i> , 2015)
ذرة	<u><i>Zea mays</i></u>	<i>Poaceae</i>	Les racines	Les douleurs et les inflammations	(Alloum, 2007) (Okokon <i>et al.</i> , 2017)

d) Période de l'automne

Tableau 6. Les plantes médicinales des Aurès récoltées pendant l'automne.

Nom en arabe	Les espèces	La famille	La partie utilisée en médecine traditionnelle	Les maladies traitées	Références
الختمية	<i>Althaea officinalis L.</i>	<i>Malvaceae</i>	Les fleurs	Les inflammatoires du système respiratoire	(Chohra, 2019) ; (Iserin, 2001) (Mohaddese, 2019)
الكرفس	<i>Apium graveolens</i>	<i>Apiaceae</i>	Les feuilles	Le Syndrome métabolique	(Baziz et al., 2020) ; (Iserin, 2001) ; (Hedayati et al., 2019)
الكتان	<i>Linum usitatissimum L.</i>	<i>Linaceae</i>	Les graines	L'insuffisance cardiaque congestive	(Chohra, 2019) (Iserin, 2001) (Tirgar et Kalpesh, 2017)
النبق	<i>Rhamnus alaternus</i>	<i>Rhamnaceae</i>	Les feuilles	L'hyperlipidémie	(Bruiau, 2015) (Alloum, 2007) (Tacherfiout et al., 2018)
النسرين	<i>Rosa canina L.</i>	<i>Rosaceae</i>	Les fruits	Les infections urinaires	(Bruiau, 2015) (Seifi et al., 2017)
ورق العنب	<i>Vitis vinifera</i>	<i>Vitaceae</i>	Les grains	les maladies de système nerveux central	(Iserin, 2001) (Alloum, 2007) (Nassiri-Asl et Hosseinzadeh, 2016)

V. *Capparis spinosa*

L'Algérie possède une importante biodiversité floristique, qui représente une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs qu'elles contiennent. Ces substances naturelles issues des plantes ont des intérêts multiples, Parmi ces plantes, le Câprier ou *Capparis spinosa* (Benachour, 2020).

Dans différentes régions du monde, différentes parties des espèces de câpres sont utilisées à des fins diverses. Les jeunes pousses, les boutons floraux, les fruits et les graines sont tous utilisés pour leur valeur nutritionnelle (Akgül et Özcan, 1999). De plus, les différentes parties de cette plante présentent des activités biologiques (Lam et Ng, 2009).



Figure 3. *Capparis spinosa* (a) les details de la fleur (b) (Accogli *et al.*, 2023).

V.1. Taxonomie

V.1.1. Nomenclature de la plante (Benzidane *et al.*, 2020)

- Nom scientifique *Capparis spinosa*, (*Capparidaceae*).
- Nom locaux en Algérie : câprier El-Kabbar.
- Nom en arabe : Kabbar, Assef.
- Nom en Berber: Taylulut, Tailoulout, Amserlih, Ouailoulou.
- Nom en Anglais: Caper Bush, Caperbush, Caper, Caperberry.
- Nom en Français : Câprier, Caprier commun, Câpres, Fabagelle, Tapan.

V. 1.2. Systématique

Le genre *Capparis* présente une grande complexité taxonomique en raison de sa grande diversité phénotypique et de la présence de formes hybrides (sgadari *et al.*, 2023), Une des espèces de ce genre est *Capparis spinosa*, qui est représentée par quatre sous-espèces (wang *et al.*, 2022).

Capparis spinosa est l'une des espèces économiquement les plus importantes de la famille des *Capparidaceae*, qui compte environ 40 à 50 genres et 700 à 900 espèces différentes (Zhang et Ma, 2018).

Tableau 7. Classification du *Capparis spinosa* (Abdul *et al.*, 2022).

Règne	Végétal
Sous Règne	<i>Plantae</i>
Embranchement	<i>Tracheobionta</i>
phylum	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Dilleniidae</i>
Ordre	<i>Capparales</i>
Famille	<i>Capparaceae</i>
espèce	<i>Capparis spinosa</i>

V.2. Origine et répartition géographique de la plante

Capparis spinosa est l'une des plantes aromatiques les plus répandues, poussant le long des routes et des pentes, et bien adaptée aux zones sèches du bassin méditerranéen. Il existe de nombreuses espèces sauvages de *Capparis spinosa* dans les pays environnants, allant du désert du Sahara en Afrique du Nord à l'Asie occidentale et centrale (AlMousa *et al.*, 2022), il est

largement répandu dans l'Ancien Monde, depuis l'Europe du Sud, l'Afrique du Nord et de l'Est, Madagascar, le Sud-Ouest et l'Asie centrale jusqu'à l'Australie et l'Océanie (**Jiang et al., 2007**).

V.3. Description botanique

C. spinosa est un arbuste vivace, ascendant ou retombant à branches non ramifiées à multi ramifié, jusqu'à 4 m de long ; jeunes rameaux glabres, pubescent ou blanc-tomenteux, à poils simples.

Il se caractérise par des :

- Les feuilles alternes, épaisses et luisantes, à orbiculaires, ovales, limbes obovales, lancéolés ou elliptiques, qui sont glabres ou pubescent, herbacé à coriace ou succulent arrondi, cordé, subcordé, tronqué, obtus, atténué ou cunéiforme à la base, arrondie, aiguë, obtuse, acuminée, tronqué ou rébus à l'apex, plus ou moins distinctement mucroné (**Abdul et al., 2022**).
- Les fruits sont ovoïdes oblong ou longuement piriformes, rougeâtres à maturité, s'ouvrant à la fin graines noires, matées, en forme de reins de 3 mm de longueur lisses (**Beloued., 2001**), le nombre de graines dans une seule fruit est en moyenne 130, avec un minimum de 15 graines dans les plus petite et un maximum de 400 graines dans les gros fruits (**Koufan et al., 2022**).
- Les racines se caractérise par système racinaire moyennement ramifié, qui ont capacité de mobiliser gros volumes de terre (**Koufan et al., 2022**) ou leur racine est très profondes atteindre 40 cm avec un peu ramification (**Christodoulou et al., 2022**).
- Les fleurs sont généralement blanches ou rosse et jusqu'à 7 cm en diamètre, et sont fixées individuellement sur de longs pédoncules poussant a partir de la basse du pétiole fleurit en juillet et août (**Beata, 2023**).

V.4. Écologie

Capparis spinosa pousse spontanément dans les fissures et les crevasses des roches et des murs de pierre. Les plantes poussent bien dans des sols graveleux fortement drainés en nutriments.

La chaleur sèche et la lumière du soleil intense font de l'environnement préféré pour les plantes câpres afin de donner les meilleurs résultats. Elles peuvent être productives même dans des zones

recevant seulement 200 mm de précipitations annuelles, principalement en hiver et au printemps. De plus, elles sont capables de survivre facilement à des températures estivales dépassant 40 °C (**Batanouny, 2005**).

Capparis spinosa est un arbuste xérophile qui a une grande capacité à résister à des conditions environnementales et extrême, cette plante se développe dans différentes parties du monde, en particulier dans les pays asiatique et africains (**Beldi et al., 2022**).

Pendant la saison de sécheresse, *Capparis spinosa* ne souffre d'aucune pénurie d'eau grâce à sa capacité d'adaptation aux conditions difficiles. Elle est connue pour sa tolérance à la sécheresse et à la salinité, ainsi que sa capacité à conserver l'humidité du sol (**Suleiman et al., 2009**), la réponse des plantes pendant cette situation, impliquant l'ajustement osmotique, les propriétés de la paroi cellulaire et l'augmentation de la densité racinaire (**Christodoulou et al., 2022**).

V.5. Diversité génétique

La *Capparis spinosa* présente une variation morphologique considérable en raison de divers facteurs tels que la plasticité phénotypique, la différenciation éco géographique, les modifications topographiques, processus d'hybridation favorisant la présence de phénotypes intermédiaires. Cette forte variabilité suggère chaotique complexe au sein des formes sauvages de *C. spinosa*.

La recherche sur les données moléculaires à des classifications morphologiques complémentaires et a mis en évidence des relations phylogénétiques, avec différents écotypes/biotypes et tendances évolutives de cette espèce. Actuellement, certaines études font état de données sur la taxonomie du *C. spinosa* et son profil génétique (**Chedraoui et al., 2017**).

V.6. Usage de *Capparis spinosa*

V.6.1. Usage médicinal

Caper est une plante médicinale traditionnellement utilisée et largement étudiée pour ses propriétés biologiques (**Shahrajabian et al., 2021**), Caper draine une longue histoire de pratiques ethnomédicales dans le monde entier, mal de dents, mal de tête, règles, rhumatisme, convulsions, goutte, maladie de la peau, maladie rénale, maladie du foie, hémorroïdes, ulcères, sciatique (**Zhang et Ma, 2018**), chaque partie de la plante a usage spécifique.

Tableau 8. Usage médicinal des différentes parties de câprier

Partie de la plante	L'utilisation	Référence
Les feuilles	Antidiabétique	(Shamam <i>et al.</i> , 2014)
	Tuer le ver dans oreille	(abdul <i>et al.</i> , 2022)
	Servent d'analgésique, d'appétitif et de dépuratif.	(Rahnavard et Razavi, 2016)
	Anti-hépatotoxique	(Beata, 2023)
Les fruits	Traitement du plaie anti-inflammation	(Alwan, 2020)
	Soulager la maladie de parkinson (2 ^{ème} maladie neurodégénérative la plus répandus)	
	Hypertension	(Shahrajabian <i>et al.</i> , 2021)
	Antispasmodique	(Nabavi <i>et al.</i> , 2016)
	La paralysie, l'asthénie bronchique, maux de dents, Anti-obésité	(Abdul <i>et al.</i> , 2022)
	Anti-hépatotoxique	(Beata, 2023).
Les racines	Fièvres, la polyarthrite rhumatoïde, le toux asthme bronchique	(Abdul <i>et al.</i> , 2022)
	Anti-infertilité pour homme	(Singh, 2022)
	Anti-hypolipidique, Antidiabétique	(Beata, 2023)
	Soulager la paralysie, les rhumatismes, les maux de dents, tuer les vers dans l'oreille contre la toux.	(Rahnavard et Razavi, 2016)
Les fleurs	Anti inflammation	(Beata, 2023)
Les bourgeons de la fleur	Agnat anti inflammation avec inhibition de la destruction de cartilage pendant inflammation	(Panico <i>et al.</i> , 2005)
	Scorbut	(Abdul <i>et al.</i> , 2022)
Le miel (55% pollen de la fleur)	Renforce le système immunitaire, augmente les anticorps	(Hegazi <i>et al.</i> , 2017)
La partie arienne	PCOS (réduire de glycémie et la conversion de niveaux hormonaux de testostérone, FSH, LH au niveaux normale	(AL-MOUSLY <i>et al.</i> , 2020)
	Anti inflammation, anti cancer	(Beata, 2023).
	Le contrôle des poux dans les animaux (anti-lice)	(Al-Timimi <i>et al.</i> , 2022)
La plante entière	Anti-hémolytique	(Boumerfeg <i>et al.</i> , 2015)

Les graine	Néphroprotecteur, hépato protecteur	(Rabizadeh <i>et al.</i>, 2022)
	Activité anti-hypo lipidique, Antidiabétique, stérilité féminine et dysménorrhée et pour soulager les maux de dents	(Rahnavard et Razavi, 2016)
Les fruits, l'écorce des racines	Diurétiques et toniques contre le paludisme	(Annaz <i>et al.</i>, 2022)
Les feuilles, l'écorce des racines	Anticancéreuse	(Abdul <i>et al.</i>, 2022)

V.6.2. Usage nutritionnel

L'utilisation alimentaire des bourgeons et des fruits de câpres était bien connue déjà en grec et romaine, pour cela la culture de câpre était diffusée dans les territoire conquis, les bourgeons fermés sont récoltés à des fins d'utilisation et de consommation en particulier les petits qui sont croustillants et savoureux, Les câpres peuvent être conservées pendant 2 à 3 ans en cas de récolte (**Accogli *et al.*, 2023**).

Les câpres est une bonne source de K, Çà, S, Mg, et P, Mn (**Sozzi et Vicente, 2006**) et de fer qui jouent un rôle très important dans le maintien activités métaboliques appropriées, sont riche en fibres, avec un minimum quantité de graisses et de calories, et considéré comme une bonne source vitamines B1, B3, B6, et B9 modère en vitamine B, les bourgeons de fleur continent bonne quantité de vitamines A, C, k et les protéines digestible, les sucres réducteurs qui sont toute valorises pour l'alimentation humaine (**Annaz *et al.*, 2022**).

Câpres inclus dans centaines de recette en raison de leur savoir piquant due à profil organoleptique complexe et sont utilisée pour ajouter piquant au sauces, vinaigrettes et salade, plats froids et sauces services avec saumon, hareng, pates et pizza fromages, agneau, mouton , et préparation de poulet, les fruits non murs et les boutons floraux sont également marinées et utilisées comme épices et condiments (**Isagaliev *et al.*, 2022**), les fruits et bourgeons de câprier sont utilisés comme ingrédient alimentaire, généralement en saumure et appréciés pour leur saveur et texture (**Mercati *et al.*, 2019**). Seuls quelques rapports ont décrit les effets secondaires de Caper Dans l'ensemble, Caper est sans danger pour la consommation (**Annaz *et al.*, 2022**).

Étude Expérimentale

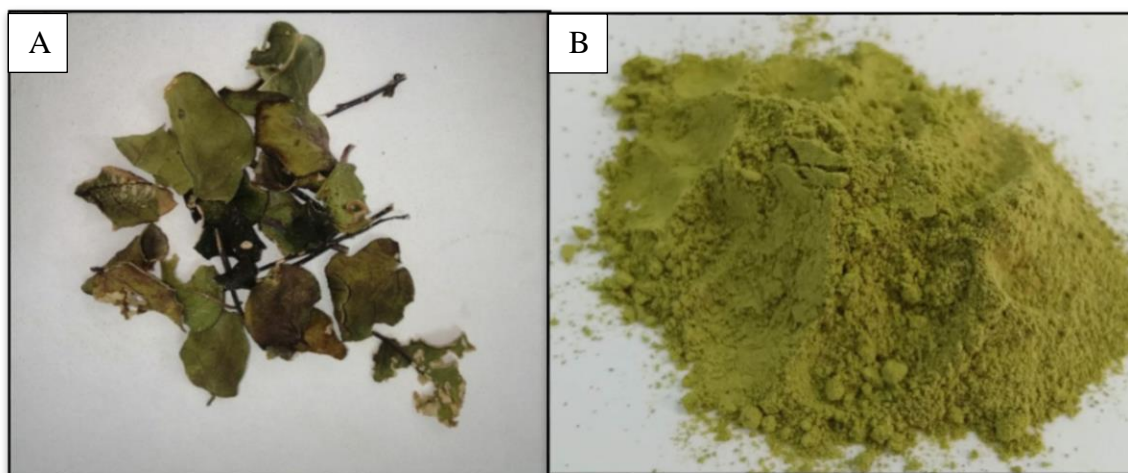
L'objectif principal de ce travail est d'étudier et évaluer quelques activités biologiques des quatre extraits de *Capparis spinosa*.

