



Université Mohamed khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine: science de la nature et de la vie

Filière: Sciences biologiques

Spécialité: Biochimie Appliquée

Réf. :

Présenté et soutenu par:

Fatiha GUEHMAME

Sihem AKSA

Le: mercredi 28 octobre 2020

Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne des écorces de racines du *Capparis spinosa* L.

Jury:

M.	Fateh GUEMMAZ	MAA	Université de Biskra	Président
Mme.	Asma MEDDOUR	MAA	Université de Biskra	Rapporteur
Mme.	Aicha MEDJADBA	MAA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire: 2019 - 2020

Remerciements

Louange au Dieu le tout puissant qui m'a accordé la foi, la volonte et le courage pour achever ce travail à terme.

Nous adressons le grand remerciement à notre encadreur Mme Meddour Asma pour ses conseils et ses précieuses orientations, ses encouragements, sa patience qu'elle n'a cessé de nos apporter tout au long de ce travail.

Les membres du jury, Recevez nos plus vifs remerciements pour avoir eu l'amabilité d'accepter de juger ce travail

Nous tenons également à remercier tous l'équipe de laboratoire

Merci à nos amies et nos collègues pour l'ambiance studieuse, fraternelle et sympathique qui ont toujours régné entre nous.

En fin, nos remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Avec l'aide de Dieu Tout-Puissant qui a tracé le chemin de nos vies pour nous, nous avons pu réaliser ce travail que nous avons dédié:

Aux nos parents

Aux nos frères, nos sœurs et nos familles

À tous ceux qui nous ont enseigné des connaissances utiles pendant le train d'étudier; aux nos profs.

Aux nos très chères amies (Bouthaina, Chaima et Imene)

À tous ceux qui aiment la science.

Sommaire

Liste des Tableaux.....	I
Liste des Figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction.....	1

Première partie : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ESPÈCE

1. présentation générale de l'espèce.....	3
1.1. Généralité.....	3
1.2. Classification botanique.....	3
1.3. Description botanique.....	4
1.4. Répartition et écologie.....	4
1.5. Usage traditionnelle.....	5
1.6. Activités biologiques.....	5
1.7. Composition phytochimique.....	6

Chapitre 2. MÉTABOLITES SECONDAIRES

2. Métabolites secondaires.....	7
2.1. Introduction.....	7
2.2. Classification des métabolites secondaires.....	7
2.2.1. Composés phénoliques.....	7
2.2.1.1. Biochimie.....	7

2.2.1.2. Biosynthèse.....	7
2.2.1.3. Principales composées phénoliques.....	8
2.2.2. Terpènes	9
2.2.2.1. Biochimie	9
2.2.2.2. Biosynthèse.....	9
2.2.3. Alcaloïdes et composés azotés	9
2.2.3.1. Alcaloïdes	9
A. Définition et structure.....	9
B. Biosynthèse.....	9
2.2.3.2. Glycosinolates	10
A. Définition et structure.....	10

Deuxième partie : PARTIE EXPÉRIMENTALE

Chapitre 3. MATÉRIELS ET MÉTHODES

3. Matériel et méthodes	11
3.1. Matériel	11
3.1.1. Matériel végétal.....	11
3.1.1.1. Récolte	11
3.1.1.2. Séchage	11
3.1.2. Matériels techniques.....	12
3.2. Méthodes	12
3.2.1. Préparation des extraits à partir des écorces des racines de <i>Capparis spinosa</i>	12
3.2.1.1. Broyage.....	13

3.2.1.2. Extraction avec des solvants à polarité croissante	13
3.2.1.3. Calcul du rendement	15
3.2.1.4. Conservation des extraits bruts	15
3.2.2. Les tests phytochimiques	15
3.2.2.1. Détection des alcaloïdes	15
3.2.2.2. Détection des flavonoïdes.....	16
3.2.2.3. Détection des tannins	16
3.2.2.4. Détection des glycosides.....	16
3.2.2.5. Détection des triterpènes.....	16
3.2.2.6. Détection des diterpènes	16
3.2.2.7. Détection des saponines.....	16
3.2.2.8. Détection des protéines.....	17
3.2.3. Etude de l'activité antibactérienne	17
3.2.3.1. Méthode de diffusion en milieu gélosé.....	17
3.2.3.2. Méthode de micro-dilution successive en milieu liquide	19

Chapitre 4. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

4. Résultats et discussions	22
4.1. Récolte.....	22
4.2. Séchage.....	22
4.3. Broyage	22
4.4. Extraction avec des solvants à polarité croissante	22
4.5. Calcul du rendement.....	23
4.6. Tests phytochimiques.....	24
4.7. Etude de l'activité antibactérienne	26
Conclusion	29

Référence bibliographique30

Annexes

Résumé

Liste des Tableaux

Tableau 1. Taxonomie de <i>Capparis spinosa</i> L. (Florence <i>et al.</i> , 2011).....	3
Tableau 2. Quelques composées importantes de <i>Capparis spinosa</i> L.	6
Tableau 3. Caractéristiques des extraits de la plante étudiée.	23
Tableau 4. Quelques composés que pourraient contenir les différents extraits préparés (Cowan, 1999).....	23
Tableau 5. Résultats des rendements par rapport à la matière sèche obtenus à partir des écorces des racines du <i>C. spinosa</i>	24
Tableau 6. Résultats des tests phytochimiques des extraits des écorces des racines du <i>C. spinosa</i> L.	25

Liste des Figures

Figure 1. Aspects morphologiques de <i>Capparis spinosa</i> (Thomé, 1885).	4
Figure 2. Distribution naturelle du Câprier en Afro-Eurasie (Inocenio <i>et al.</i> , 2006).	5
Figure 3. Hydrolyse des glycosinolates par la myrosinase (Montaut <i>et al.</i> , 2012).	10
Figure 4. Photo originale de <i>Capparis spinosa</i> L.	11
Figure 5. Matériel végétal.	12
Figure 6. Extraction de la poudre des écorces des racines de <i>Capparis spinosa</i> L. par des solvants à polarité croissante.	14
Figure 7. Principe de la méthode de diffusion par disque (Guinoiseau, 2010).	18
Figure 8. Représentation graphique du protocole de micro-dilution de bouillon (Pandey <i>et al.</i> , 2016).	20
Figure 9. Les racines de <i>Capparis spinosa</i> L.	Annexes
Figure 10. Détection des Alcaloïdes.	Annexes
Figure 11. Détection des Flavonoïdes.	Annexes
Figure 12. Détection des Glycosides.	Annexes
Figure 13. Détection des Tannins.	Annexes
Figure 14. Détection des Saponines.	Annexes
Figure 15. Détection des triterpènes.	Annexes
Figure 16. Détection des diterpènes.	Annexes
Figure 17. Détection des protéines.	Annexes

Liste des abréviations

Ep: extrait Etheropétrolique

Chl: extrait chloroformique

Eth: extrait éthanolique

MeOH: extrait méthanolique

DCM: extrait dichlorométhane

Pal: phénylalanine ammonia-lyase

C₄H: cinnamate 4 hydrolase

IPP: isopentyle diphosphate

DMAPP: diméthyl-allyl diphosphate

R: rendement

Mext: masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg

Méch: masse sèche de l'échantillon végétal en mg

CMI: concentration inhibitrice minimale

CMB: concentration bactéricide minimale

DMSO: diméthylsulfoxyde

GMH: gélose Muller Hinton

Introduction

Introduction

La résistance bactérienne aux antibiotiques est un problème majeur compliquant le traitement des infections bactériennes surtout par la dissémination des souches multi-résistantes (Ventola, 2015).

Pour cela, depuis quelques années, les recherches sont orientées vers la caractérisation de nouveaux agents antimicrobiens d'origine naturelle comme les peptides bactériens, les bactériophages et les molécules bioactives des plantes qui peuvent substituer les antibiotiques classiques ou agir d'une manière synergique avec ces derniers (Kordali *et al.*, 2008).

Les plantes médicinales sont devenues par la suite une source principale de découverte de nouveaux principes actifs, déjà environ 170000 molécules bioactives ont été identifiées à partir de plantes (Boutaghane, 2013). Les extraits de ces plantes sont des sources potentielles de nouveaux composés antimicrobiens, en particulier contre les bactéries pathogènes (Teinkela-Mbosso *et al.*, 2010).

Capparis spinosa ou le câprier est l'une des rares espèces arbustives qui présente autant de qualités avec de nombreux usages. En Algérie, le câprier couvre de vastes surfaces mais de manière éparse (Benseghir-Boukhari et Seridi, 2007). L'espèce *C. spinosa* a fait l'objet de plusieurs investigations chimiques, enregistrant la présence de nombreux types de métabolites secondaires (Anwar *et al.*, 2016). Et donc Il possède des qualités médicinales importantes utilisées dans la médecine traditionnelle (Benseghir-Boukhari et Seridi, 2007).

L'objectif de notre travail vis à démontrer la richesse des extraits des écorces des racines de *Capparis spinosa* en principes actifs et à évaluer leur activité antibactérienne sur un panel des bactéries en analysant des études antérieures.

C'est dans cette optique que notre étude a été scindée en trois parties :

- La première partie, Partie théorique comporte une description générale de la plante étudiée et les principales métabolites secondaires.
- La deuxième partie est expérimentale, elle consacrée à :

- ✚ La détermination de la présence des métabolites dans les écorces des racines de *Capparis spinosa* L. basé principalement sur la préparation des extraits, Etheropétrolique, chloroformique et éthanolique des écorces de ces racines et sur des test colorimétriques.
- ✚ L'évaluation de l'activité antibactérienne de différents extraits de différentes parties de l'espèce *Capparis spinosa* L. contre une variété de microorganismes. Par la réalisation de l'analyse de 15 articles scientifiques (Voir annexe 2), afin de présenter les différentes méthodes utilisées pour étudier l'activité antibactérienne de cette plante.
- Troisième partie, nous discutons les résultats obtenus lors de cette étude. Et le manuscrit se termine par une conclusion générale.

Synthèse bibliographique

Chapitre 1

Présentation générale de l'espèce

1. Présentation générale de l'espèce

1.1. Généralité

La flore méditerranéenne accueille des représentants de familles subtropicales ou tropicales, et parmi elles celles des capparidacées (Paccalet, 1981).

La petite famille des capparidacées est représentée en Algérie par le Câprier épineux (*Capparis spinosa* L.) (Lapie et Maige, 1914), qu'est une plante vivace arbustive spontanée, xérophyte et héliophile (Benseghir-Boukhari et Seridi, 2007).

1.2. Classification botanique

Capparis spinosa est communément connue sous plusieurs noms; le câprier en français, caper en anglais et Kabbar en arabe (Chedraoui *et al.*, 2017) et Taylalouth en tamazighte (Meddour, 2011).

Tableau 1. Taxonomie de *Capparis spinosa* L. (Florence *et al.*, 2011).

Règne	Plantae
Sous-règne	Viridaeplantae
Classe	Equisetopsida
Sous-classe	Magnoliidae
Ordre	Brassicales
Famille	Capparidaceae
Genre	<i>Capparis</i>
Espèce	<i>Capparis spinosa</i>

1.3. Description botanique

Capparis spinosa est un arbrisseau dressant avec des tiges flexueuses et épineuses portant des feuilles alternes, pétiolées, ovales-arrondies, lisses, vertes, et souvent un peu rougeâtre, avec des épines à la base. Les fleurs sont axillaires, solitaires, composées de quatre grands sépales verts et de quatre pétales blancs veinés de rose et de nombreuses étamines très longues et d'un très long pistil qui sort de la fleur. Le fruit est ovoïde oblong, peut atteindre 3 cm de long. Les graines sont noires, lisses, réniformes de 2 à 3 mm de longueur. Les racines sont charnues très développées et profondes (Inocenio *et al.*, 2006 ; Sher et Alyemeni, 2010 ; Al-Soqeer, 2011 ; Fici, 2014).

