



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريبيج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

Intitulé

**Activité antibactérienne de la gomme arabique
provenant de l'*Acacia sp.***

Présenté par : Adoui Karima & Bouaoune Marwa

Soutenu le : 20 / 9 / 2022

Devant le jury :

Président :	M ^{me} SOUAGUI Yasmina	MCB	(Université de BBA)
Encadrant :	M ^{me} BOUGUERRA Asma	MCB	(Université de BBA)
Examineur :	M ^r SADRATI Nouari	MCB	(Université de BBA)

Année universitaire : 2021/2022



Remerciements

Au début et avant tout, nous remercions Allah le tout puissant qui nous a donné le courage et la santé pour finaliser ce travail.

Nous remercions notre promotrice Dr. BOUGUERRA Asma, pour ses encouragements et ses conseils durant la réalisation de ce mémoire.

Nos remerciements les plus chaleureux et fraternels aux membres de jury Dr. SOUAGUI Yasmina et Dr. SADRATI Nouari d'avoir acceptés de juger notre travail.



Dédicaces

Je dédie ce travail

À mes chers parents, Mahmoud et Nabila

Sans qui tout cela n'aurait sûrement pas pu être possible. Vous m'avez aimé, soutenu et encouragé tout au long de ces nombreuses années parfois plus difficiles pour vous que pour moi, mais si j'en suis là c'est en grande partie grâce à vous alors merci infiniment de toujours croire en moi, j'espère vous rendre fière. Je vous aime.

À mes sœurs, Ahlam, Rawya et Hadil

Vous faites partie de ceux que j'aime le plus au monde. Je vous dédie ce travail, tout en souhaitant que notre vie soit pleine de joie, de bonheur et de succès. Puisse Dieu tout puissant,
Vous préserver et vous accorder santé et longue vie.

À mon fiancé, Obeyda

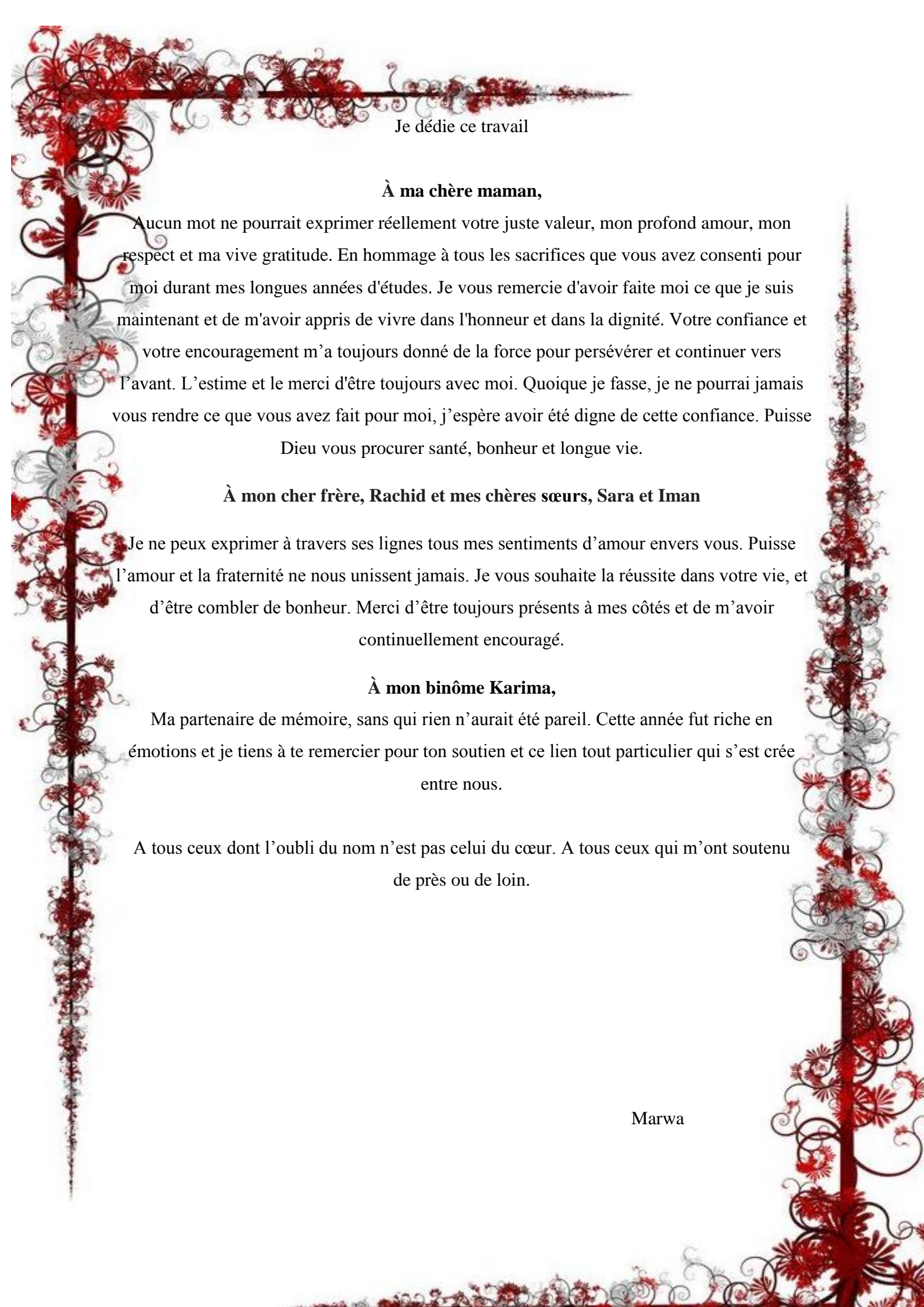
À celui qui fait partie de ma vie, je te dédie ce travail en te remerciant pour ton soutien sans failles, pour tes encouragements, merci d'avoir supporté mes humeurs, merci pour tes conseils, pour ta gentillesse et merci tout simplement de faire partie de mon quotidien que tu rends un peu meilleur chaque jour, et c'est une fierté pour moi de voir que tu es présent à chaque étape importante de ma vie. Je t'aime.