Cette plante médicinale a été choisie parmi tant d'autres pour son caractère médicinal, sa grande utilisation par la population et ses vertus thérapeutiques intéressantes, sa disponibilité dans notre région.

I. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué des tiges et des feuilles de l'espèce *Capparis spinosa* récoltés de région de Djellal Wilaya de Khenchela en février 2023.

Les tiges et les feuilles récoltés ont été nettoyées et séchés à l'ombre à l'abri de la lumière et de l'humidité, et à température ambiante. Après séchage, le matériel végétal a été broyé, pour obtenir une poudre fine, qui a servi pour la préparation des différents extraits.



Photographie 01. Le matériel végétal utilisé ; (A) avant le broyage, (B) Le broyat.

II. L'extraction

La méthode d'extraction de type solide liquide, que nous avons adoptée est la macération successive par trois solvants organiques de polarité croissante, il s'agit d'éther de pétrole ($\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_n\text{-CH}_3$), le chloroforme (CHCl_3) et le méthanol (CH_3OH) avec une petite modification (Dohou *et al.*, 2004), et autre macération non successive par l'eau distillée stérile (H_2CO_3).

40g de poudre de plante ont été macérées dans 200ml d'éther de pétrole, pendant 24h sous agitation mécanique à une température ambiante. Après décantation, le surnageant est filtré sur papier Whatmann, ensuite concentré sous vide par évaporation rotative dans un Rotavapor à une température de 40°C, l'évaporation a été continué dans l'étuve à 40°C afin d'obtenir un extrait sec.

Le résidu a subi deux autres extractions avec le chloroforme et le méthanol successivement, selon la technique précitée.

D'autres part, 40g de poudre de plantes ont été macérées dans 200ml l'eau distillée stérile, pendant 24h sous agitation mécanique suivre les mêmes étapes mentionnées précédemment.



Photographie 02. L'extraction

Cette série d'extraction a permis d'obtenir trois extraits organiques bruts : extrait d'éther de pétrole, extrait de chloroforme, extrait de méthanol, et un extrait non organique qui est l'extrait aqueux. Ensuite, tous les extraits récupérés dans des flacons en verre puis conservés à 4°C jusqu'à utilisation.

Cette technique est retenue car elle favorise une extraction relativement complète des métabolites présents dans la matrice végétale (**Haddouchi et al., 2016**).

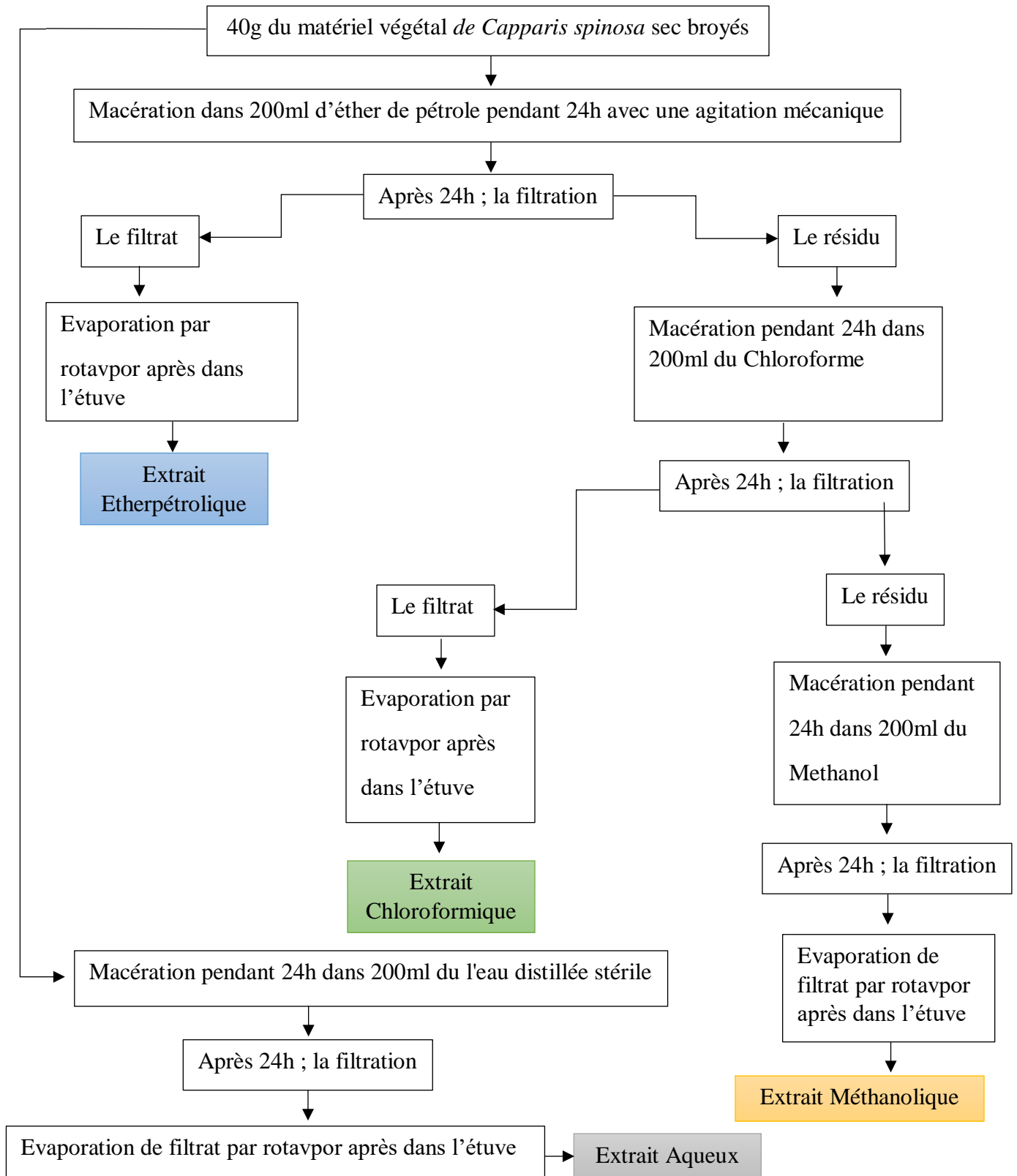


Schéma 6. La série d'extraction.

Détermination de rendement

Le rendement désigne la masse de l'extrait déterminée après évaporation du solvant, il est exprimé en pourcentage par rapport à la masse initiale de la plante soumise à l'extraction. Il a été calculé par la formule suivante :

$$\text{Rendement d'extraction (\%)} = (\text{poids de l'extrait obtenu} / \text{poids du matériel végétal}) \times 100.$$

III. Les tests phytochimiques

Sont moyen pour mettre en évidence la présence des groupes de familles chimiques présentes dans une drogue donnée (EL-Haoud *et al.*, 2018).

➤ **Extrait aqueux** : Consiste à introduire 1g de poudre végétale dans 20 ml d'eau bouillante qu'on laisse infuser pendant 15 minutes. Ensuite, on filtre et on rince avec un peu d'eau chaude de manière à obtenir 20 ml de filtrat.

➤ **Extrait Méthanolique** : Consiste à introduire 1g de matériel végétal dans 20 ml de méthanol puis on le laisse macérer pendant 24h.

➤ **Extrait Etherpétrolique** : Consiste à introduire 0.25g de matériel végétal dans 5 ml d'éther de pétrole puis on le laisse évaporé.

➤ **Extrait Chloroformique** : Consiste à introduire 1g de poudre végétale dans 20 ml d'eau bouillante qu'on laisse infuser pendant 15 minutes. Après la filtration.

Les groupes phytochimiques recherchés dans les quatre extraits (Aqueux, Chloroformique, Etherpétrolique et Méthanolique) utilisés au cours de ces tests sont (EL-Haoud *et al.*, 2018).

III.1. Composés réducteurs

Introduire 2ml de l'extrait aqueux dans un tube à essai, puis 2ml de la liqueur de Fehling sont ajoutés. Ensuite, l'ensemble est porté au bain-marie bouillant durant 8 min.

➤ Expression des résultats

L'obtention d'un précipité rouge brique indique la présence des composés réducteurs.

III.2. Glycosides cardiaques

2 ml de chloroforme est ajouté à 1 ml de l'extrait, puis on ajout de H₂SO₄.

➤ **Expression des résultats**

L'apparition d'une coloration brun-rougeâtre indique la présence des glycosides cardiaques.

III.3. Tannins

En ajoutant à 1 ml de chaque extrait, 1 ml d'eau et 1 à 2 gouttes de solution de FeCl₃ diluée à 1%

➤ **Expression des résultats**

L'apparition d'une coloration vert foncé ou bleue verte indique la présence des tanins.

L'apparition d'une coloration vert foncé indique la présence des tanins catéchiques.

L'apparition d'une coloration bleue-verte indique la présence des tanins galliques.

III.4. Coumarines

Dans une capsule, 5 ml d'extrait éthérique est évaporé, puis 2 ml d'eau chaude est ajoutée au résidu. La solution est partagée entre 2 tubes à essais. Au contenu de l'un des tubes, 0,5 ml est ajouté de NH₄OH à 25%. La fluorescence est observée sous U.V à 366 nm.

➤ **Expression des résultats**

Une fluorescence intense dans le tube où il a été ajouté de l'ammoniaque indique la présence de coumarines.

III.5. Mucilages

Introduire 1 ml de décocté dans un tube à essai, puis 5 ml d'alcool absolu est ajouté.

➤ **Expression des résultats**

L'obtention d'un précipité floconneux après agitation indique la présence de mucilages.

III.6. Huiles essentielles

1 g de matériel végétal a été introduit dans 10 ml de dichlorométhane puis l'extrait a été évaporé à sec. Le résidu a été ensuite dissous dans 3 ml d'éthanol. Puis, la solution a été évaporée à sec de nouveau.

➤ **Expression des résultats**

La sensation d'une odeur parfumée indique la présence d'huiles essentielles.

III.7. Dérivés anthracéniques libres

Les Anthracéniques libres ont été détectées par l'ajout dans un tube à essai d'un 1ml d'extrait chloroformique et 1ml de NH₄OH dilué. Après agitation.

➤ **Expression des résultats**

Les dérivés anthracéniques ont été identifiés par la procédure suivante : une coloration plus ou moins rouge indique la présence d'anthraquinones libres.

IV. Etude des activités biologiques

IV.1. Etude de l'activité antibactérienne

Afin de mener à bien cette étude, nous avons choisi la technique de diffusion des disques (**Jorgensen et Turnidge, 2015**).

Dans les boîtes de pétri contenant le milieu de culture Mueller Hinton refroidies, nous avons inoculé les boîtes avec 4 souches bactériennes de référence jeunes : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens* et *Escherichia coli* (**Annexe 1**).

Des disques de papier Wathman stériles (6 mm de diamètre) sont imprégnés par 10µl de concentrations croissantes (1, 1/2, 1/4 et 1/8) des extraits secs (extrait d'éther de pétrole, extrait de chloroforme, extrait de méthanol et l'extrait aqueux) repris avec le diméthyle sulfoxyde (DMSO) et appliqués, à l'aide d'une pince, sur la surface du milieu MH. Les tests ont effectué en 4 répétitions et les boîtes de Pétri ont été incubées pendant 24 heures à 37°C.

L'activité antibactérienne a été déterminée en mesurant à l'aide d'une règle le diamètre de la zone d'inhibition.

IV.2. Etude de l'activité antifongique

Pour étude de cette activité nous avons utilisé la technique diffusion en gélose (**Rios et al., 1988**), Nous avons réactivées les moisissures ; *Aspergillus niger* et *Penicillium spp.* (**Annexe 1**), pendant 7 jours à une température de 28°C avant le test.

L'inhibition de la croissance mycélienne a été déterminée en coupant des disques d'environ 5 mm de diamètre de bord d'une jeune colonie de culture de champignons et placer le disque au centre d'une boîte de Pétri sur PDA (Potato dextrose agar) refroidies, contenant des disques stériles, imprégnés par 10µl différentes concentrations des extrait testés. Les boîtes sont ensuite incubées à la température appropriée pour la souche fongique.

L'activité antifongique évaluée en fonction de la taille et de diamètre de la zone d'inhibition obtenue autour le disque. Plus la zone d'inhibition est grande, plus l'activité antifongique est forte.

IV.3. Etude de l'activité antioxydante

Pour étudier l'activité anti-radicalaire des différents extraits, nous avons utilisé le test au 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine (DPPH) avec des modifications (Blois, 1958).

Une quantité de 4 mg de chaque extrait (étheropétrolique, chloroformique, méthanolique et aqueux), a été dissoute dans 1 ml du méthanol : c'est (Solution mère (SM) de 4000 ppm) à partir de cette dernière qu'une série de dilution de 1/2 a été préparé.

Dans des tubes on a introduit un volume de 200 µl de chaque extrait avec un volume de 800 µl de DPPH a été ajouté, les tests sont pratiqués en triplicata pour les quatre extraits. Parallèlement un contrôle négatif (blanc) a été préparé en remplaçant l'extrait par le méthanol. Après incubation à température ambiante à l'obscurité pendant 30 min. la lecture des absorbances a été mesurée à 517 nm.

La couleur violette disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit en diphényl picryl-hydrasine par un composé à propriété antiradicalaire, entraînant ainsi une décoloration vers le jaune.

Les résultats sont exprimés en pourcentage de réduction du DPPH qui est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Inhibition (\%)} = [(Ac - Ae) / Ac]. 100$$

Dont :

Ac : absorbance du contrôle négatif.

Ae : absorbance de l'échantillon ou standard.

De la même manière, mais cette fois avec une quantité de 20 mg de l'extrait étheropétrolique et aqueux, qui ont été dissout dans 1 ml du méthanol : c'est (Solution mère (SM) de 20000 ppm).

Résultats et Discussion

I. Extraction

La préparation des extraits des tiges et des feuilles de l'espèce *Capparis spinosa* est réalisée par l'utilisation de la méthode d'extraction de type solide liquide qui basée sur macération successive par trois solvants organiques de polarité croissante (Éther de pétrole → chloroforme → méthanol) (Dohou *et al.*, 2004), et autre macération non successive par l'eau distillée stérile.

Cette extraction a permis d'obtenir quatre extraits de couleur différentes (**tableau 9**) qui sont : Extrait Etheropétrolique (le plus apolaire), Extrait chloroformique (moyennement polaire), Extrait méthanolique (polaire), Extrait aqueux (le plus polaire).

Tableau 9. Résultats de l'extraction des tiges et des feuilles de la plante *Capparis spinosa*.

Extrait	Couleur	Rendement (%)
Extrait Etheropétrolique	Vert foncé	1.58 %
Extrait chloroformique	Vert très foncé	0.82 %
Extrait méthanolique	Vert foncé	4.02 %
Extrait aqueux	Marron claire	11 %

La valeur du rendement dépend de plusieurs facteurs tels que : structure et pH du sol, salinité du lieu de récolte, température, air, altitude...etc. Comme elle peut être liée aux conditions expérimentales (Penchev *et al.*, 2010).