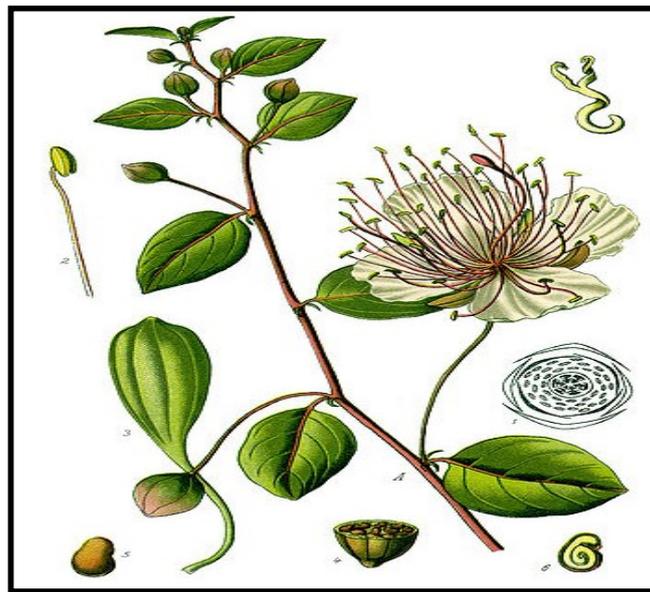


Figure 1. Aspects morphologiques de *Capparis spinosa* (Thomé, 1885).

1.4. Répartition et écologie

Le câprier est une plante vivace arbustive très répandue dans les pays du bassin méditerranéen, et dans les milieux secs le long du littoral d'Europe, d'Afrique du nord sur le partout du bassin méditerranéen jusqu'au sud de l'Asie et dans l'Australie (Benzidane, 2014).

Le câprier présente des caractéristiques morphologiques et physiologiques lui conférant une forte tolérance à la sécheresse. Il a donc la particularité de se développer sur les sols les plus ingrats et sur de fortes pentes, d'où son intérêt écologique contre l'érosion dans les zones arides.

et semi-arides. Il est signalé dans les stations les plus xérophiles (Maire, 1965 ; Ozenda, 1983 ; Kadik, 1986).

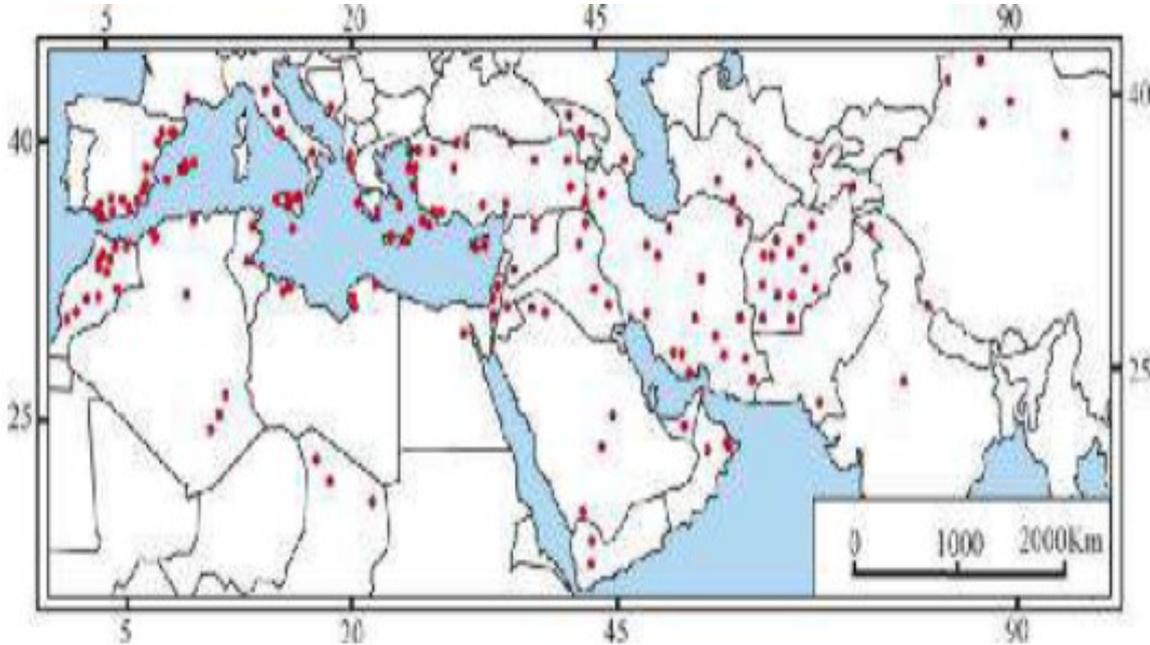


Figure 2. Distribution naturelle du Câprier en Afro-Eurasie (Inocenio *et al.*, 2006).

1.5. Usage traditionnelle

A l'antiquité, *C. spinosa* a été utilisée pour le traitement de paralysie chez les Romains et pour traiter le diabète chez les Marocains. Les égyptiens ont également utilisé les racines pour traiter les maladies du foie et des reins (Tlili *et al.*, 2011).

En Algérie, la population rurale utilise les câpres pour se nourrir et se soigner dans le Nord de Sétif, le Nord de Bordj Bou Arreridj et Mila, et l'écorce des racines de câprier connue pour soigner les rhumatismes (région de Sétif) (Benseghir-Boukhari et Seridi, 2007).

1.6. Activités biologiques

L'efficacité thérapeutique des organes de la plante, s'inspirant des références d'ethnobotanique, semble donner des résultats pour des traitements anticancéreux et anti-inflammatoires naturels (Benseghir-Boukhari et Seridi, 2007), L'effet anticancéreux est attribué à cette plante, du fait que l'extrait aqueux de ses bourgeons floraux ainsi que leurs huiles essentielles inhibent la prolifération de plusieurs lignées de cellules cancéreuses (Yu *et al.*, 2017).

L'activité antioxydant des extraits de *C. spinosa* a été démontrée par plusieurs études (Aichour, 2017 ; Wojdyło *et al.*, 2019). Selon Meddour (2013) les extraits Aq et MeOH ont une forte activité antiradicalaire liée au contenu en polyphénols

Les extraits de la racine de la plante ont montré également une activité analgésique chez les rats souffrants de la polyarthrite et d'ostéoarthrites (Maresca *et al.*, 2016).

Aghel *et al.* (2010) ont montré que l'extrait éthanolique des écorces des racines de *C. spinosa* est doté d'une activité hépatoprotectrice.

C. spinosa présente également des effets antidiabétiques, hypolipidémiques, anti-obésité (Eddouks *et al.*, 2004 ; Lemhadri *et al.*, 2007).

1.7. Composition phytochimique

Capparis spinosa est une source importante de différentes métabolites secondaires bioactives et d'intérêt pour l'humanité (Fadili *et al.*, 2017 ; Zhang et Ma, 2018).

Tableau 2. Quelques composées importantes de *Capparis spinosa* L.

La partie de <i>Capparis spinosa</i>	Composés identifiés	Référence
Racine	L'alcaloïde (Stachydrine) Des alcaloïdes de la spermidines Produits de dégradation des glucosinolates Glucosinolates	(Khatib <i>et al.</i> , 2016). (Fu <i>et al.</i> , 2008). (Afsharypuor <i>et al.</i> , 1998). (Satyanarayana <i>et al.</i> , 2008).
Partie aérienne	Terpènes Glycosinolates Vitamine E Alcaloïdes Les polyphénols	(Ascrizzi <i>et al.</i> , 2016). (Matthaus <i>et al.</i> , 2002). (Matthaus <i>et al.</i> , 2005). (Yang <i>et al.</i> , 2010). (Wojdyło <i>et al.</i> , 2019).

Chapitre 2

Métabolites Secondaires

2. Métabolites secondaires

2.1. Introduction

Les végétaux produisent des substances chimiques de structures variées comme les métabolites primaires et secondaires (Edeas *et al.*, 2007).

Les métabolites primaires sont des molécules organiques qui se trouvent dans toutes les cellules de l'organisme d'une plante pour y assurer sa vie. Ils sont produits généralement en grande quantité mais représentés par un petit nombre de familles (les glucides, les lipides, les acides aminés et les acides nucléiques). Au contraire; Les métabolites secondaires sont des produits, à structure chimique souvent complexe, très dispersés et très différents selon les espèces (Cuendet, 1999), très nombreux et variés mais produits souvent en très faibles quantités. Ils sont synthétisés en réponse aux contraintes de l'environnement et permettent à la plante de se défendre contre les pathogènes ou prédateurs (Morot-Gaudry et Prat, 2012). Ces molécules représentent également une source importante de produits pharmaceutiques actifs (Bourgaud *et al.*, 2001).

2.2. Classification des métabolites secondaires

2.2.1. Composés phénoliques

2.2.1.1. Biochimie

Les composés phénoliques sont des substances présentes dans tous les végétaux et dans tous les organes de la plante, ils possèdent un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles (Naczka et Shahidi, 2003 ; Barboni, 2006 ; Sun *et al.*, 2011).

2.2.1.2. Biosynthèse

La plupart des composés phénoliques sont issus de deux acides aminés essentiels : la phénylalanine et la tyrosine. Ces acides aminés sont synthétisés à partir de la voie de l'acide shikimique. Les précurseurs sont des sucres issus du cycle des pentoses et du cycle de Calvin (Benhamou, 2009).

La première étape de la biosynthèse des composés phénoliques est la désamination de la phénylalanine catalysée par l'enzyme clé phénylalanine ammonia-lyase (PAL). En résulte la synthèse de l'acide cinnamique qui est hydroxylé, réaction catalysée par la cinnamate 4

hydroxylase (C4H), pour former l'acide p-coumarique, principal précurseur de la majorité des composés phénoliques (Mathilde, 2013).

2.2.1.3. Principales composées phénoliques

On peut distinguer les différentes classes de polyphénols en se basant d'une part, sur le nombre d'atomes constitutifs et d'autre part, sur la structure du squelette de base (Harborne et Williams, 2000):

✓ Les acides phénoliques

Les acides hydroxybenzoïques : Ces acides sont très communs aussi bien sous forme libre que sous forme combinée à l'état d'esters ou hétérosides (Skerget *et al.*, 2005 ; Bruneton, 2008).

Les acides hydroxycinnamiques : dont les plus abondants sont l'acide p-coumarique, l'acide caféique et l'acide férulique (Macheix *et al.*, 2005).

✓ les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont définis par leur squelette de base constitué de deux cycles aromatiques à 6 atomes de carbone connectés entre eux par un hétérocycle à 3 atomes de carbone (C6-C3-C6) (Bovy *et al.*, 2007). Selon les modifications de l'hétérocycle, ces composés sont regroupés en divers sous-groupes incluant les anthocyanidines, les flavonols, les flavones, les flavanols, les flavanones, les chalcones, les isoflavonoïdes (Treutter, 2006).

✓ Les lignines

Les lignines sont des polymères principaux composants du bois avec la cellulose et l'hémicellulose (Martone *et al.*, 2009).

✓ Polyphénols complexes (tanins)

Les tanins représentent une classe très importante de polyphénols localisés dans les vacuoles (Aguilera-Carbo *et al.*, 2008). On distingue : les tanins hydrolysables : ce sont des esters du D-glucose et de l'acide gallique ou de ses dérivés, en particulier l'acide ellagique (Cowan, 1999 ; O'Connell et Fox, 2001), et les tannins condensés : les tannins condensés ou les proanthocyanidines sont des polymères constitués d'unités flavane reliées par des liaisons entre les carbonnes C4 et C8 ou C4 et C6 (Bruyne *et al.*, 1999 ; O'Connell et Fox, 2001).

2.2.2. Terpènes

2.2.2.1. Biochimie

Le terme terpénoïde désigne un ensemble de substances présentant le squelette des terpènes, unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C₅H₈) dérivées du 2-méthylbutadiène (Bakkali *et al.*, 2008), avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide...etc.) (Cram et Mahmoud, 1968).

Leur classification est basée sur le nombre de répétitions de l'unité de base isoprène : hémiterpènes (C₅), monoterpènes (C₁₀), sesquiterpènes (C₁₅), diterpènes (C₂₀), sesterpènes (C₂₅), triterpènes (C₃₀), tetraterpènes (C₄₀) et polyterpènes (Malecky, 2008).

2.2.2.2. Biosynthèse

Tous les terpènes sont synthétisés à partir du même précurseur, l'isopentyle diphosphate (IPP) et son isomère diméthyl-allyl diphosphate (DMAPP). Ces deux derniers sont synthétisés à partir de deux voies différentes ; la voie cytosolique et la voie chloroplastique (Ejaz *et al.*, 2017).