À mon binôme, Marwa

Qui m'a accompagné tous le long de cette épreuve même si le dénouement n'est pas celui espéré je suis fière de l'avoir fait et d'autant plus avec toi. Je te remercie pour ces moments partagés.

À mes amies et tous ceux qui ont attribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail. Ceux que j'aime dont je ne peux pas finir en citant vos noms.

Karima



Je dédie ce travail

À ma chère maman,

Aucun mot ne pourrait exprimer réellement votre juste valeur, mon profond amour, mon respect et ma vive gratitude. En hommage à tous les sacrifices que vous avez consenti pour moi durant mes longues années d'études. Je vous remercie d'avoir faite moi ce que je suis maintenant et de m'avoir appris de vivre dans l'honneur et dans la dignité. Votre confiance et votre encouragement m'a toujours donné de la force pour persévérer et continuer vers l'avant. L'estime et le merci d'être toujours avec moi. Quoique je fasse, je ne pourrai jamais vous rendre ce que vous avez fait pour moi, j'espère avoir été digne de cette confiance. Puisse Dieu vous procurer santé, bonheur et longue vie.

À mon cher frère, Rachid et mes chères sœurs, Sara et Iman

Je ne peux exprimer à travers ses lignes tous mes sentiments d'amour envers vous. Puisse l'amour et la fraternité ne nous unissent jamais. Je vous souhaite la réussite dans votre vie, et d'être comblé de bonheur. Merci d'être toujours présents à mes côtés et de m'avoir continuellement encouragé.

À mon binôme Karima,

Ma partenaire de mémoire, sans qui rien n'aurait été pareil. Cette année fut riche en émotions et je tiens à te remercier pour ton soutien et ce lien tout particulier qui s'est créé entre nous.

A tous ceux dont l'oubli du nom n'est pas celui du cœur. A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin.

Marwa

Résumé

Les agents pathogènes infectieux apparaissent comme des problèmes de santé importants et les principales causes de maladies infectieuses et de décès dans le monde. La multi-résistance de ces agents pathogènes aux médicaments est devenue un grand problème lors des traitements de ces infections. Il est nécessaire donc de rechercher d'autres alternatives efficaces sans effets nocifs pour la santé à partir de la médecine traditionnelle qui se basent sur les plantes médicinales. C'est pourquoi nous nous intéressons dans ce travail à l'évaluation du pouvoir antibactérien, par la technique de diffusion sur agar de la gomme arabique d'*Acacia* sp contre quelques souches bactériennes responsables des maladies infectieuses chez l'homme. Le pouvoir antibactérien de la gomme arabique est proportionnellement lié à l'augmentation de la concentration de la solution aqueuse. De plus, une bonne activité de la gomme arabique a été obtenue contre *Salmonella thyphimirum* et *Escherichia coli* par rapport aux autres souches testées. La concentration minimale inhibitrice de la solution aqueuse de la gomme arabique est égale à 0,25g/ml. Néanmoins, la gomme arabique ne possède pas un effet bactéricide sur les souches pathogènes testées. A partir des résultats obtenus de cette étude, il s'avère que la gomme arabique possède un effet antibactérien non négligeable, ce qui laisse prévoir leur application en médecine traditionnelle.