Dans le cas de *Capparis spinosa*, une plante médicinale, les différents extraits ont des rendements différents en raison de la différence de polarité de leurs constituants chimiques.

Les résultats présentés dans le **tableau 9** montrent que parmi les quatre extraits, l'extrait aqueux (le plus polaire) représentait le rendement le plus élevé de 11%, suivi de l'extrait méthanolique (polaire) 4,02%, suivi de l'extrait Etheropétrolique (le plus apolaire) 1.58%. Alors que l'extrait chloroformique (moyennement polaire) avait le rendement le plus faible 0,82%. Des faibles rendements dans les extraits non polaire indiquent que nos échantillons contiennent une faible quantité de molécules apolaires.

On constate que les meilleurs rendements reviennent aux extraits obtenus par l'eau et le méthanol à l'opposé d'éther de pétrole et le chloroforme.

C'est vrai que le rendement de cette méthode d'extraction conventionnelles est très faible mais elle pourrait être une approche adéquate pour des changements minimes dans les propriétés biologiques de l'extrait proportionnellement aux méthodes avance (**El maiden et al., 2022**).

Il est important de souligner que les rendements des extraits ne sont pas toujours représentatifs de la teneur en principes actifs. Celle-ci peut varier considérablement d'un extrait à l'autre en fonction de la méthode d'extraction employée.

II. Tests phytochimiques

Le criblage phytochimique des tiges et des feuilles de la plante étudiée a révélé la présence de certains groupes chimiques, détectés à l'aide de réactifs spéciaux (**Annexe 2**).

La première évaluation de notre plante a montré son confinement à des composants chimiques mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10. Les résultats des réactions en tube des tests phytochimiques selon l'extrait utilisé.

Les composé	Extrait utilisé	Résultats des réactions en tube
Composés réducteurs	L'extrait aqueux	++
Glycosides cardiaques	L'extrait aqueux	++
Tannins	L'extrait aqueux	+
	L'extrait Méthanolique	++
Coumarines	L'extrait Etheropétrolique	-
Mucilages	L'extrait aqueux	++
Huiles essentielles	L'extrait Dichloromethanolique	++
Dérivés anthracéniques libres	Extrait chloroformique	-

(++) : Fortement positif ; (+) : Moyennement/Faiblement positif ; (-) : Négatif.

Les tests de la composition chimique réalisés sur la poudre de *C. Spinosa* nous ont permis d'identifier quelques groupes chimiques présents dans cette plante à travers les réactions de caractérisation qui révèlent la présence plus ou moins importante de certains métabolites secondaires.

D'après le tableau 10, l'analyse phytochimique a montré que dans :

- L'extrait aqueux : les tanins sont faiblement présents, alors que les composés réducteurs, les glycosides cardiaques, les mucilages, se trouvent en forte quantité.
- L'extrait Méthanolique : les tanins sont présents.
- L'extrait Etheropétrolique : les coumarines sont absentes.
- L'extrait chloroformique : Dérivés anthracéniques libres sont absents.
- La plante contient les huiles essentielles.

Donc nous remarquons, la présence de glycosides cardiaques, de mucilages, de huiles essentielles, de de tannins (catéchique) qui sont fortement positif dans l'extrait méthanolique et moyennement positif dans l'extrait aqueux), ainsi que l'absence de coumarines ce qui est en accord avec (**Fadili et al., 2017; Rajhi et al., 2021; Arslan et Bektas, 2010**) qui ont dit que les constituants principaux du *C.spinosa* et de la famille des *Capparidaceae* en général, sont les acides phénoliques, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les lipides et les glucosinolates et autres constituants qui sont les glycosides, les mucilages, les huiles essentielles, les catéchols, les tanins, les polysaccharides, les acides aminés, les proanthocyanidines.. .

Cependant, la présence des composés réducteurs et l'absence de dérivés anthracéniques libres dans nos résultats sont en contradiction avec les résultats de **Fadili et al., 2017**, qui ont montré que la plante ne contient pas de composés réducteurs et qu'elle contient des dérivés anthracéniques libres.

Ainsi, **Jawad et al., 2020** trouvé la présence de tannins et absence de glycosides cardiaques ce qui accord avec notre résultat pour les tannins et le contraire pour le glycoside cardiaque.

Alors que les résultats de **Azhary et al., 2017** montrent que les tannins et les coumarines sont absents ce qui accord avec notre résultat pour les coumarines et le contraire pour le tannin.

Ces différences peuvent être liées à des conditions climatiques et géographique ou peuvent refléter la variabilité génétiques (**Tili et al., 2010**).

Par ailleurs, ces tests phytochimiques ont mis en évidence la présence de différents groupes chimiques et ont montré que le câprier, parmi les plantes médicinales connues pour être une source importante de produits naturels bioactifs, offre un grand nombre de ces composés (Nabavi *et al.*, 2016).

III. Activités biologiques des extraits

Les extraits de câprier ont également démontré plusieurs effets, parmi lesquels figurent les propriétés antibactériennes, antifongiques, antioxydantes, anti-inflammatoires..., qui sont cohérentes avec les utilisations de la plante dans la médecine traditionnelle pour traiter les maladies métaboliques et infectieuses (Annaz *et al.*, 2022).

III.1. Évaluation de l'activité antibactérienne

Pour évaluer une éventuelle activité antibactérienne de la plante étudiée, nous avons étudié *in vitro*, le pouvoir antibactérien des extraits de *C. spinosa* par la méthode de diffusion des disques sur un milieu gélosé solide, Mueller- Hinton pour les bactéries (Annexe 3).

L'activité antibactérienne des extraits a été estimée en termes de diamètre de la zone d'inhibition autour des disques chargés des extraits végétaux à tester vis-à-vis des germes pathogènes, qui sont : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Escherichia coli*.

Tableau 11. Diamètres des zones d'inhibition en mm de l'extrait etheropétrolique des différentes concentrations.

Extrait Etheropétrolique (Zone d'inhibition en mm)					
Concentrations	1	1/2	1/4	1/8	Témoin
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	7	8	-
<i>Bacillus cereus</i>	-	-	7	-	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	-	-	8	-	
<i>Escherichia coli</i>	10	9	6	-	

Les résultats présentés dans le tableau 11 montrent que : l'extrait etheropétrolique agissent de façon active sur les deux catégories de bactéries (Gram+ et Gram-).

Meddour et al., 2013 ont retrouvé que l'extrait étheropétrolique était actif contre *Staphylococcus aureus* avec toutes les concentrations testées, alors que nos résultats montrent des résultats d'inhibition avec les faibles concentrations. **Muraih et al., 2020** qui ont également travaillé sur les racines de *C. spinosa* et ils ont montré que l'extrait étheropétrolique est efficace à faibles concentrations. Cet effet est dû au fait que les extraits contiennent des composés non polaires dans leurs constituants, tels que des acides gras ou leurs dérivés et des composés stéroïdes qui ont une activité antibactérienne contre une large gamme de bactéries gram positif et négatif.

Ainsi, Nos résultats ont montré une activité contre *Bacillus cereus*, cependant **El-Shahaby et al., 2019** qui ont travaillé sur les huiles essentielles et les constituants gras de *C. spinosa*, extraits en éther de pétrole, et ont observé une activité bactéricide contre le genre *Bacillus*.

D'autre part, **De et al., 2010** ont réalisé des études sur l'effet *Capparis zeylanica* Linn., contre *Pseudomonas fluorescens*. Ils ont observé une zone d'inhibition de (12 mm), cette valeur est très proche à nos résultats (8mm).

Selon **Tiwari et al., 2011 ; Meddour et al., 2013** l'extrait est inactif pour *E.coli* ce qui le contraire dans notre résultats, **Tiwari et al., 2011** ont expliqués que l'apparition d'un effet inhibiteur sur des autres souches s'expliquer par l'effet antimicrobien puissant des composés apolaires de cet extrait.

Tableau 12. Diamètres des zones d'inhibition en mm de l'extrait chloroformique des différentes concentrations.

Extrait chloroformique (Zone d'inhibition en mm)					
Concentration (mg/ml)	1	1/2	1/4	1/8	Témoin
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	7	8	6.5	-
<i>Bacillus cereus</i>	9	6.5	7	7	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	6.5	8	7	6.5	
<i>Escherichia coli</i>	9	8	9	-	

Dans l'ensemble, les résultats montrent que : l'extrait chloroformique de *Capparis spinosa* a une activité antibactérienne prometteuse contre diverses souches bactériennes.

Al-bayati et Al-jarjry, 2007 qui ont travaillé sur les racines de câprier, ont trouvé que l'extrait est actif contre *S. aureus*, présentant des zones d'inhibition importantes avec toutes les concentrations testées, ce qui est similaire à ce que nous avons observé dans nos résultats.

Eltawaty et al., 2018 ont publié une étude portant sur un disque d'imprégnation contenant un extrait chloroformique de feuilles de câpre. Ce travail montre des résultats négatifs contre *Staphylococcus aureus*, mais positifs contre *E. coli*.

Nos résultats ont montré aussi une activité contre *Bacillus cereus* avec toutes les concentrations testées. En outre, **Haque et al., 2016** ont observé une activité contre *Bacillus cereus* en utilisant l'extrait chloroformique de feuilles de *Capparis zeylanica*. Leurs résultats présentaient une zone d'inhibition de (10 mm) pour une concentration de 200 µg/disc.

Tableau 13. Diamètres des zones d'inhibition en mm de l'extrait méthanolique des différentes concentrations.

Extrait méthanolique (Zone d'inhibition en mm)					
Concentration (mg/ml)	1	1/2	1/4	1/8	Témoin
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	8	6.5	-	-
<i>Bacillus cereus</i>	-	-	-	-	
<i>Pseudomonas fluorescen</i>	-	-	-	-	
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	

Les résultats présentés dans le tableau 13 montrent que: l'extrait méthanolique agit de façon active sur les bactéries Gram positif *Staphylococcus aureus* (8, 8, 6.5mm), ainsi que aucun effet antibactérien sur *E.coli*, ce qui est en accord avec les résultats de **Benzidane et al., 2020** qui ont expliqué cette situation en se basant sur une recherche menée sur les feuilles de *C. spinosa* et cette recherche a révélé que l'extrait méthanolique est inactif sur *E.coli*, mais présente une activité suspecte sur *Staphylococcus aureus*. Dans le même sens **Tagnout et al., 2016** ont également obtenu des résultats similaires concernant l'extrait méthanolique et *E.coli*. Mais ont trouvé que cet extrait n'avait aucun effet sur *Staphylococcus aureus*, ce qui est contraire à nos résultats.

Azawi et al., 2018 ont trouvé qu'il y avait une seule activité avec les faibles concentrations avec *E.coli* et une forte activité aux faible concentration pour *Staphylococcus aureus* révélé ce qui diffère de nos résultats qui ont montré une absence d'activité contre *E.coli* et des zones d'inhibition faibles contre *Staphylococcus aureus* par rapport à leurs résultats . Alors que **Almoussa et al., 2022** ont trouvé que extrait méthanolique est actif pour *E.coli* et *S.aureus*.

Abdrazik, 2011 a également montré que l'extrait de fleur a des activités avec toutes les concentrations pour *E. coli* et *S. aureus*, ce qui est similaire à nos résultats pour *S. aureus*.

Dans nos résultats, nous avons remarqué une absence d'activité contre *Pseudomonas fluorescens*, ce qui est similaire au résultat obtenu par **AL-Azawi et al., 2018**. Ils ont montré dans leur travail que le genre *Pseudomonas* présentait une résistance à l'extrait méthanolique à une concentration de 100 mg/ml. À l'inverse de l'étude de **Abdrazik, 2011** sur les fleurs de *C. spinosa* qui montre l'apparition des activités à des concentrations élevées pour le genre *Pseudomonas*.

Tableau 14. Diamètres des zones d'inhibition en mm de l'extrait aqueux des différentes concentrations.

Extrait aqueux (zone d'inhibition en mm)					
Concentration	1	1/2	1/4	1/8	Témoin
<i>Staphylococcus aureus</i>	6.5	-	-	-	-
<i>Bacillus cereus</i>	-	9	-	7	
<i>Pseudomonas fluorescen</i>	6.5	6.5	6.5	-	
<i>Escherichia coli</i>	11	10	9	7	

Les résultats montrent que toutes les souches bactériennes ont montré une sensibilité aux différentes concentrations utilisées.

Cependant, les résultats de **Benzidane et al., 2020** ont montré que l'extrait aqueux n'avait aucune zone d'inhibition sur *Staphylococcus aureus* et *E.coli*.

Pour une forte concentration **Benakashani et al., 2016** ont trouvé qu'il n'y avait aucune activité antibactérienne de l'extrait aqueux sur *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*

ce qui n'accord pas avec nos résultats. En revanche, **Almoussa et al., 2022** ont montré une activité positive sur *S. aureus* et négative sur *E.coli*.

Par ailleurs, le résultat de **Hamd Daher et Muraih 2022**, obtenu grâce à l'utilisation de la méthode de puits, montre que l'extrait aqueux a des effets antibactériens, dont les zones d'inhibition sont de (15, 12mm) sur *E.coli* et *S. aureus* respectivement.

Nous avons observé une activité antibactérienne contre *Pseudomonas fluorescens* à certaine concentration. Toutefois, **De et al., 2010** ont étudié l'activité de l'extrait aqueux de *C. zeylanica* Linn., contre *Pseudomonas fluorescens* et ont observé une zone d'inhibition de 15.66 mm avec une concentration de 4.4 mg/ml.

En résumé, il a été démontré que les bactéries Gram-positives sont plus sensibles que les bactéries Gram-négatives, en particulier face à l'extrait méthanolique. Cela est en accord avec l'étude de **Farhan et al., 2023**, qui a également montré que les bactéries Gram-négatives sont moins sensibles que les bactéries Gram-positives.

Cette différence de sensibilité est due au solvant utilisé ainsi qu'aux différences structurales de la paroi entre les bactéries Gram-négatif et positif, ainsi qu'à d'autres constituants de l'enveloppe bactérienne. Cette dernière constitue le premier point de rencontre des agents antibactériens tels que les glycosides, les divers flavonoïdes et les polyphénols, qui interagissent avec la membrane microbienne, les protéines, les enzymes et les lipides, augmentant ainsi la perméabilité et permettant la perte de protons. Les polysaccharides de câpres ont une bonne activité antibactérienne contre les bactéries Gram-négatives et positives telles que *E. coli*, *S. aureus* et *Bacillus panis* (**Mazarei et al., 2016**).

III.2. Évaluation de l'activité antifongique

Le test de sensibilité antifongique in vitro a été réalisé contre les champignons *Aspergillus niger* et *Penicillium spp.* (Annexe 4).

Tableau 15. Les résultats d'inhibition des différents extraits des différentes concentrations.