2.2.3. Alcaloïdes et composés azotés

2.2.3.1. Alcaloïdes

A. Définition et structure

Les alcaloïdes sont des substances organiques le plus souvent d'origine végétale, azotées, basiques et douées à faible dose de propriétés physiologiques marquées (Zenk et Juenger, 2007). Ils portent tous la terminaison « ine » (Paris et Hurabielle, 1981). La plupart des alcaloïdes sont censés pour fonctionner comme des éléments défensifs contre les prédateurs, particulièrement les mammifères en raison de leur toxicité (Hartmann, 1991).

D'un point de vue biologique, les alcaloïdes présentent diverses activités à faible dose, analgésiques (morphine), anesthésiques locaux (cocaïne), antibactérienne, anticancéreuse... (Hocquemiller *et al.*, 1982).

B. Biosynthèse

Dans ces composés, le groupe contenant l'azote a été en général transformé en un hétérocycle, à travers de diverses voies réactionnelles, à partir de la molécule aliphatique d'un acide aminé, et il leur confère un caractère basique. A part la chaîne carbonée d'un acide aminé aliphatique, d'autres éléments peuvent entrer dans la structure moléculaire des alcaloïdes, en

particulier des groupes méthyle et acétyle, des unités en C5 et C10 (isoprène, monoterpène), des dérivés de l'acide cinnamique (unité C6 C3) et des composés phénoliques (C6 C1). Il y a souvent deux ou plusieurs atomes d'azote dans la molécule (Richter, 1993).

2.2.3.2. Glycosinolates

A. Définition et structure

Les glycosinolates sont des produits naturels contenant du soufre. La structure générale possède une unité β -D-glucopyrano connectée à une fonction Z-thiohydroximate anomérique dont l'oxygène est sulfaté et a une chaîne latérale R qui est la seule variable structurale (Rollin et Tatibouët, 2011).

Lorsque les cellules de ces plantes sont endommagées, les glycosinolates sont dégradés par l'enzyme myrosinase, et libérant ainsi de nombreuses molécules : des isothiocyanates (ITCs), aussi des nitriles, des thiocyanates et des oxazolidinethiones, selon la structure du glycosinolates (GL) de départ et les conditions physicochimiques de l'hydrolyse (Montaut *et al.*, 2012).

Les glycosinolates intacts sont relativement inertes, les produits d'hydrolyse par la myrosinase présentant une certaine activité biologique. Les isothiocyanates sont notamment connus parmi des agents chimiopréventifs efficaces (Hecht, 2000).

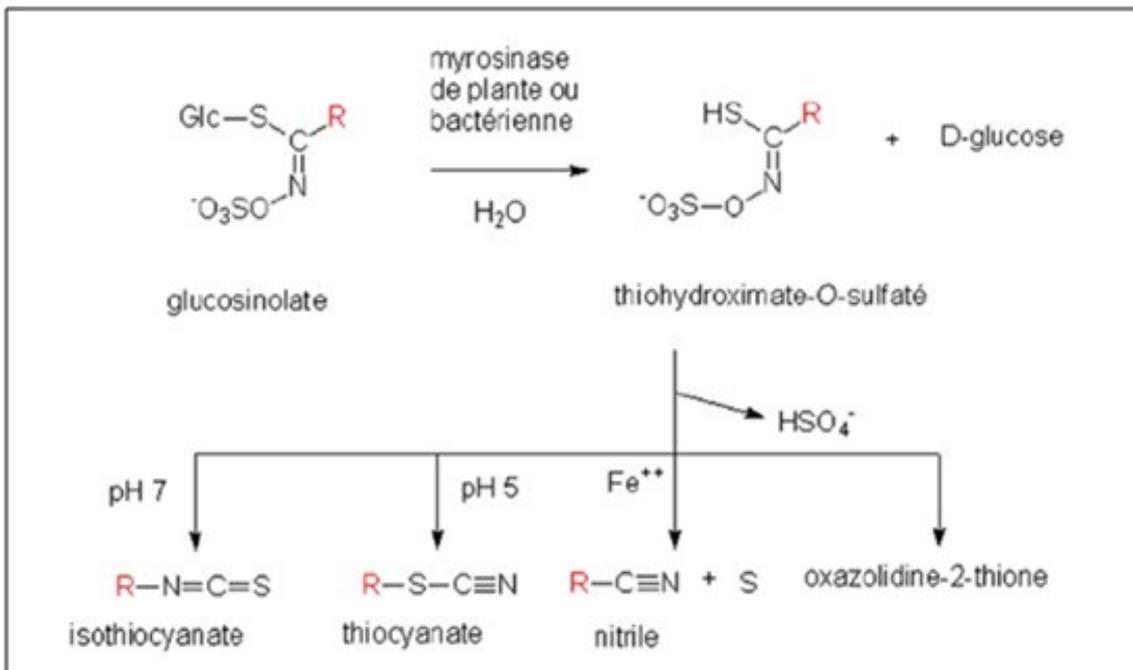


Figure 3. Hydrolyse des glycosinolates par la myrosinase (Montaut *et al.*, 2012).

Partie Expérimentale

Chapitre 3

Matériel et Méthodes

3. Matériel et méthodes

3.1. Matériel

3.1.1. Matériel végétal

3.1.1.1. Récolte

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail, comporte les écorces des racines de *Capparis spinosa* L. récoltées de région de Tigharghar wilaya de Batna en février 2020.



Figure 4. Photo originale de *Capparis spinosa* L.

3.1.1.2. Séchage

Les parties racinaires fraîchement récoltées, elles ont été nettoyées et séchées à l'air libre et à l'abri de la lumière et de l'humidité dans un endroit sec avec une circulation naturelle de l'air, afin de déshydrater les racines de façon à abaisser sa teneur en eau, et de préserver au maximum l'intégrité des molécules.

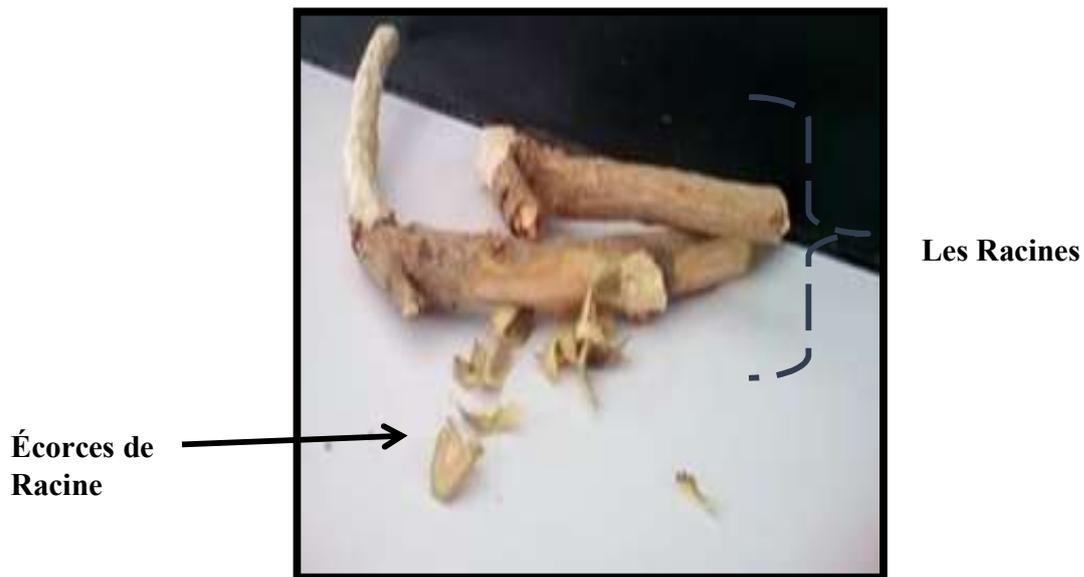


Figure 5. Matériel végétal.

3.1.2. Matériels techniques

Mortier (broyeur mécanique)

Balance

Eprouvettes graduées de différents volumes

Agitateur magnétique

Entonnoirs

Ballons de 500ml

Erlenmeyers et béciers de différent volume

Etuve

Tubes à essai

Evaporateur rotatif

Papier filtre

Pince

3.2. Méthodes

3.2.1. Préparation des extraits à partir des écorces des racines de *Capparis spinosa* L.

La préparation des extraits se fait à partir du matériel végétal broyé et par macération.

3.2.1.1. Broyage

Après le séchage des écorces des racines. Le matériel végétal a été broyé à l'aide d'un broyeur mécanique afin d'obtenir une plus grande surface de contact entre la drogue et les solvants extracteurs, et donc un rendement mieux.

3.2.1.2. Extraction avec des solvants à polarité croissante

L'extraction organique avec des solvants à polarité croissante, est effectuée par macération, selon la méthode de Diallo *et al.* (2004).

Les extraits ont été obtenus par extractions successives avec des solvants, en fonction de l'ordre croissant de leur polarité. Dans cet ordre, nous avons employé l'éther de pétrole, le chloroforme et l'éthanol.

➤ Macération

La macération est une opération qui consiste à laisser la poudre du matériel végétal en contact prolongé avec un solvant pour en extraire les principes actifs. C'est une extraction qui se fait à température ambiante (Lagnika, 2005).

➤ Principe

Cinquante g de la poudre végétal est initialement extraite par l'éther de pétrole, le mélange est soumis à une agitation mécanique pendant 24h à température ambiante. Après décantation, le surnageant est filtré à l'aide d'un papier filtre. Le marc résiduel subi une deuxième et une troisième extraction avec le chloroforme, puis l'éthanol successivement de la même façon et dans les mêmes conditions.

A la fin d'extraction, les extraits organiques etheropétrolique, chloroformique et Extrait éthanolique (Ep, Chl, Eth respectivement) ont été concentrés sous vide à 37°C, 40°C et 50°C respectivement.

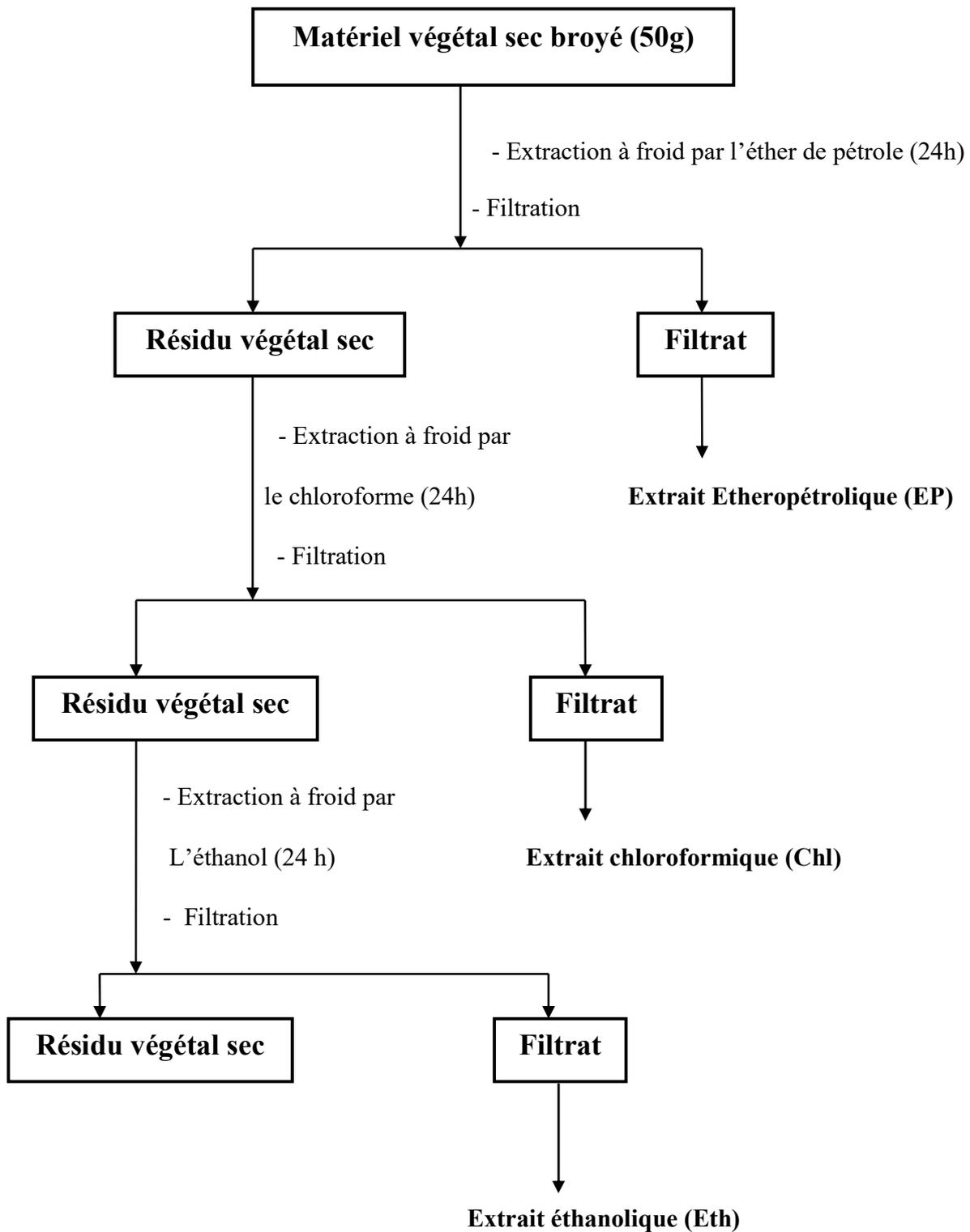


Figure 6. Extraction de la poudre des écorces des racines de *Capparis spinosa* L. par des solvants à polarité croissante.