Extrait	Concentration	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium spp.</i>
Etheropétrolique	1	-	++++
	1/2	-	++++
	1/4	-	++
	1/8	-	-
Chloroformique	1	-	++
	1/2	-	-
	1/4	-	+
	1/8	-	-
Méthanolique	1	+	++++
	1/2	-	++++
	1/4	-	-
	1/8	-	-
Aqueux	1	-	++
	1/2	-	++
	1/4	-	+
	1/8	-	-
Témoin		-	

(++++): Fortement positif; (++) : Moyennement positif; (+): Faiblement positif; (-): Négatif.

Nazar *et al.*, 2018 ont montré que l'extrait méthanolique du bois, de l'écorce et des graines de *C. decidua* ont montré une activité antifongique puissante et dépendante de la concentration contre *Aspergillus niger*.

L'analyse des résultats obtenus sur *A. niger* indique que l'extrait méthanolique présente une activité limitée à la concentration initiale, tandis que les autres extraits ne montrent aucune activité à toutes les concentrations testées. C'est contraire aux études réalisées par **Snoussi et al., 2017**, qui ont révélé que les extraits étheropétrolique et méthanolique possédaient un effet indépendant de la concentration, mais étaient moins actifs que l'extrait chloroformique qui avait un effet plus fort et dépendant de la concentration.

La méthode du puits décrite par **El-bakkosh et al., 2019** révèle une faible activité de l'extrait méthanolique contre *A. niger* et *Penicillium spp*, ce qui est en accord avec nos résultats obtenus pour *A. niger*. Cependant, pour *Penicillium spp*, une forte activité a été observée.

Rajhi et al., 2021 ont été étudiées l'activités antifongiques de divers extraits obtenus par extraction liquide-liquide, et leurs résultats de concernent l'exposition d'*Aspergillus niger* indiquent que les échantillons étudiés n'inhibent pas la croissance fongique de manière dose-dépendante, mais que certains extraits ont montré une certaine efficacité pour contrôler la croissance fongique, en particulier l'extrait aqueux qui étaient plus efficaces que les autres. De plus, L'effet de l'extrait aqueux sur la croissance fongique est de moyenne intensité. Cependant, il a été observé qu'ils étaient plus efficaces. Cela est en contradiction avec nos résultats qui ont montré une absence totale d'activité antifongique pour l'extrait aqueux.

Les études d'**Ali-shtayeh et Ghdeib en 1999** ont trouvé que presque tous les extraits aqueux de 22 plantes médicinales sont efficaces, tels que l'extrait aqueux de *C. spinosa*, qui possède une activité antifongique élevée due à sa source importante de composés antifongiques, tout comme notre résultat concernant *Penicillium spp*.

Rached Hamadi et Saleh, 2018 ont étudié l'effet inhibiteur de différentes concentrations d'extrait aqueux de feuilles récoltées entre avril et septembre contre *A. niger* et *Penicillium spp* en 2018. Ils ont découvert que l'extrait aqueux de feuilles récoltées en juin était le plus efficace contre *A. niger* par rapport aux feuilles récoltées durant les autres mois, tandis que l'extrait de feuilles récoltées en août était le plus efficace contre *Penicillium spp*, avec une capacité d'inhibition forte à une concentration de 300 µg/mL pour les deux espèces. Nos résultats pour l'extrait aqueux de caper récolté en février ont montré une activité moyenne contre *Penicillium spp* et une activité négative contre *A. niger*.

Annaz et al., 2022 ont dit que les extraits de câprier ont plutôt été actifs contre certaines souches fongiques, notamment *Aspergillus flavus*, *Candida albicans*, *Candida glabrata* et *Kluyveromyces marxianus*.

III.3. Évaluation de l'activité antioxydante

Pour évaluation de l'activité antioxydante de quatre extraits de *C. spinosa* vis-à-vis du radical DPPH en utilisant un spectrophotomètre. Cette évaluation a été réalisée en suivant la réduction du radical, ce qui se manifeste par un changement de couleur violet en jaune, mesurable à une longueur d'onde de 517 nm (**Annexe 5**).

➤ Pour une quantité de 4 mg de chaque extrait

Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations des quatre extraits.

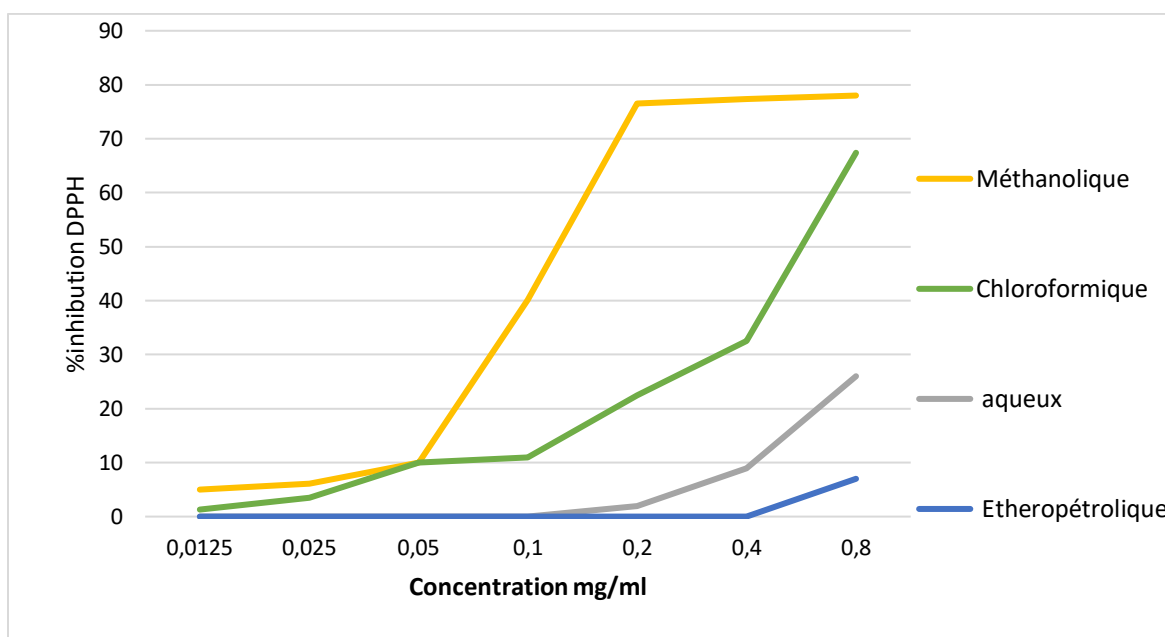


Figure 4. Courbe de pourcentage d'inhibition du DPPH par quatre différents extraits de plante.

Les résultats de notre étude montrent que les extraits méthanolique présentent une activité antiradicalaire élevée qui en accord avec les résultats d'**Aliyazicioglu et al., 2013** ont montré que cet extrait de *C. spinosa L.* a présenté un effet antioxydant significatif. **Darvishi et al., 2022** ont expliqué que capacités antioxydants élevés due à la teneur de phénol plus élevé. Cependant, **Almoussa et al., 2022** ont constaté que l'extrait méthanolique est plus puissant que l'extrait aqueux, ce qui correspond également à nos résultats, mais avec des pourcentages d'inhibition moins

importants. Cela est également en accord avec les résultats de **Tili *et al.*, 2016**, qui ont montré que l'extrait méthanolique présente des activités antioxydantes, telles que le piégeage du DPPH.

Suivi par l'extrait chloroformique présente un effet antioxydant remarquable, **Baghiani *et al.*, 2012**, ont également montré que cet extrait des parties aériennes de la plante présente une bonne activité par rapport à l'extrait chloroformique des racines, ce qui est en accord avec nos résultats.

Tandis que nos résultats montrent que les extraits aqueux et étheropétrolique ont montré une très faible activité antiradicalaire.

Les résultats de l'étude de **Meddour *et al.*, 2013** qui ont travaillé sur les parties de la fleur de *C. spinosa L.*, ont montré que l'extrait étheropétrolique présentait une activité plus faible que les autres extraits testés, ce qui est similaire à nos résultats.

➤ **Pour une quantité de 20 mg de deux extraits**

Étant donné que les résultats obtenus pour les extraits étheropétrolique et aqueux à une concentration de 4 mg étaient très faibles, nous avons décidé d'augmenter la quantité à 20mg afin d'obtenir des résultats plus significatifs. Cette augmentation de quantité nous a effectivement permis d'obtenir des résultats plus acceptables pour ces deux extraits.

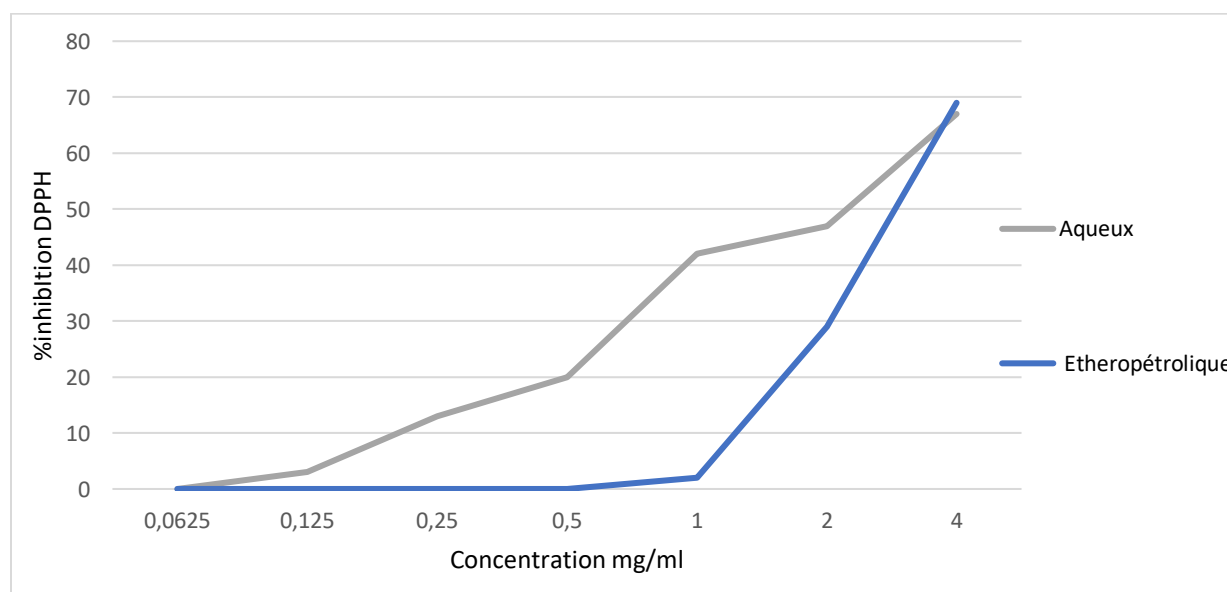


Figure 5. Courbe de pourcentage d'inhibition du DPPH par deux différents extraits de plante.

Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de pourcentage d'inhibition en fonction des concentrations des extraits et des standards. Après avoir augmenté la quantité pour les deux extraits, on observe une activité remarquable. Alors que l'extrait aqueux présente une activité antiradicalaire élevée que l'extrait éthéropétrolique.

Les composés de la câpre ont un effet sur l'activité antioxydante et sont fortement influencés par plusieurs facteurs tels que la période de récolte, les conditions géographiques et environnementales, la méthode de stockage, ainsi que les méthodes d'extraction et de transformation. L'un des principaux flavonoïdes de la câpre ayant des propriétés antioxydantes est la quercétine, qui est principalement présente dans les feuilles et les boutons floraux (**Sgadari, 2023**), les Glucosides et kaempferol, la rutine, le vitamine C, les isothiocyanates sont des composés antioxydants présents dans caper (**Tesoriere et al., 2007**).

Enfin, d'après nos résultats, nous avons évalué les activités biologiques des extraits de *C. spinosa* (éthéropétrolique, chloroformique, méthanolique et aqueux). Voici une comparaison entre extraits pour chaque activité.

➤ Pour l'activité antibactérienne

L'extrait chloroformique présentait l'effet inhibiteur le plus puissant parmi les extraits testés, ce qui est en accord avec l'étude de **Tiwari et al., 2011** menées contre diverses souches bactériennes. Ils ont expliqué cela par la présence de composés moyennement polaires tels que les flavonoïdes et les terpénoïdes dans l'extrait chloroformique, ce qui leur confère des propriétés antibactériennes. Suivi par l'extrait aqueux qui présente l'effet inhibiteur le moins puissant mais toutes les souches bactériennes ont montré une sensibilité aux différentes concentrations utilisées. Alors que l'étude de **Benzidane et al., 2020** et celle de **Benakashani et al., 2016** ont trouvé que cet extrait était inactif sur plusieurs souches et ne concorde pas avec nos résultats.

Après l'extrait éthéropétrolique, qui présentait un effet inhibiteur moins faible mais agissait de manière active sur les deux catégories de bactéries, l'étude d'**El-Shahaby et al., 2019**, utilisant cet extrait, a montré une activité inhibitrice contre la croissance de tous les micro-organismes testés ce qui est similaire à nos résultats. **Tiwari et al., 2011** ont expliqués l'apparition d'un effet inhibiteur par l'effet antimicrobien puissant des alcaloïdes, coumarines, acide gras.

En dernier lieu, l'extrait méthanolique qui présentait l'effet inhibiteur le plus faible dans notre étude ne concorde pas avec les résultats de **Haque et al., 2016**, qui ont travaillé sur les racines de *C. zeylanica* Linn. Ils ont trouvé que l'extrait méthanolique présentait l'activité la plus élevée. D'un autre côté **Benzidane et al., 2020** trouvé que les effets inhibiteurs sur la croissance des germes sont manifestés par un seul extrait, qui est l'extrait méthanolique des branches de cette plante.

Ainsi, on peut conclure que l'extrait chloroformique semble être le plus efficace pour l'évaluation de l'activité antibactérienne en raison de l'abondance de composés moyennement polaires dans cet extrait, qui sont responsables de l'apparition des propriétés antibactériennes. En revanche, l'extrait aqueux est moins efficace car il contient moins de ces composés.

➤ Pour l'activité antifongique

Ont observé que l'extrait étheropétrolique possèdent l'effet inhibiteur plus élevés que les autres extraits peuvent être en raison de contiennent une combinaison unique de composés chimiques tels que des flavonoïdes, des terpènes, des stéroïdes, des phénols et des alcaloïdes. Certains de ces composés ont montré des propriétés antifongiques, agissant soit directement sur les cellules fongiques, soit en perturbant leur croissance et leur développement.

Suivi par l'extrait méthanolique on s'attend à ce que cette capacité soit due à des quantités élevées de phénols et de tanins selon **Shafighi et al., 2012** qui ont travaillé sur le même type d'extrait de *Punica granatum* L.

Après l'extrait aqueux, les résultats **d'Ali-shtayeh et Ghdeib en 1999** montrent que les extraits aqueux de différentes plantes varient significativement dans leur potentiel antifongique par rapport aux extraits bruts. Ces différences peuvent être attribuées aux variations de nature et/ou de concentration d'inhibiteurs chimiques, ainsi qu'à leur solubilité relative dans l'eau.

Finalement l'extrait chloroformique présente une faible activité antifongique peut être en raison de sa composition chimique qui peut ne pas contenir des composés efficaces contre les champignons, ainsi que de possibles concentrations plus faibles des composés actifs nécessaires pour inhiber la croissance fongique.

Donc, l'activité antifongique obtenue par ces extraits de plantes est attribuée à leur composition chimique (**Al-Askar, 2012**). Certains composés d'ammonium quaternaire sont efficaces contre les champignons (**Tlili et al., 2011**), et ces compositions chimiques appartiennent également à des

groupes de métabolites secondaires tels que les coumarines, les stéroïdes, les phénoliques, les flavonoïdes, les isoflavonoïdes, les alcaloïdes et autres composés (**El-Bakkosh et al., 2019**).

➤ **Pour l'activité antioxydante**

Ont montré que parmi les quatre extraits, l'extrait méthanolique présentait l'activité antiradicalaire élevée, ces activités antioxydantes de l'extrait méthanolique sont associées aux niveaux élevés de composés phénoliques (**Tlili et al., 2010**) et autre composé tel que tocophérols et caroténoïdes. Cet effet protecteur peut être dû à la richesse en composés phénoliques, De nombreux auteurs ont suggéré que ces composés possèdent d'excellentes propriétés antioxydante (**Tlili et al., 2011**).

Suivi directement par l'extrait chloroformique présentait bonne activité qui est en accord avec **Baghiani et al., 2012** qui ont des résultat similaire, **Kalantari et al., 2017** ont attribué cette activité élevée à la présence de flavonoïdes abondants, tels que la quercétine.

Tandis que l'extrait aqueux présentait une très faible activité antiradicalaire suivi par l'extrait étheropétrolique respectivement, qui est similaire a les résultats de **Meddour et al., 2013**.

On peut donc conclure que l'extrait méthanolique est l'extrait le plus actif, présentant une capacité antiradicalaire plus élevée que les autres extraits. De plus, la richesse en divers composés tels que les composés phénoliques, et que les caroténoïdes, les flavonoïdes, les tanins et la rutine pourrait expliquer cet effet protecteur, ces composés sont bien connus pour leurs propriétés antioxydantes et pourraient constituer le principe actif de l'extrait. (**Mozaffarieh et al., 2003 ; Kumar et al., 2013**). Plusieurs facteurs peuvent contribuer à la faible activité antioxydante de l'extrait étheropétrolique, tels que sa composition chimique qui peut contenir des composés moins actifs, ainsi que le dosage utilisé pour évaluer activité antioxydante qui peut être insuffisant pour révéler une activité significative.

D'après le comparaison précédente des quatre extraits de *Capparis spinosa* révèle des variations dans leur activité biologique dans les trois domaines étudiés : antibactérien, antifongique et antioxydant.

Sur la base des résultats, on observe que :

L'extrait étherpétrolique présente une forte activité antifongique, moyenne activité antibacterinne, mais très faible activité antioxydante.

L'extrait chloroformique présente une forte activité antibactérienne, et bonne activité antioxydante et très faible activité antifongique.

L'extrait méthanolique présente une activité antifongique et antioxydante modérée, mais une faible activité antibactérienne.

L'extrait aqueux montre une moyenne presque faible activité antibactérienne, antifongique et antioxydante.

Ces résultats suggèrent que les différents solvants d'extraction influencent la composition chimique des extraits, ce qui conduit à des variations dans leur activité biologique. L'extrait étheropétrolique se révèle être le plus prometteur en termes d'activité antifongique, tandis que l'extrait chloroformique présente une activité antibactérienne plus prononcée. D'autre part, l'extrait méthanolique montre une forte activité antioxydante. Alors que l'extrait aqueux présente un faible effet d'activité biologique parmi les extraits testées. Ces résultats soulignent l'importance de sélectionner le bon solvant d'extraction pour obtenir des extraits spécifiques avec des propriétés biologiques désirées.

Cependant, des études supplémentaires sont nécessaires pour identifier les composés spécifiques responsables de ces activités et pour évaluer leur potentiel thérapeutique.

Conclusion

La *Capparis spinosa* est une plante utilisée en médecine traditionnelle pour traiter différentes affections.

L'analyse photochimiques basés sur des réactions de coloration, ont révélé la présence de divers composés bioactifs dans les extraits de *C. spinosa*, ce qui explique leurs propriétés thérapeutiques. Les composés détectés comprennent des réducteurs, des glycosides cardiaques, des mucilages, des huiles essentielles et des tanins. Par ailleurs, les tests ont montré l'absence de coumarines et de dérivés anthracéniques libres. Ces résultats indiquent que le câprier est une source importante de produits naturels bioactifs, contenant un grand nombre de ces composés.

Ces résultats ont été confirmés par des études scientifiques qui ont également montré la présence de flavonoïdes, d'acides phénoliques, d'alcaloïdes et d'autres constituants bioactifs dans le câprier.

Les études menées sur les extraits de *C. spinosa* ont également, révélé des activités biologiques prometteuses, notamment dans les domaines de l'activité antibactérienne, antioxydante et antifongique.

Les extraits ont présenté une activité antibactérienne notable contre différentes souches bactériennes pathogènes, notamment *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus* (Gram positif), ainsi que *Pseudomonas fluorescens* et *Escherichia coli* (Gram négatif). Ces extraits présentent une capacité d'inhiber la croissance et la multiplication de ces souches bactériennes.

Parmi les différents extraits testés, l'extrait chloroformique s'est révélé le plus puissant en termes d'effet inhibiteur, en particulier contre *E. coli*. Cet extrait a démontré une concentration indépendante d'inhibition pour toutes les souches bactériennes testées, ce qui peut être attribué à la présence de composés modérément polaires ayant des propriétés antibactériennes.

L'extrait aqueux a présenté l'effet inhibiteur moins puissant, bien que toutes les souches bactériennes aient montré une sensibilité aux différentes concentrations utilisées. Cependant, il convient de noter que l'extrait aqueux a montré une zone d'inhibition plus importante avec *E. coli* par rapport aux autres extraits testés. D'autre part, l'extrait étheropétrolique a présenté un effet inhibiteur moins importante que l'extrait aqueux, mais il était actif contre les deux catégories de bactéries. Cela peut être attribué à la présence d'alcaloïdes, de coumarines et d'acides gras qui

possèdent des propriétés antimicrobiennes puissantes. Ces composés ont contribué à l'activité antimicrobienne de l'extrait éthéro pétrolique.

Enfin, l'extrait méthanolique a montré l'effet inhibiteur le plus faible parmi les extraits testés. Les bactéries à Gram positif ont montré une sensibilité plus élevée que les bactéries à Gram négatif, probablement en raison de la différence de structure de leur paroi cellulaire.

Les extraits de *C. spinosa* ont montré des propriétés antioxydantes, ce qui leur permet de neutraliser les radicaux libres et de réduire le stress oxydatif dans l'organisme et utilisée pour le traitement de maladie.

L'extrait méthanolique a démontré une activité antiradicalaire élevée en raison de sa teneur élevée en composés phénoliques et autres composés. L'extrait chloroformique a également présenté une bonne activité antioxydante en raison de la présence abondante de flavonoïdes, tels que la quercétine. En revanche, l'extrait aqueux a montré une activité antiradicalaire très faible, suivie de près par l'extrait éthéro pétrolique. Plusieurs facteurs, tels que la composition chimique de l'extrait éthéro pétrolique et la méthode de dosage utilisée pour évaluer l'activité antioxydante, peuvent contribuer à sa faible activité.

Quant à l'activité antifongique contre deux champignons *Aspergillus niger* et *Penicillium spp.*, les extraits de *C. spinosa* ont également démontré une activité inhibitrice contre *Penicillium spp.*, ce qui indique leur potentiel dans le traitement des infections fongiques et aussi la prévention des plantes contre les maladies fongique.

L'extrait éthéro pétrolique a présenté l'effet inhibiteur le plus élevé parmi les extraits, probablement en raison de sa combinaison unique de composés chimiques tels que des flavonoïdes, des terpènes, des stéroïdes, des phénols et des alcaloïdes, qui ont des propriétés antifongiques. L'extrait méthanolique a également montré une certaine activité antifongique en raison de sa teneur élevée en phénols et en tanins. En revanche, l'extrait aqueux a présenté une activité antifongique plus faible, suivie de près par l'extrait chloroformique. Cela peut être dû à leur concentrations très faibles en raison de rendement le plus faible que les autres extraits ce qui a un effet sur composition chimique de l'extrait chloroformique qui ne contient peut-être pas de composés efficaces suffisante contre les champignons.

Tous les extraits se sont révélés inactifs contre *A. niger* en raison de plusieurs facteurs, notamment l'état physiologique de la plante au moment de la récolte, qui a été effectuée pendant une saison inappropriée (l'hiver). Les extraits utilisés, ainsi que leurs concentrations, les méthodes d'extraction et de conservation, ainsi que les techniques de manipulation et les espèces microbiennes utilisées, peuvent également influencer l'intensité des autres activités biologiques des plantes. Ces facteurs doivent être pris en compte pour interpréter les résultats et comprendre l'absence d'activité contre *A. niger*.

Ces résultats soutiennent l'utilisation traditionnelle de *C. spinosa* en médecine et suggèrent qu'elle pourrait être une source prometteuse pour le développement de nouveaux agents thérapeutiques

Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour approfondir notre compréhension de ces activités,

- Evaluer leur efficacité *in vivo*
- Identifier les composés bioactifs responsables de ces effets bénéfiques,
- Développer de nouvelles formulations pour une utilisation plus large en médecine.

Références

Bibliographiques

(A)

Abbassi K., Mergaoui L., Atay-Kadiri Z., Ghaout S., Stambouli A., (2005). Biological activities of *Peganum harmala* (*Zygophyllacea*) leaves at floral stage on the mortality and reproductive activity of the desert locust. *Zool. Baetica*, 16, 31–46.

Abdessemed K. H., (1981). Les Relations climat-végétation dans le Sud Constantinois. Bulletin de la Société Botanique de France. *Actualités Botaniques*, 131(2-4), 145-155.

AbdRazik B. M. A., (2011). The Study of Antibacterial Activity of *Capparis Spinosa* Flowers. *Al-Mustansiriyah J. Sci*, 22(5), 172–180.

Abdul H., Kalam M. A., Rifat I., (2022). KABAR (*Capparis Spinosa L.*): pharmacological action and therapeutic uses in the perspective of unanimedecine : a review. *Pharmaceutical and Medical Research*, 9(12), 209–216.

Abood W. N., (2022). Immunomodulatory and Anti-Inflammatory Effect of *Mentha pulegium L.* 62(1).

Accogli R., Tomaselli V., Dorenzo P., Perrino E. V., Albanese G., Urbano M., Laghetti G., (2023). Edible Halophytes and Halo-Tolerant Species in Apulia Region (Southeastern Italy): Biogeography, Traditional Food Use and Potential Sustainable Crops. *Plants*, 12, 549.

Ait Haj Said A., Otmani I. S., El derfoufi S., Benmoussa A., (2015). Highlights on nutritional and therapeutic value of stinging nettle (*Urtica Dioica*). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7(10), 8–14.

Akgül A., Özcan M., (1999). Some compositional characteristics of capers (*Capparis spp.*) seed and oil. *Grasas y Aceites*, 50(1), 49–52.

AL-Azawi A. H., Ghaima K. K., Salih H. H., (2018). Phytochemical, antibacterial and antioxidant activities of *Capparis spinosa L.* Cultivated in iraq. *Bioscience Research*, 16(October), 2272–2281.

Al-Bayati F., Al-Jarjry M., (2007). Antibacterial Activity from Different Parts of *Capparis spinosa L.* *Journal of Education and Science*, 19(2), 36–45.

- Ali-Shtayeh M. S., & Abu Ghdeib S. I., (1999).** Antifungal activity of plant extracts against dermatophytes. *Mycoses*, 42(11–12), 665–672.
- Aliyazicioglu R., Eyupoglu O. E., Sahin H., Yildiz O., Baltas N., (2013).** Phenolic components, antioxidant activity, and mineral analysis of *Capparis spinosa L.* *African Journal of Biotechnology*, 12(47), 6643–6649.
- Allison C. L., Moskaluk A., VandeWoude S., & Reynolds M. M., (2021).** Detection of glucosamine as a marker for *Aspergillus niger*: a potential screening method for fungal infections. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 413(11), 2933–2941.
- Alloum K ., (2007).** Les plantes médicinales de l'Algérie , berti editions , Dely Ibrahim Algérie . 240 .
- AlMousa L. A. et al., (2022).** Antioxidant and antimicrobial potential of two extracts from *Capparis spinosa L.* and *Rumex nervosus* and molecular docking investigation of selected major compounds. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(8), 103346.
- AlMousa L. A., AlFaris N. A., Alshammari G. M., ALTamimi J. Z., Alsyadi M. M., Alagal R. I., & Abdo Yahya M., (2022).** Antioxidant and antimicrobial potential of two extracts from *Capparis spinosa L.* and *Rumex nervosus* and molecular docking investigation of selected major compounds. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(8), 103346.
- Al-Mously S., Gatea F. K., Jawad E., Qasim B.,(2020).** The effect of *capparis spinosa* extract on induced PCOS mice. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 12(May), 2744–2755.
- Al-Timimi L. S. K., Shafeeq M. A. A., Hasan Z. Y. M.,(2022).** Evaluating the efficacy of *Capparis spinosa* Total flavonoids to control Bird Lice (*Menacanthus stramineus*). *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 15(3), 1293–1298.
- Alves A. L., Santos A. C. da S., Barbosa R. D. N., de Souza-Motta C. M., Melo, R. F. R., & Tiago P. V., (2022).** *Penicillium gercinae* and *Penicillium stangiae* (Eurotiomycetes, Ascomycota), two new species from soil in Brazil. *Acta Botanica Brasiliica*, 36.
- Alwan H. M., A Ghani B., (2020).** Histological Evaluation of Local Application of Flavonoid Extract of *Capparis Spinosa* on Wound Healing in Alloxan-Induced Diabetic Rats. *Diyala Journal of Medicine*, 18(2), 1–13.

Aminthe R., (2019). L’Absinthe (*Artemisia absinthium L.*): approche et hno botanique. Thèse de doctorat, Université CEAN NORMANDIE.227.

Annaz H., Sane Y., Bitchagno G. T. M., Ben Bakrim W., Drissi B., Mahdi I., El Bouhssini M., Sobeh M., (2022).Caper (*Capparis spinosa L.*): An Updated Review on Its Phytochemistry, Nutritional Value, Traditional Uses, and Therapeutic Potential. *Frontiers in Pharmacology*, 13(July), 1–22.

Annaz H., Sane Y., Bitchagno G. T. M., Ben Bakrim, W., Drissi, B., Mahdi, I., El Bouhssini, M., &Sobeh, M., (2022). Caper (*Capparis spinosa L.*): An Updated Review on Its Phytochemistry, Nutritional Value, Traditional Uses, and Therapeutic Potential. *Frontiers in Pharmacology*, 13(July), 1–22.