3.2.1.3. Calcul du rendement

Le rendement R est déterminé par le rapport du poids de l'extrait sec après évaporation sur le poids de matière végétale sec utilisé pour l'extraction, multiplié par 100, selon formule donnée par Falleh *et al.* (2008) :

$$R \% = M_{\text{ext}} / M_{\text{éch}} \times 100.$$

R: est le rendement en %.

M_{ext} : est la masse de l'extrait après évaporation du solvant en mg.

$M_{\text{éch}}$: est la masse sèche de l'échantillon végétal en mg.

3.2.1.4. Conservation des extraits bruts

Les extraits bruts conservés à 37C°, dans des flacons en verre brun fermés hermétiquement pour la préserver de l'air et de la lumière.

3.2.2. Tests phytochimiques

Le criblage phytochimique consiste à réaliser des tests phytochimiques qualitatifs, basés sur des réactions de coloration ou de précipitation plus ou moins spécifiques à chaque classe des principes actifs. En effet, la première étape était la recherche des grandes classes de composés chimiques appartenant aux métabolismes secondaires de la plante étudiée (Trease et Evans, 1987).

Les groupes phytochimiques recherchés dans les trois extraits (Ep, Chl, Eth) utilisés au cours de ces tests sont :

3.2.2.1. Détection des alcaloïdes

1 ml de chaque extrait ont été traité avec des gouttes de réactif de Mayer (solution de mercuri-iodure de potassium) selon la méthode de Tiwari *et al.* (2011). La formation de précipité jaunâtre témoigne la présence d'alcaloïdes.

3.2.2.2. Détection des flavonoïdes

1 ml de chaque extrait ont été traité avec des gouttes de solution de chlorure d'aluminium (2%) selon la méthode de Quettier *et al.* (2000). La présence des flavonoïdes dans les extraits est indiquée par la formation de couleur jaunâtre.

3.2.2.3. Détection des tannins

Dans les trois extraits bruts, l'ajouté de 1 à 2 gouttes de chlorure ferrique permet de détecter la présence des tanins. La couleur bleue résultante indique le résultat positif (Savithramma *et al.*, 2011).

3.2.2.4. Détection des glycosides

0.5 ml de l'acide acétique et 0.5 ml de l'acide sulfurique ont été ajoutés à l'extrait brut de la plante. La coloration rougeâtre a montré la présence de glycoside dans l'échantillon (Sheel *et al.*, 2014).

3.2.2.5. Détection des triterpènes

Deux ml de chaque extrait ont été traités avec du chloroforme et ont filtré. Des filtrats ont été traités avec peu de gouttes d'acide sulfurique concentré. L'apparence de couleur jaune d'or indique la présence des triterpènes selon la méthode standard de Tiwari *et al.* (2011).

3.2.2.6. Détection des diterpènes

Deux ml de chaque extrait ont été dissous dans l'eau et traité avec 3 à 4 gouttes de la solution d'acétate de cuivre, la formation de couleur verte indique la présence des diterpènes (Tiwari *et al.*, 2011).

3.2.2.7. Détection des saponines

Leur détection est réalisée en ajoutant 2 ml de l'eau à 0.5 ml de chaque extrait, après l'agitation, si la mousse produite persiste pendant dix minutes elle indique la présence des saponines selon la méthode standard de Tiwari *et al.* (2011).

3.2.2.8. Détection des protéines

2 ml de chaque extrait ont été traités avec des gouttes d'acide nitrique. La formation de couleur jaune indique la présence des protéines selon la méthode standard de Tiwari *et al.* (2011).

3.2.3. Etude de l'activité antibactérienne

Ces dernières années, il y a eu un grand intérêt pour la découverte de nouveaux agents antimicrobiens, due à une augmentation alarmante du taux des infections avec les micro-organismes résistants aux antibiotiques. Une des approches courantes pour la recherche des substances biologiquement actives est le criblage systématique des micro-organismes ou des plantes, qui sont des sources de beaucoup d'agents thérapeutiques utiles. En particulier, L'activité antimicrobienne d'huiles essentielles et des extraits de plantes ont formé la base de beaucoup d'applications, y compris, pharmaceutiques, médicales et agro-alimentaires (Abedini, 2013).

Les méthodes d'évaluation de l'activité antimicrobienne des extraits des plantes peuvent être classées en méthodes de dilution qui génèrent des résultats de concentration minimale inhibitrice (CMI) et méthodes de diffusion de disque qui génèrent un résultat de diamètre de zone (Jorgensen et Turnidge, 2015).

L'effet antimicrobien de différents extraits de différentes parties de l'espèce *Capparis spinosa* L. a été testé contre une variété de microorganismes.

3.2.3.1. Méthode de diffusion en milieu gélosé

L'étude réalisée par Proestos *et al.* (2006) ; Rathee *et al.* (2010) ; Upadhyay *et al.* (2010) ; Bouriche *et al.* (2011) ; Meddour *et al.* (2013) ; Gull *et al.* (2015) ; Tagnaout *et al.* (2016) ; Benachour *et al.* (2020) sur l'activité antimicrobienne des extraits ont été déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé. Cette méthode consiste à préparer d'abord l'inoculum, ensuite la gélose a étéensemencée par la suspension servant d'inoculum. Des disques stériles (6 mm), additionnés de concentrations croissantes d'extraits, ont été placés sur la gélose inoculée. Les boîtes de Pétri ont été incubées pendant 24 heures à 37°C. Après l'incubation, le diamètre de la zone est mesuré en millimètre.

Les disques imprégnés de DMSO ou de l'eau distillée stérile ont été utilisées comme témoins négatives et les antibiotiques (l'amoxicilline, la ciprofloxacine et la céfoxitine...) ont été utilisés comme références positives pour les bactéries.

L'activité antibactérienne a été évaluée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition de la croissance en mm pour les micro-organismes d'essai par rapport aux témoins (Upadhyay *et al.*, 2010 ; Bouriche *et al.*, 2011 ; Meddour *et al.*, 2013 ; Gull *et al.*, 2015 ; Tagnaout *et al.*, 2016). Benachour *et al.* (2020) ont classé La sensibilité à l'extrait par diamètre des halos d'inhibition comme suit: non sensible (-) pour un diamètre inférieur à 8 mm; sensible (+) pour diamètre 9-14 mm; très sensible (++) pour un diamètre de 15 à 19 mm et extrêmement sensible (+++) pour un diamètre supérieur à 20 mm. Alors que Proestos *et al.* (2006) ont estimées les zones d'inhibition en prenant des photos des boites de Petrie avec un appareil photo SONY et traitées à l'aide du logiciel Impuls Vision XL 2.5. Chaque diamètre de la zone d'inhibition a été mesuré trois fois et la moyenne a été prise.

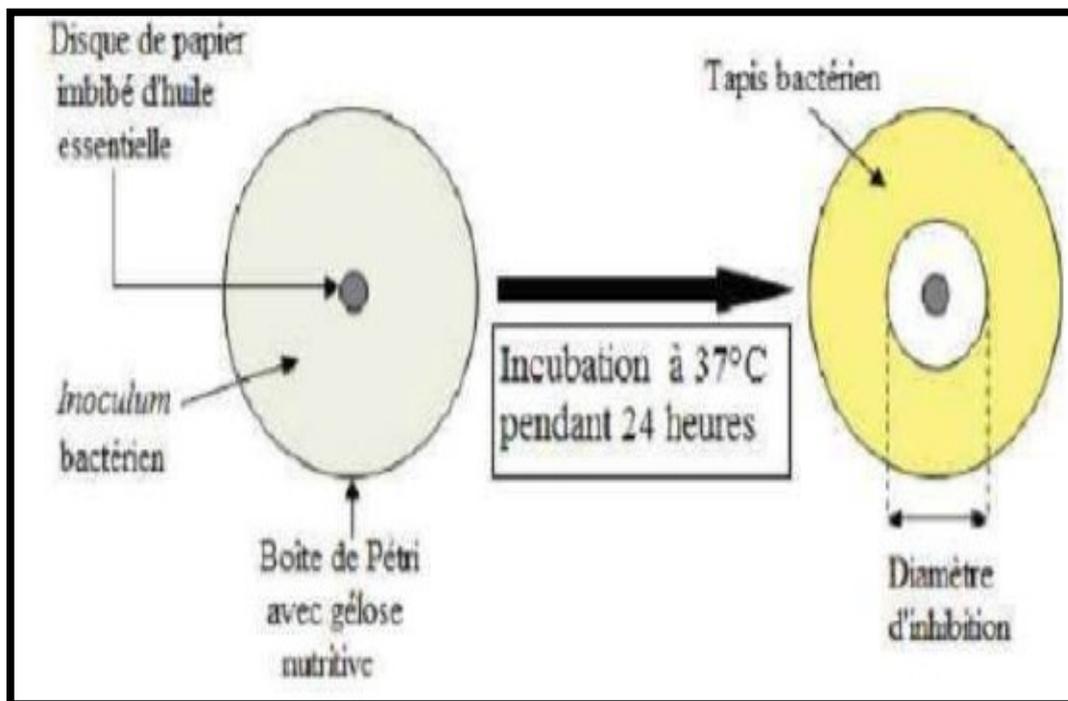


Figure 7. Principe de la méthode de diffusion par disque (Guinoiseau, 2010).

Sini *et al.* (2011) ; Orooba (2012) ; Fadlelmula *et al.* (2019) ont étudié l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion sur gélose. Le milieu nutritif gélose inoculé avec les souches de bactéries ont été transférées de manière aseptique dans chaque boîte de Pétrie stérilisée et laissé se solidifier. Dans chaque boîte, des puits (6 mm de diamètre) ont été réalisés sur la surface de la gélose et le fond des puits est obturé par une goutte de gélose pour limiter la diffusion de l'extrait sous la gélose. Ensuite, L'échantillon a été placé dans les puits. Ceux-ci ont

été incubés à 37 ° C pendant 24 h. Des disques standards d'antibiotiques ont été utilisés comme contrôles positifs et les solvants comme contrôle négative. L'activité antimicrobienne a été exprimée en termes de diamètre des zones d'inhibition mesurées.

Après le test de l'effet des extraits contre les bactéries, Sini *et al.* (2011) ont déterminé la concentration minimale inhibitrice (CMI) par des dilutions en série à partir des extraits qui ont montré une activité antimicrobienne.

3.2.3.2. Méthode de micro-dilution successive en milieu liquide

Bouriche *et al.* (2011) ; Mahboubi et Mahboubi (2014) ; Gull *et al.* (2015) ; Ennacerie *et al.* (2017) ; Gültepe *et al.* (2019) ; Saeidi *et al.* (2019) ont évalué l'activité antibactérienne des extraits de la plante par la méthode de micro-dilution successive en milieu liquide. Cette technique permet de déterminer deux paramètres fondamentaux, la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration bactéricide minimale (CMB). Les deux valeurs sont définies comme suit, La CMI est la concentration minimale d'extrait qui inhibe la croissance de 90% des bactéries et la CMB est la concentration la plus faible de l'extrait qui laisse au plus 0,01% de germes survivants.

Alors Ennacerie *et al.* (2017) ont évalué l'effet antibactérien selon le rapport MBC / MIC : Si le MBC / MIC <4 l'effet est bactéricide, et si le CMB / MIC > 4 l'effet est bactériostatique (Bouharb *et al.*, 2014).

Afin de déterminer la concentration minimale inhibitrice (CMI) d'extraits de plantes, un volume de bouillon MH a été distribué dans tous les puits de microplaques 96 puits. Puis le même volume de la solution mère de l'extrait à être testés est ajouté au premier puits de chaque ligne à partir de laquelle une série de dilutions ont été faites. Cette technique repose sur l'utilisation d'un émulsifiant ou un solvant dans le milieu d'essai pour assurer le contact entre les microorganismes d'essai et l'agent de l'expérience, les plus utilisés sont tween 80, tween 20, éthanol et le DMSO. Chaque puits est ensuiteensemencé avec un volume de la suspension bactérienne. Les microplaques sont ensuite incubées à 37 ° C pendant 18-24 heures. Après l'incubation, la mesure de la turbidité peuvent être déterminés par l'utilisation d'un indicateur de viabilité cellulaire (le colorant de résazurine). La plaque est alors ré-incubés pendant 10 à 30 min à 37 ° C.

➤ Le test à la résazurine

La résazurine est un indicateur de réduction de l'oxydation utilisé pour l'évaluation de la croissance cellulaire. C'est un colorant bleu non-fluorescent et non toxique qui devient rose et fluorescent lorsqu'il est réduit à la résorption des oxydoréductases dans les cellules viable (Sarker *et al.*, 2007).

Pour la détermination de la concentration bactéricide minimale (CMB) le contenu des puits dans lesquels aucune croissance n'a été observée a été récolté et ensemencés sur gélose Mueller-Hinton à partir du puits (Yao *et al.*, 2016).

Chaque plaque avait un ensemble de contrôles: une colonne avec de l'antibiotique (comme : ciprofloxacine et l'amoxicilline) comme contrôle de croissance négative, le contrôle de croissance positif, des puits contenant micro-organisme suspensions et du milieu de culture sans le composé à tester (l'extrait).

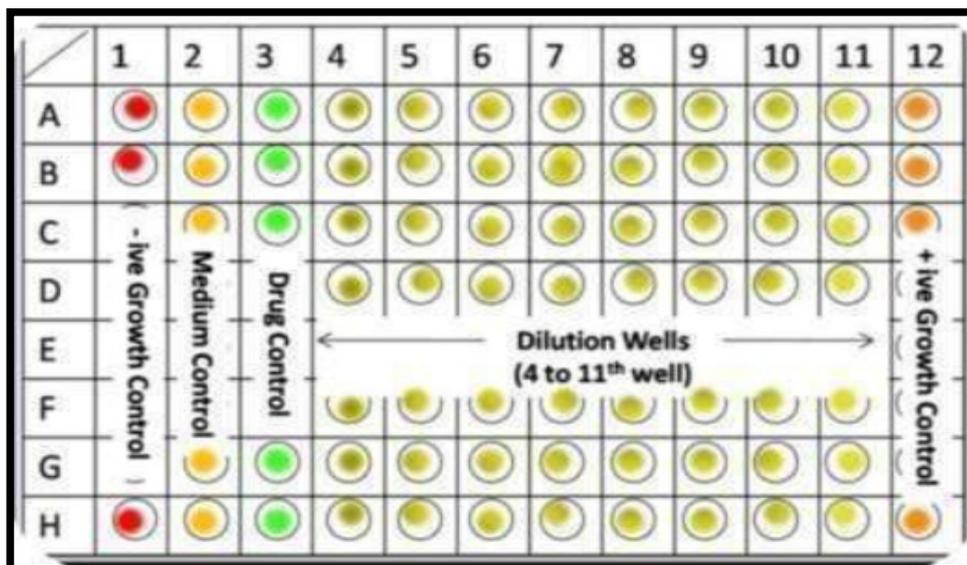


Figure 8. Représentation graphique du protocole de micro-dilution de bouillon (Pandey *et al.*, 2016).

Ennacerie *et al.* (2017) ont testé la synergie entre extraits et antibiotiques par la méthode de diffusion sur disque. Pour ce but et après l'inondation des boîtes avec l'inoculum, un disque saturé de 20µl de l'extrait et deux disques des antibiotiques sont déposés à la surface de l'agar. Pour évaluer l'effet de combinaison, 20 µl d'extrait sont ajoutés à l'un des disques de chaque

antibiotique. Les boîtes de Pétri sont ensuite laissées une heure à température ambiante puis incubées à 37 ° C pendant 18 à 24 heures. Après incubation, le diamètre d'inhibition est mesuré en millimètres avec disque inclus.

L'interaction de l'antibiotique et de l'extrait peut produire quatre principaux types d'effets:

1. Indifférence: l'activité de l'extrait n'a aucune influence sur l'activité de l'antibiotique;
2. Addition: l'effet de l'association est égal à la somme des effets produits par chacun des agents pris séparément;
3. Synergie: l'effet de l'association est supérieur à la somme des effets produits par chaque agent pris séparément;
4. Antagonisme: l'effet de la combinaison est inférieur à la somme des effets produits par chacun des antibiotiques pris séparément (Ocampo *et al.*, 2014).

Chapitre 4

Résultats et Discussions

4. Résultats et discussions

4.1. Récolte

La composition chimique d'une drogue végétale varie avec le cycle végétatif de la plante; les variations peuvent être qualitatives: apparition d'un principe actif et disparition d'un autre. Elles peuvent être quantitatives, la teneur en principe actifs peut passer par un maximum et décroître ensuite rapidement (Cécile, 1993).

4.2. Séchage

Le séchage est une opération caractérisée par les transferts couplés de chaleur, de masse et de quantité de mouvement (Gevaudan, 1989 ; Djerroud, 2010).

Le séchage des plantes a pour intérêts d'alléger le produit et de permettre sa conservation par diminution de l'activité de l'eau (Ouafi *et al.*, 2015).

4.3. Broyage

Le broyage est une opération unitaire visant à fragmenter un matériau pour en réduire la taille afin de séparer les constituants (Chamayou et Fages, 2003).

4.4. Extraction avec des solvants à polarité croissante

La préparation des extraits des écorces des racines de *Capparis spinosa* L. est réalisée par l'utilisation d'une série de solvants à polarité croissante selon la méthode de Diallo *et al.*, (2004). (Éther de pétrole → chloroforme → éthanol) permettant ainsi la séparation des composés selon leur degré de solubilité dans les solvants d'extraction.

Cette extraction a permis d'obtenir trois extraits de couleur et d'aspect différents (tableau 3) qui sont : L'extrait Etheropétrolique (l'extrait le plus apolaires), l'extrait chloroformique (l'extrait le moyennement polaire) et l'extrait éthanolique (l'extrait le plus polaire)

Tableau 3. Caractéristiques des extraits de la plante étudiée.

Extrait	Couleur	Aspect
Ep	Vert foncé	souple
Chl	Marron	Pâteux et doux
Eth	Vert foncé	cireux

Les principaux composés que pourraient contenir les différents extraits préparés selon le solvant utilisé sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Quelques composés que pourraient contenir les différents extraits préparés (Cowan, 1999).

solvants	Composés phytochimiques
éthanol	Anthocyanes -Flavones -Phenones -saponines -Alcaloïdes -Terpénoïdes
Chloroforme	-Terpénoïdes -Flavonoïdes
Ether	-Alcaloïdes -Terpénoïdes -Coumarine -Acide gras

4.5. Calcul le rendement

Les rendements obtenus, exprimés par rapport à la masse des écorces des racines sèches mise au départ sont présentes dans le tableau (5).

Tableau 5. Résultats des rendements par rapport à la matière sèche obtenus à partir des écorces des racines du *C. spinosa*.

Extrait	Rendement (%)
Ep	0.8
Chl	12.36
Eth	4.5

Les résultats présentés dans le tableau 5 ont montré que parmi les trois extraits, l'extrait moyennement polaire (Chl) représentait le rendement le plus élevé de 12,36%, suivi de l'extrait polaire (Eth) 4,5%. Alors que l'extrait non polaire (Ep) avait le rendement le plus faible 0,8%.

Un faible rendement dans l'extrait non polaire indique que nos échantillons contiennent une faible quantité de molécules apolaires.

4.6. Tests phytochimiques

Le criblage phytochimique des écorces des racines de la plante étudiée a révélé la présence de certains groupes chimiques, détectés à l'aide de réactifs spéciaux et caractérisés par des changements chromatiques, de l'intensité du précipité et de turbidité.

La première évaluation de notre plante a montré son confinement à des composants chimiques mentionnés dans le tableau ci-dessous (Tableau 6) (Voir annexe 1).

Tableau 6. Résultats des tests phytochimiques des extraits des écorces de racines du *C. spinosa*

Groupe chimique	Extrait	Résultats des réactions en tube
Flavonoïdes	Ep	-
	Chl	+++
	Eth	++
Alcaloïdes	Ep	+++
	Chl	++
	Eth	+
Tannins	Ep	-
	Chl	-
	Eth	-
Triterpènes	Ep	-
	Chl	+++
	Eth	++
Diterpènes	EP	+
	Chl	+++
	Eth	++
Glycosides	Ep	+++
	Chl	+++
	Eth	++
Protéines	Ep	-
	Chl	+++
	Eth	+
Saponines	Ep	+
	Chl	+++
	Eth	+

- : Test négatif ++ : Test positif + : Test faiblement positif +++ : Test fortement positif

A l'égard des résultats obtenus, la présence des flavonoïdes et d'alcaloïdes dans les écorces des racines du *C. spinosa* L. est évidente, ce qui est confirmé par Khanfar *et al.* (2003) ; Satyanarayana *et al.* (2008) ; Mahboubi et Mahboubi (2014).

La couleur bleue n'apparaît pas, cela indique l'absence des tanins dans les extraits, ce qui est en accord avec les résultats obtenus par Sharaf *et al.* (2000) ; Panico *et al.* (2005) ; Rajesh *et al.* (2009) ; Meddour *et al.* (2019).

Les travaux antérieurs réalisés par Al-Said *et al.* (1988), ont démontré la présence des saponines, des triterpènes et des diterpènes ce qui comparable à nos résultats.

Arslan *et al.* (2010) disent que les principaux constituants du *C. spinosa* et de la famille des Capparidaceae en générale, sont les flavonoïdes, les alcaloïdes, les lipides et les glycosinolates.

Les extraits polaires et moyennement polaires montrent une présence des métabolites secondaires plus importante que les extraits apolaires.

Les tests phytochimiques montrent la présence aussi des métabolites primaires tels que les glycosides, les protéines dans nos échantillons, le résultat est positif indiquant la richesse des écorces des racines en métabolites primaires.

4.7. Etude de l'activité antibactérienne

L'extrait Ep et DCM des bourgeons à fleurs, fleurs et fruits immatures du *Capparis spinosa* L. possède un effet inhibiteur de la croissance bactérienne dose dépendante avec la souche *Staphylococcus aureus* (Meddour *et al.*, 2013). Ces résultats sont conformes à ceux de Gull *et al.* (2015) sur la même souche, où les extraits méthanolique aqueux de l'écorce de tige, des fleurs et des racines de *C. spinosa* présentent des zones d'inhibition de (15.7, 23.7 et 21.7) mm respectivement sur *S. aureus*.

Proestos *et al.* (2006) ont travaillé sur les feuilles de *C. spinosa*, et ils ont trouvé que cet extrait est inactif sur *E. coli* mais présente une activité louche sur *S. aureus*. De même les extraits d'acétate d'éthyle et de n-butanol des feuilles ont montré une activité élevée à modérée de 10 à 30 mm contre *Escherichia coli*, *S. aureus* (Fadlelmula *et al.*, 2019). Mahboubi et Mahboubi (2014) ont indiqué que les extraits de racines (éthanol, méthanol et acétate d'éthyle) possèdent une activité antimicrobienne plus élevée que les extraits de fruits.

Ces études *in vitro* ont montré que les extraits de *C. spinosa* inhibaient la croissance bactérienne de *S. aureus* mais que leur efficacité variait. Et la différence de potentiel antimicrobien des différents solvants peut être due à la différence de polarités et de produits chimiques caractéristiques extraits par ces solvants (Sultan *et al.*, 2009). Donc l'activité antimicrobienne et l'efficacité de chaque extrait est liée à ses composants chimiques.