Antonin B ., (1862). Traite des plantes médicinales indigènes , bureaux de l’abeille médicale , paris, 529 .

Arslan R., Bektas N., (2010). Antinociceptive effect of methanol extract of *Capparis ovata* in mice. *Pharmaceutical Biology*, 48(10), 1185–1190.

AzwanidaNn., (2015). A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 04(03), 3–8.

(B)

Babulka P., (2005). La mélisse (*Melissa officinalis L.*). *Phytotherapie*, 3(3), 114–117.

Baghiani A., Ameni D., Boumerfeg S., Adjadj M., Djarmouni M., Charef N., Khennouf S., Arrar L., (2012). Studies of Antioxidants and Xanthine Oxidase Inhibitory Potentials of Root and Aerial Parts of Medicinal Plant *Capparis Spinosa L.* *American Journal of Medicine and Medical Sciences*, 2(1), 25–32.

Balagizi I. K., (2001). Les médecines traditionnelles. 48 (September), 16.

Ballis J. L., (1981).recherches géomorphologiques dans les Aurès (Algérie),thèse présentée à l’Université de Paris I pour obtenir le grade de docteur ès lettres ,21.

Bashige-Chiribagula V. et al., (2015). Étude ethnobotanique, biologique et chimique de plantes réputées anticariogènes à Lubumbashi – RD Congo. *Phytotherapie*, 15(1), 2–9.

- Batanounyk ., (2005)**, a guide to medicinal plants in north Africa ,IUCN centre for mediterranean cooperation , malga(spain) 256
- Baziz K., Maougal R. T., Amroune A., (2020)**. An ethnobotanical survey of spontaneous plants used in traditional medicine in the region of aures, Algeria. *European Journal of Ecology*, 6(2), 49–69.
- Beata O., (2023)**. The Current State of Knowledge about the Biological Activity. *Nutrients*, 15(623), 12.
- Beghami Y.,(2012)**. Ecologie et dynamique de la végétation de l 'Aurès : analyses patio-temporelle et étude de la flore forestière et montagnarde. Thèse de doctorat, Université Mohamed khider-Biskra, 10.
- Beldi H., Gali L., BentbottA., Boudechicha A., C. B., Yahia A., N. B. (2022)**. Variation of Phenolic Content and Bioactivity between the Different Organs of the Algerian *Capparis Spinosa L.* *Indian Journal of Novel Drug Delivery*, 14(3), 164–173.
- Belloula S., Beghami Y., (2019)**. Assessment of the dynamics of atlas cedar decline (*Cedrusatlantica Manetti*) by remote sensing in the Aurès area, Algeria. *Arab World Geographer*, 21(2–3), 154–167.
- Beloued A.,(2001)**, plantes médicinales d'Algérie ,office de publication universitaires, place centrale de ben -aknoun (Alger)
- Benachour H., (2020)**.Etude de la composition chimique et activités biologiques des huiles essentielles du *Capparis spinosa L.* Thèse de doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1. 169.
- Benakashani F., Allafchian A. R., Jalali S. A. H., (2016)**. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Capparis spinosa L.* leaf extract and their antibacterial activity. *Karbala International Journal of Modern Science*, 2(4), 251–258.
- Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K., Masna F., (2019)**. Bio activité Des Extraits Foliaires De *Ruta Chalepensis L.(Rutaceae)* Sur La Mortalité Des Larves De *Culiseta Longiareolata*. *Lebanese Science Journal*, 20(1), 1–9.

- Benmessaoud H., (2009).** Etude de la vulnérabilité a la désertification par des méthodes quantitatives numériques dans le massif des Aurès (Algérie). Thèse de doctorat, Université Mohamed Hadj Lakhdar- Batna .
- Benmessaoud H., Kalla M., Driddi H., (2009).** Évolution de l'occupation des sols et désertification dans le Sud des Aurès (Algérie). *Mappemonde*, 94(2), 1–11.
- Benmessaoud H., Kalla M., Driddi H., Beghami Y., (2008).** Utilisation des données satellitaires pour le suivi des changements d'occupation du sol et de la dégradation du couvert végétal dans les zones semi-arides: cas de la région Sud des Aurès (Algérie). *Synthèse: Revue Des Sciences et de La Technologie*, 18(0), 58–68.
- Bensalem G., (2015).** L'huile de lentisque (*Pistacia lentiscus L .*) dans L'est Algérien : caractéristiques physico-chimiques. Mémoire de Magister. Université Constantine 1.117.
- Benzidane N., Aichour R., Guettaf S., Laadel N., Khennouf S., (2020).** Chemical investigation, the antibacterial and antifungal activity of different parts of *Capparis spinosa* extracts. *Drug Delivery and Therapeutics*, 10(5), 118–125.
- Bezzih H., Malki H., Aissi A., (2021).**Characterising of Plant Cover Evolution in the Aurès Region (*Eastern Algeria*): Using Landsat Imagery. *Geoadria*, 26(2), 111–124.
- Bhowmik D., Gopinath H., Kumar B. P., Duraivel S., Aravind G., Kumar K. P. S. (2013).** Medicinal Uses of *Punica granatum* and Its Health Benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(5), 28–35.
- Blois M. S., (1958).** Antioxydant determination by the use of a stable freeradical. *Nature*, 4617 (181) ;1119- 1200.
- Boughrera M., (2015).**Caractérisation physicochimique et biochimique d'un extrait de *PistaciaLentiscus* et détermination de ses effets sur certains paramètres biologiques. Thèse de doctorat, Université BADJI MOKHTAR - ANNABA 142..
- Boumediou A., Addoun S., (2017).** Etude ethnobotanique sur l'usage des plantes toxiques, en médecine traditionnelle, dans la ville de Tlemcen (Algérie). Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. Université Abou Bakr Belkaïd-Tlemcen.

Boumerfeg S., Ameni D., Adjadj M., Djarmouni M., Khennouf S., Arrar L., Baghiani A., (2012).Antihymolytic and antioxidant effects of medicinal plant *Capparis spinosa L.* Section Title: Pharmaceuticals, 6(6), 637–643.

Boumerfeg S., Ameni D., Adjadj M., Djarmouni M., Khennouf S., Arrar L., Baghiani A., (2012). Antihemolytic and Antioxidant Effects of Medicinal Plant *Capparis spinosa L.* Section Title: Pharmaceuticals, 6(6), 637–643.

Bruniau A-S., (2015). Récolte et mise en culture des principaux espèces, plantes & cite, 99 .

Busson H., (1900).les vallées de l'Aurès ,Annales de géographie, 9(43)pp43 – 55

(Bureau d'études GEOSOL cite 250 Logts N°D24- Tébessa-).

(C)

Charid I. et al., (2020). Pretreatment with methanolic extract of *Pistacia lentiscus L.* increases sensitivity to DNA damaging drugs in primary high-grade serous ovarian cancer cells. European Journal of Integrative Medicine, 37.

Chedraoui S., Abi-Rizk A., El-Beyrouthy M., Chalak L., Ouaini N., RajjouL.,(2017). *Capparis spinosa L.* in A systematic review: A xerophilous species of multi values and promising potentialities for agrosystems under the threat of global warming. Frontiers in Plant Science, 8(October), 1–18.

Chohra D., Ferchich L., (2019). Ethnobotanical study of Belezma National Park (BNP) plants in Batna: East of Algeria. Acta Scientifica Naturalis, 6(2), 40–54.

Christodoulou S., Chimona C., Rhizopoulou S., (2022). Comparison of Pericarp Functional Traits in *Capparis spinosa* from Coastal and Inland Mediterranean Habitats. Plants, 11, 3085.

(D)

Daher M. H., &Muraih, J. K. (2022). Influence of watery and alcoholic extracts of *Capparis Spinosa* plant on bacterial activity. Muthanna Journal of Pure Science, 9(1).

Darvishi M., et al., (2022). Evaluation of the total antioxidant capacity of *Oliveria decumbens* and *Capparis spinosa*. Journal of Biological Research (Italy), 95(2).

De S., Aneela S., Bhar K., Kanthal L. K., K.Satyavathi, S.Ashutosh Kumar, S. M., (2010). Antimicrobial activity of *Capparis zeylanica linn.* Leaf. Deccan pharma journal series arms, 1(4), 1–12.

Delartigue C., (1904). Monographie de l'Aures. University of chicagolibrary Marle-Audrino diplôme d'unemédaille, d'or Constantine , 285.

Dey P., (2020). The pharmaco-toxicological conundrum of *oleander*: Potential role of gut microbiome. Biomedicine & Pharmacotherapy, 129(June), 110422.

Direction de l'environnement, (2009). plan d'aménagement intègre par aire de Planification.

Direction de l'urbanisme de l'architecture de la construction de la wilaya de khenchela, (2022), commune de Djellal –Khenchela-, deuxième phases Aménagement & règlement centre d'étude et de réalisation en urbanisme - Constantine- .

Dohou N., Yamni K., Badoc A., Douira A., (2004). Activité antifongique d'extraits de *Thymelaea lythroides* sur. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux, 143, 31–38.

(E)

Eddouks M., Lemhadri A., Zeggwagh N. A., Michel J. B., (2005).Potent hypoglycaemic activity of the aqueous extract of *Chamaemelum nobile* in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. Diabetes Research and Clinical Practice, 67(3), 189–195.

El Azhary K., TahiriJouti N., El Khachibi M., Moutia M., Tabyaoui I., El Hou A., Achtaq H., Nadifi S., Habti N., &Badou A., (2017). Anti-inflammatory potential of *Capparis spinosa L.* in vivo in mice through inhibition of cell infiltration and cytokine gene expression. BMC Complementary and Alternative Medicine, 17(1), 1.

El Maaiden, E., Bouzroud, S., Nasser, B., Moustaid, K., El Mouttaqi, A., Ibourki, M., Boukcim, H., Hirich, A., Kouisni, L., & El Kharrassi, Y. (2022). A Comparative Study between Conventional and Advanced Extraction Techniques: Pharmaceutical and Cosmetic Properties of Plant Extracts. Molecules, 27(7).

El-Bakkosh A. M., M Shaieb F., MIdrs A., (2020). Phytotoxicity and Antifungal Activity of *Capparis Spinosa L.* EPH - International Journal of Applied Science, 6(1), 6–11.

El-shahaby O. A., El-zayat M. M., El-fattah G. A., El-hefny M. M., (2019). Evaluation of the biological activity of *Capparis spinosa* var. *aegyptiaca* essential oils and fatty constituents as Anticipated Antioxidant and Antimicrobial Agents. Progress in Chemical and Biochemical Research, 2(4), 211–221.

Eltawaty, S., Almagboul, A. Z., Mohammad, A. E. H., &Bufarwa, S. M. (2018). the Potential Antioxidant and Hepatotoxicity of Methanolic Extract of Leaves of Libyan *Capparis Spinosa* Subsp *Orientalis* (Duh.) Jafri in Rats. World Journal of Pharmaceutical Research, 7(5), 101–112.

Esmaeili S., Keramatian B., Kashafroodi H., Choopani R., Hajimehdipoor H., (2022). *Capparis spinosa* L. tablet: from traditional to modern dosage form. Journal of Medicinal Plants, 21(82), 56–65.

(F)

Fadili K., Zerkani H., Amalich S., TouriyaZair T., (2017). Etude phytochimique et evaluation de l'activite antioxydante des feuilles et des fruits du *Capparis spinosa* l .phytochemical study and evaluation of antioxidant activity of leaves and fruits of *Capparis spinosa* L . American Journal of Innovative Research and Applied Sciences, October, 108–118.

Farhan H. S., Al-azizz S. A., & Al-jadaan S. A. N., (2023). Antibacterial and Antioxidant Activities of *SyzygiumAromaticum* *Capparis Spinosa* , and Some Novel *Acylselenourea* and *Acylthourea* Derivatives Biomedicine and Chemical Sciences Antibacterial and Antioxidant Activities of *SyzygiumAromaticum* *Capparis Spinosa*. Biomedicine and Chemical Sciences, 2(2), 109–118.

Florence D. M., Irma B. N. Y., (2021). TERPENES : structural classification and biological activities. IOSR Journal Of Pharmacy And Biological Sciences, 16(3), 25–40.

(G)

Gautier E-f., (1922). Structure de l'Algérie, société d'édition géographie et scientifiques libraire de la société géographie , Paris :97 .

Gomes V., Barros B. P., Castro-Tardón D. I., Martin C. C., Santos F. C. R., Knöbl T., Santarosa B. P., Padilha L. M., & Hurley D. J., (2023). The role of anti-*E. coli* antibody from

maternal colostrum on the colonization of newborn dairy calves gut with *Escherichia coli* and the development of clinical diarrhea. *Animal - Open Space*, 2, 100037.

Granica S., Kłębowska A., Kosiński M., Piwowarski J. P., Dudek M. K., Kaźmierski S., Kiss A. K., (2016). Effects of *Geumurbanum L.* root extracts and its constituents on polymorphonuclear leucocytes functions. Significance in periodontal diseases. *Journal of Ethnopharmacology*, 188, 1–12.

Grdiša M., Jug-dujaković M., Lončarić M., (2015). Dalmatian Sage (*Salvia officinalis L.*): A Review of Biochemical Contents, Medical Properties and Genetic Diversity. 80(2), 69–78.

Guettala F. N., (2010). Entomofaune, Impact Economique et Bio- Ecologie des Principaux Ravageurs. Thèse de doctorat, Université de Batna, 178.

Gurib-Fakim A., (2006). Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine*, 27(1), 1–93.

(H)

Haddouchi F., Zerhouni K., Sidi-Yekhelef A., Chaouche T. M., (2016). Évaluation de l'activité antimicrobienne de différents extraits d'*Helichrysum stoechassub sp.* rupestre. *Bulletin de La Société Royale Des Sciences de Liège*, 85, 152–159.

Haji A. A., Xue-lei X., Dan T., (2020). Chemical constituents and their pharmacological activities of plants from *Cichorium genus*. *Chinese Herbal Medicines*, 12(3), 224–236.

Hamel T., Sadou S., Seridi R., Boukhdir O S., Bouiemtafes A., (2018). Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'edough (nord-est algérien), *Ethno pharmacologia* .(59). 65

Hamid E. H., Boufellous M., BERRAN A., Tazougart H., Bengueddour R., (2018). Screening Phytochimique D' Une Plante Medicinal : *Mentha Spicata L.* *Phytochemical Screening Of A Medicinal Plant : American Journal of Innovative Research and Applied Sciences.*, 7(4), 226–233.

Haque R., Islam W., Parween S., (2016). Antibacterial potency screening of *Capparis zeylanica Linn.* *Journal of Coastal Life Medicine*, 4(2), 157–160.

Harled S. et al., (2002). Bioactive compounds in plants – benefits and risks for man and animals Proceedings. In A. B. Editor (Ed.), Laeknabladiid (Vol. 88, Issue 11).

Hedayati N., Naeini M. B., Mohammadinejad A., Mohajeri S. A., (2019). Beneficial effects of celery (*Apium graveolens*) on metabolic syndrome : A review of the existing evidences. August, 1–14.

Hegazi A. G., Al Guthami F. M., Al Gethami A. F., El Fadaly H. A., (2017). Beneficial effects of *Capparis Spinosa* honey on the immune response of rats infected with *Toxoplasma Gondii*. Journal of Pharmacopuncture, 20(2), 112–118.

Henrietta O. C., Idoko A., Iroha I., Romanus A., (2023). Prevalence of Multidrug Resistant Escherichia Coli and *Klebsiella Pneumoniae* Species Isolated From Urine Samples of Patients At Alex Ekwueme Federal University Teaching Hospital Abakaliki, Ebonyi State, Nigeria. Universal Journal of Pharmaceutical Research, 8(1), 15–22.

Hezil D., Benseghir H., Zaidi S., Zineddine R., Zaatout N., (2021). Serological Study of *Salmonella Dublin* Carriage in Cows in Khenchela, Algeria. Agricultura, 1(2), 105–115.

(I)

Iauk L. et al., (2004). Protection against murine endotoxemia by treatment with *Ruta chalepensis L.*, a plant with anti-inflammatory properties. Journal of Ethnopharmacology, 90(2–3), 267–272

Isagaliev M., Abakumov E., Turdaliev A., Obidov M., Khaydarov M., Abdukhakimova K., Shermatov T., Musaev I., (2022). *Capparis spinosa L.* Cenopopulation and Biogeochemistry in South Uzbekistan. Plants, 11(13), 1–16.

Iserin P., (2001).encyclopédie des plantes médicinales , Larousse , paris , 330 .

(J)

Jawad E., Sameer Hasan A., & Nassir Z. A. S., (2020). Phytochemical investigation, anti-proliferative and antioxidant-activities of Iraqi *capparis spinosa L.* (family *capparidaceae*) against MCF-7 human breast cancer cell line. International Journal of Pharmaceutical Research, 12(2), 1045–1055.

Jiang H. E., Li X., Ferguson D. K., Wang Y. F., Liu C. J., Li C. Sen.,(2007). The discovery of *Capparis spinosa L.* (*Capparidaceae*) in the Yanghai Tombs (2800 years b.p.), NW China, and its medicinal implications. *Journal of Ethnopharmacology*, 113(3), 409–420.

Jorgensen J. H., Turnidge J. D., (2015). Susceptibility test methods: dilution and disk.

(K)

Kalantari H., Foruozandeh H., Khodayar M. J., Siahpoosh A., Saki N., &Kheradmand P., (2017). Antioxidant and hepatoprotective effects of *Capparis spinosa L.* fractions and Quercetin on tert-butyl hydroperoxide- induced acute liver damage in mice. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(1), 120–127.

Khan Y., Panchal S., Vyas N., Butani A., Kamur V., (2007). *Olea europaea*: A Phyto-Pharmacological Review. *Phytochemistry*, 1(1), 114–118.

Koufan M., Belkoura I., Mazri M.A., (2022). *In Vitro* Propagation of Caper (*Capparis spinosa L.*): A Review. *Horticulturae*, 8, 737.

Krvavych A., Konechna R., (2021). Optimization of parameters of the extraction process of biologically active substances of grass *Adonis vernalis*. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(59), 14–18.

Kumar A., Ahmad F., Zaidi S., (2019). Importance of Bioactive Compounds Present in Plant Products and Their Extraction – A Review. *Agricultural Reviews*, 40(04).

Kumar G., Karthik L., Rao K. V. B., (2013). Phytochemical composition and in vitro antioxidant activity of aqueous extract of (*Aervalanata L.*) Juss. ex Schult. Stem (*Amaranthaceae*). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 6(3), 180–187.

(L)

Lafitte R.,(1939). Structure et relief de l'Aurès (Algérie),Bulletin de l'Association de géographes français, N°119, pp. 34-40.

Lakhdari S., (2022). Apport du traçagechimique et isotopique a l'identification des aquifers des Aurès. Thèse de doctorat, Université 8 Mai 1945 Guelma , 20.

Lam S. K., Ng T. B.,(2009). A protein with antiproliferative, antifungal and HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activities from caper (*Capparis spinosa*) seeds. *Phytomedicine*, 16(5), 444–450.

Lebbal S., Hedjazi N., Tabti I., Ouaghi H., Zeraib A., (2018). Aphicidal Activity of Plant Extracts Against *Larvae Aphicidal* . 23 (November), 1–7.

Limonier A.-S., (2018). La phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Thèse de doctorat .aix-marseille université .92.

Lodhi S., Vadnere G. P., Sharma V. K., Usman M. R., (2017).*Marrubium vulgare L.:* A review on phytochemical and pharmacological aspects. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 6(4), 429–452.

Londhe V. P., Gavasane A. T., Nipate S. S., Bandawane D. D., Chaudhari P. D., (2011). Role of garlic (*allium sativum*) in various diseases: an overview Londhe. *Journal of Pharmaceutical Research And Opinion*, 4, 129–134.

(M)

MahboubiM., (2019). Marsh Mallow (*Althaea officinalis L.*) and Its Potency in the Treatment of Cough. *Complementary Medicine Research*, 27(3), 174–182.

Mazarei F., Jooyandeh H., Noshad M., Hojjati M., (2016). Polysaccharide of caper (*Capparis spinosa L.*) Leaf: Extraction optimization, antioxidant potential and antimicrobial activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 95, 224–231.

Meddour A., Yahia M., Benkiki N., A. A., (2013). Étude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du *Capparis spinosa l.* A. 14(1), 49–60.

Mercati F., Fontana I., Gristina A. S., Martorana A., El Nagar M., De Michele R., Fici S., Carimi F., (2019). Transcriptome analysis and codominant markers development in caper, a drought tolerant orphan crop with medicinal value. *Scientific Reports*, 9(1), 1–16.

Merradi M. ,Bouguerra K., Bayou S., (2021). La guérissions à base de *l'Armoise blanche* en médecine traditionnelle dans les Aurès (Algérie)-Etude anthropologique-. *Tributaries journal For*, 05(December 2021), 1065–1074.

Monika W., Wojciech 'S., Pawel K., Jakub D., Karol K., Pawel K., (2023). Bioremediation of Heavy Metals by the Genus *Bacillus*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(6), 4964.

Montaner C., Zufiaurre R., Movila M., Mallor C., (2022). Evaluation of borage (*Borago officinalis L.*) genotypes for nutraceutical value based on leaves fatty acids composition. Foods, 11(1).

Mostafa A., Sudisha J., (2020). Bioactive Molecules in Plant Defense. In Bioactive Molecules in Plant Defense. In Springer Nature Switzerland.

Mozaffarieh M., Sacu S., Wedrich A., (2003). The role of the carotenoids, lutein and zeaxanthin, in protecting against age-related macular degeneration: A review based on controversial evidence. Nutrition Journal, 2, 1–8.

Mubashir H., N. I. R., Akram A., Iftikhar A., Ashfaq D., Yasmeeen F., Mazhar R., Imran M., Iqbal, M., (2017). A status review on the pharmacological implications of *Artemisia absinthium*: A critically endangered plant. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 7(7), 433–439.

Muraih J. K., Areean A. G., Abdulabass H. T., (2020). Phytochemical and antibacterial activity of *capparis spinosa* roots extracts against some pathogenic bacteria. Annals of Tropical Medicine and Public Health, 23(10).

(N)

Naama F., Baala H., Loucif A., (2015). Étude de l'arthropodofaune dans un verger d'olivier à sefiane (w. Batna est – algérien). Lebanese science, 16(2), 2–3.

Nabavi S. F., Habtemariam S., Ahmed T., Sureda A., Daglia M., Sobarzo-Sánchez E., Nabavi, S. M., (2015). Polyphenolic composition of *Crataegus monogynajacq.*: From chemistry to medical applications. Nutrients, 7(9)

Nabavi S. F., Maggi F., Daglia M., Habtemariam S., Rastrelli L., Nabavi S. M., (2016). Pharmacological Effects of *Capparis spinosa L.* Phytotherapy Research, 30(11), 1733–1744.

NabaviSeyed Fazel, Maggi, Filippo Daglia, Maria Habtemariam, Solomon Rastrelli, Luca., (2016) Review: Pharmacological effects of *Capparis spinosa* L. *Phytotherapy Research*, 30 (11). pp. 1733-1744.

Nassiri-Asl M., Hosseinzadeh H., (2016). Review of the Pharmacological Effects of *Vitis vinifera* (Grape) and its Bioactive Constituents: An Update. *Phytotherapy Research*, April, 1392–1403.

Nazar S., Hussain M. A., Khan A., Muhammad G., Tahir, M. N., (2020). *Capparis decidua* Edgew (Forssk.): A comprehensive review of its traditional uses, phytochemistry, pharmacology and nutraceutical potential. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(1), 1901–1916.

Nour A. M., Paul L., Cassandra P., Catherine D. R., Jean-Philippe L. et Virginie M., Albert S., (2021). *Staphylococcus aureus* toxins: An update on their pathogenic properties and potential treatments. *Toxins*, 13(10), 1–22.

(O)

Okokon J. E., Koofreh D., Enin G., (2016). Antinociceptive and anti-inflammatory activities of root extract of *Zea mays*. October.

Ozkan G., Kamiloglu S., Ozdal T., Boyacioglu, D., Capanoglu E.,(2016). Potential use of Turkish medicinal plants in the treatment of various diseases. *Molecules*, 21(3), 1–32

(P)

Pandey A., (2017). Harvesting and post-harvest processing of medicinal plants: Problems and prospects. *The Pharma Innovation Journal*, 6(12), 229–235.

Panico A. M., Cardile V., Garufi F., Puglia C., Bonina F., &Ronsisvalle G., (2005). Protective effect of *Capparis spinosa* on chondrocytes. *Life Sciences*, 77(20), 2479–2488.

Panico A. M., Cardile V., Garufi F., Puglia C., Bonina F., Ronsisvalle G., (2005). Protective effect of *Capparis spinosa* on chondrocytes. *Life Sciences*, 77(20), 2479–2488.

Pelletier G., Funck P., André F., (1984). Le lavement évacuateur. *Soins; La Revue de Reference Infirmiere*, 439.

Penchev P., Angelov G., Condoret J. S., (2010). Extraction des agents antioxydants (acide rosmarinique) à partir de la mélisse (*Melissa officinalis L.*). Revue de genie industriel, 5, 115-123

Perrone, G., & Susca, A. (2017). *Penicillium* species and their associated mycotoxins. Methods in Molecular Biology, 1542, 107–119.

Petrovska B. B., (2012). Historical review of medicinal plants' usage. Pharmacognosy Reviews, 6(11), 1–5.

(R)

Rabizadeh F., Mirian M. S., Doosti R., Kiani-Anbouhi R., Eftekhari E., (2022). Phytochemical Classification of Medicinal Plants Used in the Treatment of Kidney Disease Based on Traditional Persian Medicine. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2022, 13.

Rajhi I., Hernandez-Ramos F., Abderrabba M., Dhia M. T. Ben, Ayadi S., Labidi J. (2021). Antioxidant, antifungal and phytochemical investigations of *Capparis spinosa L.* Agriculture (Switzerland), 11(10).

Rashid S., Rashid K., Wani B. A., Ganie A. H., Nawchoo I. A., &Khuroo A. A., (2023). Reproductive biology of *Actaea kashmiriana*, an endemic medicinal plant species from the Himalaya: Implications for conservation and sustainable utilization. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 34(January), 100461.

Rios J. L., Recio M. C., & Villar A., (1988). Screening methods for natural products with antimicrobial activity: A review of the literature. Journal of Ethnopharmacology, 23(2–3), 127–149.

RONAT N.,(2001). La melisse (*Melissa officinalis l.*). Thèse de doctorat, Université Joseph fourier. 99

(S)

Saboon, Sunbal K. CH., Sohaib A., Muhammad S. A., and M. S. A., (2019). Natural Compounds Extracted from Medicinal Plants and Their Applications. In Natural Bio-active Compounds: Volume 1: Production and Applications (Vol. 1).

- Safdar W., Majeed H., Naveed I., Kayani W. K., Ahmed H., Hussain S., Atif K., (2010).** Pharmacognostical Study of the Medicinal Plant. *International Journal of Cell & Molecular Biology*, . 1(2) (January), 108–116.
- Seyed M. R., Gholamreza Z., Ghader M., Ghader G., (2011). Bioactivity of *Malva Sylvestris L.*, a Medicinal Plant from Iran. *Basic Medical Sciences*, 14(6), 574–579.
- Seifi M., Abbasalizadeh S., Mohammad-Alizadeh-Charandabi S., Khodaie L., Mirghafourvand M., (2017).** The effect of Rosa (*L. Rosa canina*) on the incidence of urinary tract infection in the puerperium: A randomized placebo-controlled trial. *Phytotherapy Research*, 32(1), 76–83.
- Sgadari F., Antonietta Cerull, Rosario Schicchi, N. B. and S. P., (2023).** Sicilian Populations of *Capparis spinosa L.* and *Capparis* Flavonol Quercetin. *Plants*, 12, 197.
- Sgadari F., Cerulli A., Schicchi R., Badalamenti N., Bruno M., Piacente S., (2023).** Sicilian Populations of *Capparis spinosa L.* and *Capparis orientalis Duhamel* as Source of the Bioactive Flavonol Quercetin. *Plants*, 12, 197.
- Shafighi M., Amjad L., Madani M., (2012).** In vitro antifungal activity of methanolic extract of various parts of *Punica granatum L.* *Internat J Scient Engine Res*, 3(12), 12–15.
- Shahrajabian M. H., Sun W., Cheng Q.,(2021).** Plant of the *Millennium*, Caper (*Capparis spinosa L.*), chemical composition and medicinal uses. *Bulletin of the National Research Centre*, 45(1).
- Shakeri N., Mehrabi S., Mehrabi A., Jahanabad H. M., (2020).** Comparison efficacy of oral *peganum harmala* seed versus tamsulosin on pain relief and expulsion of renal and ureteral stones; a randomized clinical trial. *Journal of Nephropathology*, 9(4), 5.
- Shamam K. Oudah, Raid M. H. Al-Salih, Sajid H. Gusar, (2014).** Study of the role of polyphenolic extract of *Capparis spinosa L.* Leaves as acute toxicity and antibacterial agent. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(5), 1561.
- Singh V., Singh D., (2022).** Suppression of fertility by *Capparis spinosa* root extract through antioxidant alteration in reproductive system of male rats. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 10(3), 07–12.

Snoussi, M., Najett, M., Boumediene, M., & Abdelallah, M. (2017). In-vitro and In-vivo antifungal activity of *Capparis spinosa* against eight storage molds, a causal agent of wheat alteration. Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences, 8(6), 13–18.

Souâd A., (2011). Etude Analytique et Biologique des Flavonoïdes Naturel. Thèse de doctorat, Université Mentouri de Constantine, 125

Sozzi G. O., Vicente A. R.,(2006). Capers and caperberries. In Handbook of Herbs and Spices (Vol. 3, Issue 1992). Woodhead Publishing Limited.