Selon Proestos *et al.* (2006) qui ont étudié la corrélation entre l'activité antimicrobienne d'extraits de plantes et les acides phénoliques, Il a été constaté que les extraits contenant des composés phénoliques et flavonoïdes plus élevés présentent une bonne activité antibactérienne.

En effet, les fruits de *C. Spinosa* contiennent plusieurs acides gras (Kusmenoglu *et al.*, 1997), qui peuvent servir d'antibactériens.

Mahboubi et Mahboubi (2014) montre que les extraits d'acétate d'éthyle de racines de *C. spinosa* avaient une teneur plus élevée en flavonoïdes.

Benachour *et al.* (2020) ont montré que *Bacillus cereus* était le plus sensible à l'huile essentielle de *C. spinosa*, tandis qu'*E. Coli* était le plus résistant aux huiles. Et les résultats obtenus par Bouriche *et al.* (2011) indiquent que, les micro-organismes à Gram négatif : *Pseudomonas aeruginosa* ST01 et *E. coli* étaient les bactéries les plus sensibles à l'extrait, alors que les microorganismes Gram négatifs *Enterobacter cloacea*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella Typhi* et *Pseudomonas aeruginosa* ST02 étaient les plus résistants à l'extrait végétal. Au contraire, un seul microorganisme gram positif; *Bacillus megaterium* était résistant à l'extrait. Ooroba (2012) a également montré que *C. spinosa* était efficace à 100% contre les isolats Gram positifs et à 90% contre les isolats Gram négatifs.

Ces observations sont probablement le résultat de différences dans la structure de la paroi cellulaire entre Gram positif et bactéries Gram-négatives. D'après Afolayan (2003), en général, les bactéries Gram-négatives sont plus résistantes que les Gram-positives. Les bactéries à Gram négatif ont une membrane phospholipidique externe, ce qui rend la paroi imperméable aux composés chimiques antimicrobiens, tandis que Les bactéries à Gram positif ont une couche de peptidoglycane, qui est perméable à ces substances (Sharma *et al.*, 2010).

Le calcul du rapport MBC / MIC confirme que l'extrait éthanolique préparé à partir des boutons floraux a généralement un effet bactéricide pour tous les Gram positifs testés (*S. aureus*,

Listeria monocytogenes), et bactériostatique pour tous les organismes Gram négatives (*E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonelle sp*) (Ennacerie *et al.*, 2017).

Dans d'autres études, l'extrait de dichlorométhane des bourgeons à fleurs, fleurs et fruits immatures du *C. spinosa* s'est révélé actif sur *E. coli* et la zone d'inhibition mesurée est de 11,75 ± 0,35 avec une dose de 500 mg/ml (Meddour *et al.*, 2013).

Ennacerie *et al.* (2017) qui ont testé la synergie entre extraits et antibiotiques à l'aide de la méthode de diffusion sur disque, ont montré que l'association des quatre extraits (extrait éthanolique de boutons floraux, décoctât 10% des boutons floraux, extrait éthanolique des fruits ou décoctât 10%) de *C. spinosa* étudiés avec des antibiotiques de la famille des bêta lactamines et des macrolides montre un effet synergique. L'hypothèse générale pour expliquer le synergisme est la déstabilisation de la paroi bactérienne. Il est possible que les composants des extraits étudiés permettent une pénétration plus aisée des molécules des antibiotiques et donc leur accès à leur cible intracellulaire (Ennacerie *et al.*, 2017).

Des études faites sur quelques espèces du genre *Capparis* montrent que les extraits de *C. decidua* et ses composants actifs a une meilleure potentielle bactéricide en comparaison avec des antibiotiques, ils ont prouvé une inhibition de croissance très élevée dans divers essais biologiques à très faible concentration (Upadhyay *et al.*, 2010). En effet, la croissance bactérienne de *S. aureus*, *E. coli* et *Pasteurella multocida* était inhibée au maximum par les extraits de racine de *C. decidua*, *S. aureus* était la plus sensible. La croissance de *Bacillus subtilis* n'était pas affectée par ces extraits (Gull *et al.*, 2015). Et les extraits d'écorces de racines de *C. decidua* présentent une activité contre *P. aeruginosa*, *S. aureus* et *E. coli* (Rathee *et al.*, 2010).

Des études sur un autre genre de *Capparis* ont montré que les extraits de racines de *C. grandiflora* (Ep, Chl, éthanolique et aquex) étaient efficace contre les bactéries à Gram positif (*S. aureus* et *Bacillus subtilis*) et à Gram négatif (*Bacillus pumillus* et *E. coli*) (Sini *et al.*, 2011).

Il existe plusieurs facteurs influençant la détermination de l'activité antibactérienne (Tagnaout *et al.*, 2016) comme : la partie de la plante utilisée (Natarajan *et al.*, 2005), la méthode d'extraction (Turkmen *et al.*, 2007), le type et la concentration de l'extrait, la nature et la structure chimique des molécules bioactives présentes dans l'extrait, le type des souches testées, et la méthode d'évaluation de l'activité antibactérienne (Cushnie et Lamb, 2011).

Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'antiquité comme agents thérapeutiques puisque ils représentent une source précieuse de composés médicinaux ayant un potentiel prouvé de traitement des maladies.

La résistance aux médicaments chez les bactéries est un problème très grave. Il est induit en raison de l'utilisation aveugle d'antibiotiques. Alors, les médicaments conventionnels deviennent échoués à contrôler l'infection pathogène. Cependant, les plantes sont considérées comme une source inépuisable de substances et de composés naturels bioactifs et présentent des effets secondaires moindres.

Le présent travail a été mené dans le cadre de la valorisation des substances naturelles de la flore Algérienne. L'objectif a porté sur l'étude phytochimique de l'écorce de racine de *Capparis spinosa* ainsi que l'évaluation de son activité antibactérienne.

Selon les résultats de l'analyse phytochimique qualitative, les écorces des racines de *Capparis spinosa* a montré son confinement d'un groupe de composition chimique tels que : les alcaloïdes, les flavonoïdes, et les glycosides. Cependant, l'absence des tanins.

L'activité antibactérienne des différents extraits du *C. spinosa* a été évaluée vis-à-vis de différentes souches bactériennes dans de nombreuses études utilisant diverses parties de la plante, par différentes méthodes. Les résultats de ces études montrent clairement que les extraits de la plante sont capables d'inhiber la croissance bactérienne ; où *C. spinosa* s'est révélé efficace vis-à-vis les souches bactériennes à Gram positif : *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis* et *Listeria monocytogenes*.

Ainsi que, les différentes études analysées ont prouvé que *C. spinosa* à un effet bactériostatique sur les bactéries à Gram négatifs : *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ST01. *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonelle sp*, *Acinetobacter baumannii*, *Streptococcus epidermidis*, mais n'a pas affecté sur *Pseudomonas aeruginosa* ST02.

Enfin, nous espérons apporter notre modeste contribution à l'étude des plantes médicinales. En effet, il est souhaitable noter leur importance économique et dans l'industrie pharmaceutique.

Référence Bibliographique

A

Abedini A. 2013. Evaluation biologique et phytochimique des substances naturelles d'*Hyptis atrorubens* Poit. (Lamiaceae), sélectionnée par un criblage d'extraits de 42 plantes : pharmacognosie. Thèse de doctorat d'état, université Lill, France, 70 p.

Afolayan A. J., 2003. Extracts from the Shoots of *Arctotis arctotooides* inhibit the Growth of Bacteria and Fungi. *Pharmaceutical Biology* 41:22-25.

Afsharypuor S., Jeiran K., Jazy A. A. 1998. Première étude des profils de saveur de la feuille, du fruit mûr et de la racine de *Capparis spinosa* var. *Pharm* 72:307-309.

Aichour R. 2017. Effets immun modulateurs sur les lymphocytes humains et hépatoprotecteur des extraits de *Capparis spinosa* : biochimie. Thèse de doctorat en Sciences, Université Ferhat Abbas Sétif, Algérie, 128 p.

Aghel N., Rashidi I., Mombeini A. 2010. Hepatoprotective activity of *Capparis spinosa* root bark against CCl₄ induced hepatic damage in mice. *Pharm* 6:285-290.

Aguilera-Carbo A., Augur C., Prado-Barragan L. A., Favela-Torres E., Aguilar C. N. 2008. Microbial production of ellagic acid and biodégradation of ellagitannins. *Applied Microbiology and Biotechnology* 78:189-199.

AL-Said M. S., Abdelsattar E. A., Khalifa S. I., EL-Feraly F. S. 1988. Isolation and identification of an anti-inflammatory principle from *Capparis spinosa*. *Pharmacie* 43:640-641.

Al-Soqeer A. 2011. Antioxidant activity and biological evaluation of hot-water extract of *Artemisia monosperma* and *Capparis spinosa* against lead contamination. *Botany* 6(1):11-20.

Anwar F., Muhammad G., Hussain M. A., Zengin G., Alkharfy K. M., Ashraf M., Gilani A. H. 2016. *Capparis spinosa* L.: A plant with high potential for development of functional foods and nutraceuticals/ pharmaceuticals. *Pharmacol* 12:201-219.

Arslan R., Bektas N., Ozturk Y. 2010. Antinociceptive activity of methanol extract of fruits of *Capparis ovata* in mice. *Pharmacology* 131:28 -32.

Ascrizzi R., Cioni P. L., Giusti G., Pistelli L., Flamini G. 2016. Patterns in volatile emission of different aerial parts of Caper (*Capparis spinosa*). *Chemistry & Biodiversity* 13:904–912.

B

Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. 2008. Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology* 46(2):446-475.

Barboni T. 2006. Contribution de méthodes de la chimie analytique à l'amélioration de la qualité de fruits et à la détermination de mécanismes (EGE) et de risques d'incendie. Thèse de doctorat d'état, Université de Corse Pascal, Paoli, 292 p.

Benachour H., Ramdani M., Lograda T., Chalard P., Figueredo G. 2020. Chemical composition and antibacterial activities of *Capparis spinosa* essential oils from Algeria. *Natural Resource Valorization* 21(1):161-169.

Benhamou N. 2009. La résistance chez les plantes : principes de la stratégie défensive et applications agronomiques. Volume 2. Société de protection des plantes du Québec (SPPQ). 376 p.

Benseghir-Boukhari L. A., Seridi R. 2007. Le câprier, une espèce arbustive pour le développement rural durable en Algérie. *Méditerranée* 109:101-105.

Benzidane N. 2014. Effets antioxydant, vasoactif, broncho relaxant et cytotoxique des extraits de *Capparis spinosa*. Thèse de doctorat d'état, Université Ferhat Abbas Sétif, Algérie, 121 p.

Bouharb H., Badaoui K., Zair T., Chakir S., Alaoui T. 2014. Sélection de quelques plantes médicinales du Zerhoun (Maroc centrale) pour l'activité antibactérienne contre *Pseudomonas aeruginosa*. Environnement et santé 78:6685–6693.

Bourgau F., Gravot A., Milesi S., Gontier E. 2001. Production of plant secondary metabolites: ahistorical perspective. Plant Science 161(5):839-851.

Bouriche H., Karnouf N., Belhadj H., Dahamna S., Harzalah D., Senator A. 2011. Free radical, metal-chelating and antibacterial activities of methonoli extract of *Capparis spinosa* buds. Biochemistry 5(2):281-287.

Boutaghane N. 2013. Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes *Genista ulicina* Spach (*Fabaceae*) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch. Bip.) Coss. & Kralik ex Batt (*Asteraceae*). Thèse de doctorat d'état, Université de Constantine, Algérie, 270 p.

Bovy A., Schijlen E., Hall R. D. 2007. Metabolic engineering of flavonoïds in tomato (*Solanum lycopersicum*): the potential for metabolomics. Metabolomics 3(3): 399-412.

Bruneton J. 2008. Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. 4ème édition, Lavoisier, Paris. 1292 p.

Bruyne T., Pieters L., Deelstra H., Vlietink A. 1999. Condensed vegetable tannins: biodiversity in structure and biological activities. Biochemical Systematic and Ecology 27: 445-459.



Cécile M. R.1993. Les plantes à infusion hors monopole pharmaceutique. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier Grenoble, France, p 47.

Chamayou A., Fages J. 2003. Broyage dans les industries agroalimentaires. Jean-Pierre Melcion & Jean-Luc Ilari. Technologie des pulvérulents dans les IAA 375-406.