Suleiman M. K., Bhat N. R., Abdal M. S., Jacob S., Thomas R. R., Al-dossery S., Bellen R.,(2009). Germination studies of *Capparis spinosa L.* Propagation of Ornamental Plants, 9(1), 35–38.

Surbhi S., Verma RC., Deepak R., J. H., Y. K. (2018). A review: Food, chemical composition and utilization of carrot (*Daucus carota L.*) pomace. Article in International Journal of Chemical Sciences, 6(3), 2921–2926.

Suryawanshi J. A. S.,(2011). An overview of *Citrus aurantium* used in treatment of various diseases. African Journal of Plant Science, 5(7), 390–395.

(T)

Tacherfiout M., Petrov P. D., Mattonai M., Ribechini E., Ribot J., Bonet M. L., Khettal B., (2018). Antihyperlipidemic effect of a *Rhamnus alaternus* leaf extract in Triton-induced hyperlipidemic rats and human HepG2 cells. Biomedicine and Pharmacotherapy, 101(February), 501–509.

Tagnaout I., Zerkani H., Mahjoubi M., Bourakhouadar M., Alistiqsa F., Bouzoubaa A., Zair, T. (2016). Phytochemical study, antibacterial and antioxidant activities of extracts of *Capparis spinosa L.* International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research, 8(12), 1993–2005.

Tesoriere, L., Butera, D., Gentile, C., & Livrea, M. A., (2007). Bioactive components of caper (*Capparis spinosa L.*) from sicily and antioxidant effects in a red meat simulated gastric digestion. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55(21), 8465–8471.

Tirgar P., Kalpesh L., (2017). Evaluation of Beneficial Effects of *Linum usitatissimum* in Congestive Heart Failure. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 9(10), 62

Tiwari P., Kumar B., Kaur M., Kaur G., Kaur H., (2011). Phytochemical screening and Extraction: A Review ABSTRACT. International Pharmaceutica Science, 1(1).

Tlili N., Elfalleh W., Saadaoui E., Khaldi A., Triki S., Nasri N., (2011). The caper (*Capparis L.*): Ethnopharmacology, phytochemical and pharmacological properties. Fitoterapia, 82(2), 93–101.

Tlili N., Feriani A., Saadoui E., Nasri N., &Khaldi A., (2016). *Capparis spinosa* leaves extract: Source of bioantioxidants with nephroprotective and hepatoprotective effects. Biomedicine and Pharmacotherapy, 87, 171–179.

Tlili N., Khaldi A., Triki S., Munné-Bosch S., (2010). Phenolic Compounds and Vitamin Antioxidants of Caper (*Capparis spinosa*). Plant Foods for Human Nutrition, 65(3), 260–265.

(V)

Vamanu E., Vamanu A., Nita S., Colceriu S., (2011). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Ethanol Extracts of *Cynara Scolymus* (*Cynarae folium*, *Asteraceae* Family). Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 10(6), 777–783.

Vathsala M., Reginald W., Saili C., Graham F. et Françoise L.,(2023).The Anti-Listeria Activity of *Pseudomonas fluorescens* Isolated from the Horticultural Environment in New Zealand. Pathogens, 12(2),349.

Venugopala, K. N., Rashmi, V., &Odhav, B., (2013). Review on natural coumarin lead compounds for their pharmacological activity. BioMed Research International, 2013.

(W)

Wang L., Fan L., Zhao Z., Zhang Z., Jiang L., Chai M., Tian C., (2022). The *Capparis spinosa* var. *herbacea* genome provides the first genomic instrument for a diversity and evolution study of the *Capparaceae* family. GigaScience, 11, 1–14.

Wang M., Yuan X., & Xu L., (2023).Preliminary study on Bioassay of *Capparis spinosa L.* seed extract and seed germination .PeerJ, 11, 13

(Y)

Yang T., Wang C., Liu H., Chou G., Cheng X., & Wang Z., (2010). A new antioxidant compound from *Capparis spinosa*. *Pharmaceutical Biology*, 48(5), 589–594.

Yuan H., Ma Q., Ye L., Piao G., (2016). The traditional medicine and modern medicine from natural products. *Molecules*, 21(5).

(Z)

Zatout A. et al., (2022). Chemical composition analysis of essential oils of four plants from Aurès region of Algeria and their antibacterial and antibiofilm activities against coagulase-negative staphylococci. *African Journal of Clinical and Experimental Microbiology*, 23(3), 278–289

حمادي س.ر.، صالح ن.ص.، (2018)، دراسة التأثير المضاد للإحياء المهجريّة لأوراق الكبار *Capparis spinosa*، الزراعة العراقية البحثية 23(1).

Annexes

Annexe 1. Les souches utilisées pour l'évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique.

➤ Les souches bactériennes testées

- **Bactéries Gram (+) :**

- *Staphylococcus aureus* : Est un agent pathogène cliniquement important qui cause plusieurs maladies, ces espèces ont la capacité de produire des neutralisants des antibiotiques par la production des enzymes de dégradation (**Nour et al., 2023**).
- *Bacillus cereus* : Est une bactérie anaérobie et aérobie ou facultatif, en forme de bâtonnets, les spores des Bacillus sont capables de résister à d'importantes stress environnementaux (**Monika et al., 2023**).

- **Bactéries Gram (-) :**

- *Pseudomonas fluorescen* : Une bactérie en forme bâtonnets, mobiles avec plusieurs flagelles polaires, cette espèce est saprophytes, la plupart des souches sont aérobies obligatoires (**Vathsala et al., 2023**).
- *Escherichia coli* : Sont responsable de plusieurs infection y compris la diarrhée, les infection urinaires, le meningite (**Henrietta et al.,2023**), Elle aussi provoque des septicémie chez les nouveau-nés (**Gomes et al., 2023**).

➤ Les souches fongiques utilisée

- *Aspergillus niger* :


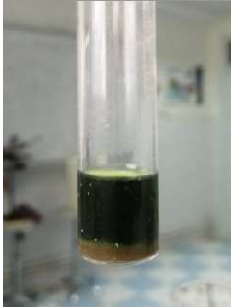

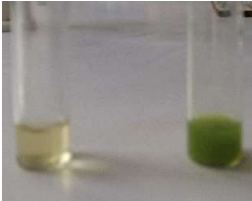
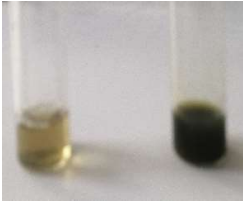

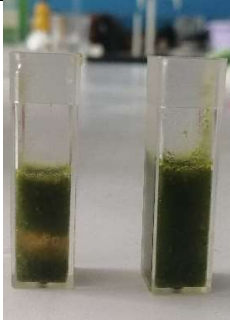

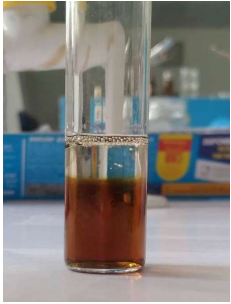

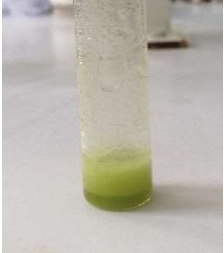
Sont des champignons filamenteux qui produit des hyphes ramifiées, et il responsable de la formation de moisissures noires qui peuvent entraîner des altération des source alimentaire, l'inhalation de spores peut entraîner une aspergillose pulmonaire, la diagnostic de l'aspergillus respiratoire reste problématique, entraîner des retards de traitement et de taux de mortalité élevée (**Allison et al., 2021**).

- **Penicillium spp**

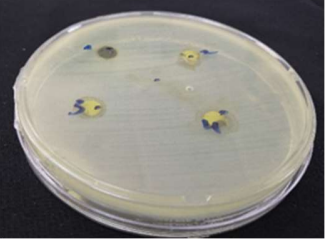
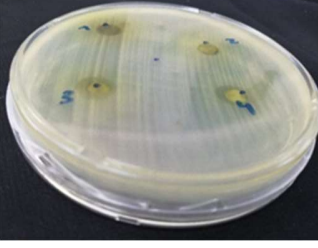
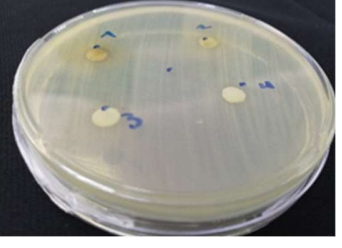
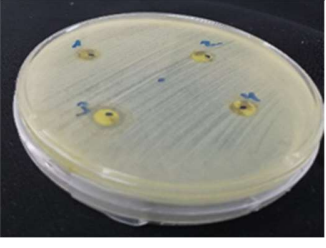

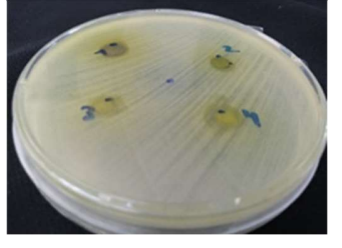
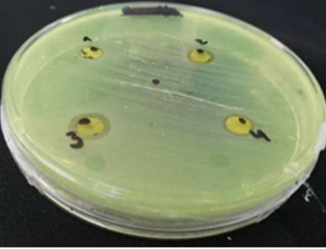
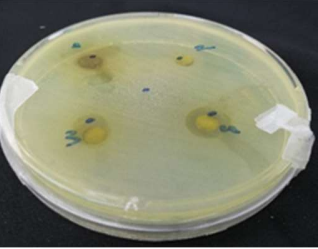

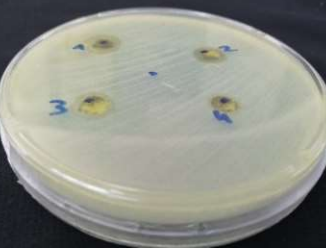


Ce sont des champignons à croissance rapide, produisant un grand nombre de spores exogènes à parois sèches facilement disséminées par l'air. En général, les espèces de

Penicillium sont strictement aérobies, Penicillium sont psychrotolérantes, certains sont à peine capables de croître à 37 °C, mais ils sont principalement mésophiliques avec une température optimale autour de 25 °C. La plupart des espèces de Penicillium sont capables de produire des mycotoxines (**Perrone et Susca, 2017**), Peuvent se trouver dans un large éventail d'habitats et il est considéré comme l'un des genres les plus communs de champignons capables de se développer sur les milieux de culture (**Alves *et al.*, 2022**).





Annexe 2. Quelques photographies illustrant la réalisation des tests phytochimiques.

	Avant	Après		
Composés réducteurs			Huiles essentielles	
Tannins			Mucilages	
Coumarines			Glycosides cardiaques	
Dérivés anthracéniques libres				

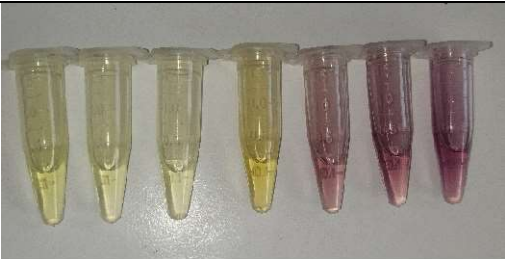
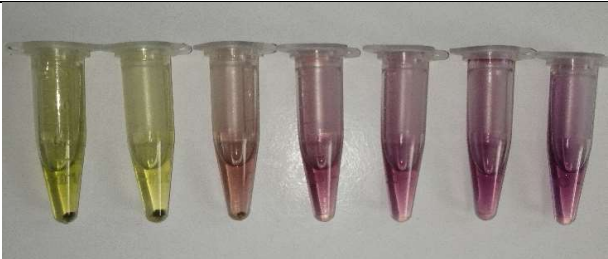
Annexe 3. Quelques photographies illustrant l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de *Capparis spinosa*.

	Extrait étheropétrolique	Extrait méthanolique	Extrait aqueux
<i>Staphylococcus aureus</i>			
	Extrait étheropétrolique	Extrait chloroformique	Extrait méthanolique
<i>Bacillus cereus</i>			
	Extrait chloroformique	Extrait méthanolique	Extrait aqueux
<i>Pseudomonas fluorescens</i>			
	Extrait étheropétrolique	Extrait chloroformique	Extrait aqueux
<i>Escherichia coli</i>			

Annexe 4. Quelques photographies illustrant l'évaluation de l'activité antifongique des extraits de *Capparis spinosa*.

	Extrait étheropétrolique	Extrait aqueux
<i>Aspergillus niger</i>		
	Extrait étheropétrolique	Extrait méthanolique
<i>Penicillium spp.</i>		

Annexe 5. Quelques photographies illustrant l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits de *Capparis spinosa*.

Extrait méthanolique	Extrait chloroformique
	

KHABTANE Amira

Date de soutenance :18-06-2023

BENABBES Ferial

Diplôme : Master académique en Microbiologie Appliquée

Thème : Évaluation de quelques activités biologiques des extraits de *Capparis spinosa* L. collectée de la région des Aurès (Djellal)

Résumé

L'objectif de ce travail consiste à évaluer quelques activités biologiques (antibactériennes, antifongiques et antioxydantes) des extraits organiques bruts (étheropétrolique, chloroformique, méthanolique) et d'un extrait non organique (aqueux) obtenus à partir des feuilles et des tiges de *Capparis spinosa* récolté de région de Djellal, Wilaya de Khenchela en utilisant la procédure d'extraction solide-liquide avec différents solvants de polarités variées.

Ces extraits ont été soumis à un criblage phytochimique, et ces tests préliminaires ont révélé la présence de glycosides cardiaques, mucilages, huiles essentielles et tannins, ainsi que l'absence de coumarine et de dérivés anthracéniques libres.

L'évaluation de l'activité antibactérienne a démontré que les extraits de *C. spinosa* présentaient une activité antibactérienne significative contre certaines souches bactériennes (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fluorescens* et *Escherichia coli*), ce qui souligne leur potentiel en tant qu'agents antimicrobiens.

En ce qui concerne l'activité antioxydante *vis-à-vis* du radical DPPH en utilisant un spectrophotomètre, les extraits de *Capparis spinosa* ont démontré une capacité élevée à neutraliser les radicaux libres, ce qui indique leur potentiel en tant qu'agents protecteurs contre le stress oxydatif.

De plus, sur milieu gélose PDA en utilisant la technique des disques, des tests ont été réalisés avec deux champignons, *Aspergillus niger* et *Penicillium spp*, ces extraits ont également montré une activité antifongique, ce qui suggère qu'ils pourraient être utilisés dans le traitement des infections fongiques. Donc les extraits de *Capparis spinosa* présentent des activités prometteuses en tant qu'agents antibactériens, antifongiques et antioxydants, ouvrant ainsi la voie à leur utilisation potentielle dans les domaines médical et pharmaceutique.

Mots clés : *Capparis spinosa*, les activités biologiques, Djellal.

Promotrice : Dr. KHEDDOUMA A.

(MCA) Univ. Abbès Laghrour - Khenchela

Devant le Jury

Présidente : Dr. DOUAOUYA L.

(MCA) Univ. Abbès Laghrour - Khenchela

Examinatrice : Dr. BOUTARFA S.

(MCB) Univ. Abbès Laghrour - Khenchela