Chedraoui S., Abi-Rizk A., El-Beyrouthy M., Chalak L., Ouaini N., Rajjou L. 2017. *Capparis spinosa* L. in à systematic review: a xerophilous species of multi values and promising potentialities for agrosystems under the threat of global warming. *Front Plant Sci* 8:1-18.

Cowan M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Microbiology* 12: 564-582.

Cram D. G., Mahmoud G. S. 1968. Chimie organique. 2ème édition, Quatier-villars. pp 918-930.

Cushnie T. P. T., Lamb A. J. 2011. Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoïds. *Antimicrob Agents* 38:99-107.

Cuendet M. 1999. Recherche de nouveaux composés capteur de radicaux libres et antioxydants à partir d'une plante d'Indonésie: *Fragraea blumei* (Loganiaceae) et de trois plantes d'altitude: *Bartsia alpina* (Scrophulariaceae), *Loiseleuria procumbens* (Ericaceae) et *Campanula ba*. Thèse de doctorat d'état, Université de Lausanne, France. p. 24.

D

Diallo D., Sanogo R., Yasambou H., Traoré A., Coulibaly K., Maïga A. 2004. Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam. *Chimie* 7:1073–1080.

Djerroud D. 2010. Modélisation markovienne du séchage continu par contact avec agitation. Thèse de doctorat INP, université de Toulouse, France, 172 p.

E

Eddouks M., Lemhadri A., Michel J. B. 2004. Caraway and caper: potential anti-hyperglycemic plants in diabetic rats. *Pharmacol* 94(1):143- 148.

Edeas M. 2007. Les polyphénols et les polyphénols de thé. *Phytothérapie* 5(5):264-270.

Ejaz A., Arshad M., Khan M. Z., Amjad M. S., Sadaf H. M., Riaz I., Sabir S., Ahmad N., Saboon. 2017. Secondary métabolites and their multidimensional prospective in plant life. *Phytochemistry* 6 (2): 205-214.

Ennacerie F. Z., Filali F. R., Moukrad N., Ed-Dra A. 2017. Antibacterial synergistic effect of extracts of the organs of *Capparis spinosa* and in combination with antibiotics. *Biology* 5(9):1238-1247.



Fadili K., Zerkani H., Amalich S., Zair T. 2017. Etude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydant des feuilles et des fruits du *Capparis spinosa* L. *Sciences* 5(2):108-118.

Fadlelmula A. A., Alomari A. A., Harzali H. 2019. Phytochemical study and antimicrobial activity of two medicinal plants from al-baha region of Saudi Arabia. *Chemistry* 35(6):1782-1788.

Falleh H., Ksouri R., Chaieb K., Karray-bourawi N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C. 2008. Phenolic composition of *Cynaracar dunculus* L. *Biologie* 331: 372-379.

Fici S. 2014. A taxonomic revision of the *Capparis spinosa* group (Capparaceae) from the Mediterranean to Central Asia. *Phytotaxa* 174 (1): 001–024.

Florence J., Chevillotte H., Ollier C., Meyer J. Y. 2011. Base de données botaniques Nadeud de l'Herbier de la Polynésie française. INPN (Inventaire National du PatrimoineNational), 11p.

Fu X. P., Wu T., Abdurahim M., Su Z., Hou X. L., Aisa H. A., Wu H. 2008. New spermidine alkaloids from *Capparis spinosa* roots. *Phytochemistry* 1(1):59-62.

G

Gevaudan A. 1989. Etude du séchage par contact de milieu granulaire agité, Application à l'opération de cuisson-séchage de manioc. Thèse de doctorat INSA, université de Lyon, France, 228 p.

Guinoiseau E. 2010. Molécule antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action. Thèse de doctorat d'état, Université de crose Pasqual Paoli, Français, 114 p.

Gull T., Sultana B., I.A. Bhatti I. J., Jamil A. 2015. Antibacterial potential of *capparis spinosa* and *capparis decidua* extracts. Chemistry 17(4):727–733.

Gültepe N., Bufrag S. M. I., Abughadyra I. R. A., Mohammed K. A. O., Alkhunni S. B. A. 2019. Comparison of some medicinal plants and macrofungi essential oil components for antimicrobial activity against the human and fish pathogens. Fisheries 8(11):458-473.

H

Harborne J. B., Williams C. A. 2000. Advances in flavonoïds research since. Phytochemistry 55: 481–504.

Hartmann T. 1991. In herbivores: their interaction with secondary plant metabolites. Volume 1. The chemical participants. 452 p.

Hecht S. S. 2000. Inhibition of carcinogenesis by isothiocyanates. Minnesota Cancer 32(3-4):395-411.

Hocquemiller R., Cave A., Jacquemin H., Touché A., Forgacs P. 1982. Alcaloïdes des annonacées. XXXVI : (alcaloïdes de l'*Annonacras sifloramart*). Plantes médicinales et phytothérapie 16(1):4-6.

9

Inocenio C., Rivera D., Obon C., Alcaraz F., Barrena J. A. 2006. A systematic revision of *Capparis* section *Capparis* (Capparaceae). *Garden* 93:122-149.

9

Jorgensen J. H., Turnidge J. D. 2015. Susceptibility test methods: dilution and disk diffusion methods. *Microbiology* 11:1253-1273.

11

Kadik B. 1986. Contribution A L'étude Du Pin d'Alep (*Pinus Halepensis* mill.) En Algérie: Écologie, Dendrométrie, Morphologie. Thèse de doctorat d'état, Universitaire Office Des Publications, Alger, 580 p.

Khanfar M. A., Sabri S. S., Zarga M. H. A., Zeller K. P. 2003. The chemical constituents of *Capparis spinosa* of Jordanian origin. *Natural Product Research* 17(1):9-14.

Khatib M., Pieraccini G., Innocenti M., Melani F., Mulinacci N. 2016. Un aperçu de la teneur en alcaloïdes de la racine de *Capparis spinosa* L. par HPLC-DAD-MS, MS / MS et 1 H qNMR. *Pharm* 123:53–62.

Kordali S., Cakir A., Ozer A. H., Cakmakci R., Kesdek M., Mete E. 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresour Technol* 99(18):8788-8795.

Kusmenoglu S., Toker G., Baser K. H., Koka U. 1997. Comparison of the fruit oils of *Capparis* Species. *Pharmaceutical* 2:55-57.

L

Lagnika L. 2005. Etude phytochimique et activité biologique des substances naturelles isolées de plantes Béninoises. Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur Strasbourg, France, 268p.

Lapie G., Maige A. 1914. Flore forestière illustrée de l'Algérie : comprenant toutes les espèces les plus répandues en Tunisie, au Maroc et dans le Midi de la France, sans l'emploi de mots techniques de toutes les espèces décrites. 1^{ère} édition. E.Orlhac, Paris. 357 p.

Lemhadri A., Eddouks M., Sulpice T., Burcelin R. 2007. Anti-hyperglycaemic and Anti-obesity effects of *Capparis spinosa* and *Chamaemelum nobile* aqueous extracts in HFD mice. *Pharmacology and Toxicology* 2(3):106-110.

M

Macheix J. J., Fleuriet A., Jay-Allemand C. 2005. Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, Vol. 1, PPUR presses polytechniques. Lausanne, France. 192 p.

Mahboubi M., Mahboubi A. 2014. Antimicrobial activity of *Capparis spinosa* as its usages in traditional medicine. *Microbiology* 60(1):39-48.

Maire R. 1965. Flore De l'Afrique Du Nord, Vol. XII, Encyclopédie Biologique. Le Chevalier, Paris. 407 p.

Malecky M. 2008. Métabolisme des terpénoïde chez les caprins. Thèse de doctorat d'état, l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (AgroParisTech), English, 201 p.

Maresca M., Micheli L., Mannelli L. D. C., Tenci B., Innocenti M., Khatib M., Mulinacci N., Ghelardini C. 2016. Acute effect of *Capparis spinosa* root extracts on rat articular pain. *Pharmacol* 193 :456–465.

Martone P., Estevez J., Lu F., Ruel K., Denny M., Somerville C., Ralph J. 2009. Discovery of Lignin. *Biology* 19(2): 169–75.

Mathilde R. 2013. Etude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bioagresseurs. Thèse de doctorat, Université de Lorraine, Français, 159 p.

Matthaus B., Ozcan M. 2002. Composition de glycosinolates de jeunes pousses et boutons de fleurs de câpres (espèce *Capparis*) poussant à l'état sauvage en Turquie. *Food Chem* 50 : 7323–7325.

Matthaus B., Ozcan M. 2005. Glycosinolates et composition en acides gras, stérols et tocophérols d'huiles de graines de *Capparis spinosa* Var. *spinosa* et *Capparis ovata* Desf. *Food Chem* 53:7136–7141.

Meddour A. 2011. Etude de l'activité biologique des extraits des bourgeons à fleurs, fleurs et fruits immatures du *Capparis spinosa* L. thèse de magistère, Biotechnologies, 64 pages.

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

Meddour A., Yahia M., Hambaba L. 2019. Safety evaluation and analgesic studies of defatted methanol extract of *Capparis spinosa* L. (Capparidaceae) fruits and roots bark in albino wistar rats. *Biotechnology* 92:7456.

Montaut S., Rollin P., De-Nicola G. R., Iori R. 2012. Composés bioactifs des Crucifères : un apport bénéfique dans notre quotidien. *Phytothérapie* 10(6):342-349.

Morot-Gaudry J. F., Prat R. 2012. Biologie végétale croissance et développement. 2ème édition, Dunod, Paris. pp. 218-226.

N

Naczki M., Shahidi F. 2003. Phenolic in food and nutraceuticals. 2^e édition, Boca Raton, Florida. pp. 144-151.

Natarajan S., John B. K., Srinivasan N., Nagamurugan C., Mohanasundari G., Perumal G. 2005. Anti-bacterial activity of *Euphorbia fusiformis*- A rare medicinal herb. Pharmacol 102(1):123-126.

O

Ocampo P. S., Lázár V., Papp B., Arnoldini M., Zur Wiesch P. A., Busa-Fekete R., Fekete G., Pál C., Ackermann M., Bonhoeffer S. 2014. Antagonism between bacteriostatic and bactericidal antibiotics is prevalent antimicrob. Biology 58:4573–82.

O'Connell J. E., Fox P. F. 2001. Signification and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk dairy products. Volume 11. International Dairy Journal, pp.103-120.

Orooba M. S. I. 2012. Evaluation of anti-bacterial activity of *Capparis spinosa* (Al-Kabara) and *Aloe vera* extracts against Isolates Bacterial Skin Wound Infections *in vitro* and *in vivo*. Physiology & Pharmacology 3(2):23-35.

Ouafi N., Moghrani H., Maachi R. 2015. Influence du procédé de séchage des plantes aromatiques et médicinales sur le rendement en huile essentielle (cas de trois menthes). 5^eme Séminaire Maghrébin sur les Sciences et les Technologies du Séchage, Université d'Alger, 22-24 Novembre 2015, Ouargla, Algérie.

Ozenda P. 1983. Flore du Sahara. 2^eme édition, CNRS, Paris. 624 p.

P

Paccalet Y. 1981. La flore méditerranéenne. Ed Hatier, Guide Point Vert, Paris, 126 p.

Pandey M., Pandey A., Kumar R., Pathak A., Dikshit A. 2016. A comparative antimicrobial analysis of *Tridax procumbens* L. various extracts on waterborne bacterial pathogens. *Pharmaceutical* 5:22-26.

Panico A. M., CARDILE V., Garufi F., Puglia C., Bonina F., Ronsisvalle G. 2005. Protective effect of *Capparis spinosa* on chondrocytes. *Life Sci* 77(20):79-88.

Paris M., Hurabielle M. 1981. *Abrégé de matière médicale (pharmacognosie)*. Volume 1. Masson, Paris. 339 p.

Proestos C., Boziaris I. S., Nychas G. J. E., Komaitis M. 2006. Analysis of flavonoïds and phenolic acids in Greek aromatic plants: investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Food Chemistry* 95:664–671.

Q

Quettier-Deleu C., Gressier B., Vasseur J., Dine T., Brunet C., Luyckx M., Cazin M., Cazin J. C., Bailleul F. O., Trotin F. 2000. Phenolic compound and antioxidant activities of buckwheat. *Pharmacology* 72: 35–42.

R

Rajesh P., Selvamani P., Latha S., Saraswathy A., Rajesh K. V. 2009. A review on chemical and medico biological applications of Capparidaceae family. *Phcog* 3(6):378-87.

Rathee S., Rathee P., Rathee D., Rathee D., Kumar V. 2010. Phytochemical and pharmacological Potential of Kair (*Capparis decidua*). *Pharmacy* 2:10-17.

Richter G. 1993. *Métabolisme secondaires des végétaux, physiologie et biochimie*. Polytechniques 436-437.

Rollin P., Tatibouët A. 2011. Glucosinolates: the synthetic approach. *C R Chimie* 14(2–3): 194–210



Saeidi S., Javadian E., Javadian F. 2019. Anti-microbial and Anti-biofilm activity of leaf fruit and stem *Capparis spinosa* extract against *Acinetobacter baumannii*. *Biology* 30(3):501-506.

Sarker S.D., Nahar L., Kumarasamy Y. 2007. Microtitre plate-based antibacterial assay incorporating résazurine as an indicator of cell growth, and its application in the *in vitro* antibacterial screening of phytochemicals. *Methods* 42:321-324.

Satyanarayana T., Anjana A. M., Vijetha V. 2008. Phytochemical and pharmacological review of some Indian *Capparis* Species. *Pharmacog* 2(4):36-45.

Savithramma N., Rao M. L., Suhurulatha D. 2011. Screening of medicinal plants for secondary metabolites. *Biology* 8(3):579-584.

Sharaf M., EL-Ansari M. A., Saleh N. A. M. 2000. Quercetin triglycosid from *Capparis spinosa*. *Ftoterpapia* 71:46-49.

Sharma A., Chandraker S., Patel K., Ramteke P. 2010. Antibacterial activity of medicinal plants against pathogens causing complicated urinary tract infections. *Pharm* 118:102-166.

Sheel R., Nisha K., Kumar J. 2014. Preliminary phytochemical screening of methanolic extract of *Clerodendron infortunatum*. *Botany* 7(1):10-13.

Sher H., Alyemeni M. N. 2010. Ethno botanical and pharmaceutical evaluation of *Capparis spinosa* L, validity of local folk and Unani system of medicine. *Botany and Microbiology* 4(17):1751-1756.

Sini K. R., Sinh A B. N., Rajasekaran A., Thorakkattil M., Krishnan D., Jose K. M. 2011. Antimicrobial activity of the dried root powder of *capparis grandiflora* wall. Ex Hook. F & Thomson. *Pharmaceutical Chemistry* 4(2):63-64.

Skerget M., Kotnik P., Hadolin B., Hras A. R., Simonic M., Knez Z. 2005. Phenols, proanthocyanidines, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry* 89: 191-198.

Sultana B., Anwar F., Ashraf M. 2009. Effect of extraction solvent/ technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. *Molécules* 14:2167-2180.

Sun L., Zhang J., Lu X., Zhang L., Zhang Y. 2011. Evaluation to the antioxidant activity of total flavonoïds extract from persimmon (*Diospyros kaki* L.) leaves. *Food Chem Toxicol* 49: 2689-2696p.



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. *Chemistry Bioactive Molecules* 8(12):1993-2006.

Teinkela- Mbosso E., Ngouela J. S., Nguedia J. C. A., Beng V. P., Rohmer M., Tsamo E. 2010. In vitro antimicrobial activity of extracts and compounds of some elected medicinal plants from Cameroon. *Pharmacology* 128(2): 476-481.

Thomé T. 1885. *Capparis spinosa* L. *Phytochemistry* 2:5-6.

Tiwari P., Kumar B., Kaur M., Kaur G., Kaur H. 2011. Phytochemical screening and extraction. *Pharmaceutical* 1(1) :98-106.

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

Trease E., Evans W.C. 1987. *Pharmacognosie, Billiaire Tindall*. 3 th édition, London. P61-62.

Treutter D. 2006. Significance of flavonoïds in plant resistance: a review. *Environnemental Chemistry* 4(3):147-157.

Turkmen N., Velioglu Y. S., Sari F., Polat G. 2007. Effect of extraction conditions on measured total polyphénols contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea. *Molecules* 12:484-496.

U

Upadhyay R. K., Shoeb Ahmad S., Tripathi R., Leena Rohtagi L., Jain S. C. 2010. Screening of antimicrobial potential of extracts and pure compound isolated from *Capparis decidua*. *Zoology* 4(6):439-445.

U

Ventola C. L. 2015. The antibiotic resistance crisis: Causes and threats. *PMC* 40:277–283.

U

Wojdyło A., Nowicka P., Grimalt M., Legua P., Almansa M. S., Amorós A., Carbonell-Barrachina A. A., Hernández F. 2019. Polyphénols compounds and biological activity of caper (*Capparis Spinosa* L.) flowers buds. *Plants* 8(12):539.

Y

Yang T., Wang C., Chou G., Wu T., Cheng X., Wang Z. 2010. New alkaloids from *Capparis spinosa*: structure and X-ray crystallographic analysis. *Food Chem* 123:705–710.

Yao K., Nathalie G., Goueh G., Kouadio B., Noel Z. G., Dosso M. 2016. Etude botanique et évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de *Hunteria eburnea* Pichon (Apocynaceae) sur la croissance *in vitro* de souches multi-résistantes isolées chez des patients hospitalisés dans un CHU en Côte d'Ivoire. *Botanique* 21(1):154–161.

Yu L., Yang J., Wang X., Jiang B., Sun Y., Ji Y. 2017. Antioxidant and antitumor activities of *Capparis spinosa* L. and the related mechanisms. Volume 37. Oncology reports. pp. 357-367.



Zenk H., Juenger M. 2007. Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds. *Phytochemistry* 68:2757-2772.

Zhang H., Ma Z. F. 2018. Phytochemical and pharmacological properties of *Capparis spinosa* as a medicinal plant. *Nutriment* 10(2):116-130.

Annexes

Annexes 1



Figure 9. Les racines de *Capparis spinosa* L.

- Les tests phytochimiques



Figure 10. Détection des Alcaloïdes.



Figure 11. Détection des Flavonoïdes.



Figure 12. Détection des Glycosides.



Figure 13. Détection des Tannins.



Figure 14. Détection des Saponines.



Figure 15. Détection des triterpènes.



Figure 16. Détection des diterpènes.



Figure 17. Détection des protéines.

Remarque : EP1, Chl1 et Eth1 sont les extraits sans réactifs.

EP, Chl et Eth sont les extraits avec réactifs.

Annexes 2

La liste des 15 articles scientifiques

- Antimicrobial activity of *Capparis spinosa* as its usages in traditional médecine. Par Mahboubi et Mahboubi (2014).
- Étude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'un ensemble des parties de la fleur du *capparis spinosa* L. Par Meddour *et al.* (2013).
- Analysis of flavonoïds and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. Par Proestos *et al.* (2006).
- Phytochemical and pharmacological Potential of Kair (*Capparis decidua*). Par Rathee *et al.* (2010).
- Screening of antimicrobial potential of extracts and pure compound isolated from *Capparis decidua*. Par Upadhyay *et al.* (2010).

- Evaluation of anti-bacterial activity of *Capparis spinosa* (Al-Kabara) and *Aloe vera* extracts against Isolates Bacterial Skin Wound Infections *in -vitro* and *in-vivo*. Par Orooba (2012).
- Antimicrobial activity of the dried root powder of *capparis grandiflora* wall. ex hook. F & Thomson. Par Sini *et al.* (2011).
- Chemical composition and antibacterial activities of *Capparis spinosa* essential oils from Algeria. Par Benachour *et al.* (2020)
- Free radical, metal-chelating and antibacterial activities of methonoli extract of *Capparis spinosa* buds. Par Bouriche *et al.* (2011).
- Comparison of some medicinal plants and macrofungi essential oil components for antimicrobial activity against the human and fish pathogens. Par Gültepe *et al.* (2019).
- Phytochemical study, antibacterial and antioxidant activities of extracts of *Capparis spinosa* L. Par Tagnaout *et al.* (2016).
- Phytochemical study and antimicrobial activity of two medicinal plants from al-baha region of saudi Arabia. Par Fadlelmula *et al.* (2019).
- Antibacterial synergistic effect of extracts of the organs of *capparis spinosa* and in combination with antibiotics. Par Ennacerie *et al.* (2017).
- Antibacterial potential of *Capparis spinosa* and *Capparis decidua* extracts. Par Gull *et al.* (2015).
- Anti-microbial and Anti-biofilm activity of leaf fruit and stem *Capparis spinosa* extract against *Acinetobacter baumannii*. Par Saeidi *et al.* (2019).

المخلص

Capparis spinosa نبات من عائلة Capparidaceae ذوات الفلقتين من فئة Spermaphyte هو عشبة دائمة الخضرة. يعرف في الجزائر باسم الكبار. الهدف من هذا العمل هو تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمختلف مستخلصات هذا النبات.

تم الحصول على المستخلصات بواسطة عملية النقع باستخدام ثلاث مذيبات بقطبية متزايدة: إيثر البترول ، والكلوروفورم ، والإيثانول. خضعت هذه المستخلصات إلى الكشف عن بعض الجزينات. وكشفت هذه الاختبارات الأولية عن وجود مركبات الفلافونويد والقلويدات والصابونيين والتربينويدات وغياب التانينات.

في أعمال سابقة كشفت دراسة النشاط المضاد للبكتيريا بواسطة طريقتين (الانتشار في وسط أجارو التخفيف الدقيق) أن مستخلصات *C. spinosa* أظهرت نشاطاً مضاداً للبكتيريا *S.aures* و لكن فعاليتها اختلفت. البكتيريا سالبة الجرام أكثر مقاومة من إيجابية الجرام. يُظهر المستخلص الإيثانولي لبراعم الزهور ، و المستخلص 10% من براعم الزهور ، والمستخلص الإيثانولي للفواكه و المستخلص 10% تأثيراً تآزرياً مع المضادات الحيوية لعائلة بيتا لاكتام و ماکرولايد.

الكلمات المفتاحية : الكبار، الجزينات النشطة، النشاط المضاد للبكتيريا.

Résumé

Capparis spinosa (Capparidaceae), dicotylédones de la classe des spermaphytes, est une plante durable et boisée. En Algérie, l'espèce s'appelle El Kabar. L'objectif de ce travail est l'évaluation de l'activité antibactérienne des différents extraits de cette plante.

Les extraits ont été obtenus par macération en utilisant trois solvants à polarité croissant : l'éther de pétrole, le chloroforme et l'éthanol. Ces extraits ont été soumis à un criblage phytochimiques, ces tests préliminaires révèlent la présence des flavonoïdes, d'alkaloïdes, des saponines, terpénoïde et l'absence des tanins.

Des études antérieures sur l'activité antibactérienne par deux méthodes (diffusion en milieu gélosé et micro-dilution) montrent que les extraits de *C. spinosa* présentes une activité antibactériennes contre *S. aures* mais leurs efficacités variait. Les bactéries Gram-négatives sont plus résistantes que les Gram-positives. Les extraits éthanolique de boutons floraux, décoctate 10% des boutons floraux, extrait éthanolique des fruits ou décoctate 10% montrent un effet synergique avec des antibiotiques de la famille des bêtalactamines et des macrolides.

Les mots clés : *Capparis spinosa*, molécules bioactives, Activité antibactérienne.

Abstract

Capparis spinosa (Capparidaceae) dicotyledons from the class of spermaphytes, is a shrub, enduring and woody plant. In Algeria, the species is called El Kabar. The objective of this work is to evaluate the antibacterial activity of various extracts of this plant.

The extracts were obtained by maceration using three solvents with increasing polarity: petroleum ether, chloroform and ethanol. The extracts were subjected to a screening phytochimique, these preliminary tests reveal the presence of flavonoïdes, alkaloids, saponins, terpenes and the absence of tannins.

Previous studies of the antibacterial activity by the two methods (diffusion in agar medium and micro-dilution) revealed that the extracts of *C. spinosa* exhibited antibacterial activity against *S. aures* but their effectiveness varied. Gram-negative bacteria are more resistant than Gram-positive. Ethanolic extract Flower buds, 10%decoctate Flower buds, Ethanolic extract Fruits and 10%decoctate extracts show a synergistic effect with antibiotics of the beta-lactam and macrolides family.

Key words: *Capparis spinosa*, Bioactif molecules Antimicrobial Activity.