Les mots clés : *Acacia* sp. Bactéries pathogènes, pouvoir antibactérien, gomme arabique, plantes médicinales.

Abstract

Infectious pathogens are emerging as important health problems and the main causes of infectious diseases and deaths in the world. The multi-resistance of these pathogens to drugs has become a great problem in the treatment of these infections. It is therefore necessary to search for other effective alternatives without harmful effects to health from traditional medicine based on medicinal plants. That is why we are interested in this work in the evaluation of the antibacterial power, by the technique of diffusion on agar of the gum arabic of *Acacia* .sp against some bacterial strains responsible for infectious diseases in humans. The antibacterial power of gum arabic is proportionally related to the increase of the concentration of the aqueous solution. Moreover, a good activity of gum arabic was obtained against *Salmonella thyphimirum* and *Escherichia coli* compared to other tested strains. The minimum inhibitory concentration of the aqueous solution of gum arabic is equal to 0.25g/ml. Nevertheless, gum arabic does not have a bactericidal effect on the tested pathogenic strains. From the results obtained from this study, it appears that gum arabic has a significant antibacterial effect, which suggests their application in traditional medicine.

Keywords: *Acacia* sp., pathogenic bacteria, antibacterial power, gum arabic, medicinal plants.

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des souches pathogènes.....	7
---	---

Liste des figures et des photos

Photo1. Structure chimique de la gomme arabique	4
Photo2. Les cristaux de la gomme arabique	8
Photo3. La poudre de la gomme arabique	8
Photo 4. Solution aqueuse de la gomme arabique	8
Photo5. Série des dilutions de la gomme arabique aqueuse	10
Photo6. Test antibactérien de la solution aqueuse de la gomme arabique contre les souches pathogènes sur gélose MH	13
Photo7. Détermination de la CMI de la gomme arabique	14
Photo8. Détermination de la CMB de la gomme arabique aqueuse sur GN	15
Figure 1. Diamètres des zones d'inhibition (mm) des solutions aqueuses de la GA contre les bactéries pathogènes	12

Liste des Abréviations

AG	Arabinogalactane
AGP	Arabinogalactaneprotéine
ATCC	American Type Culture Collection
<i>B.</i>	<i>Bacillus</i>
BMH	Bouillon de Muller Hinton
BN	Bouillon nutritif
CMB	Concentration minimal bactericide
CMI	Concentration minimal inhibitrice
<i>E.</i>	<i>Escherichia</i>
GA	Gomme arabique
GN	Gélose nutritive
GP	Glycoprotéine
McF	Macfarlane
MH	Mueller Hinton
<i>P.</i>	<i>Pseudomonas</i>
pH	Potentiel d'hydrogène
<i>S. ty</i>	<i>Salmonella thyphimirum</i>
sp.	Sous espèce

Table des matières

Remerciement

Dédicaces

Résumé

Abstract

Liste des tableaux

Les des figures et des photos

Liste des abréviations

I. Introduction.....	1
II. Matériel et Méthodes	7
II.1. Matériel biologique	7
II.1.1.Matériel végétale.....	7
II.1.2. Souches bactériennes	7
II.1.3.Conservation des souches	7
II.2.Méthodes	8
II.2.1 Préparation de la poudre de la gomme arabique.....	7
II.2.2.Préparation de la solution aqueuse de la gomme arabique	8
II.2.3. Détermination de l'activité antibactérienne de la GA contre les bactéries pathogènes	9
II.2.3.1. Préparation de la série des dilutions.....	9
II.2.3.2.Revivification des souches pathogène	9
II.2.3.3.Technique de diffusion sur milieu solide (par puits)	9
II.2.3.4. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)	9
II.2.3.4.1. Préparation de l'inoculum bactérien	10
II.2.3.4.2. Préparation de la gamme de concentration de la gomme arabique.....	10
II.2.3.4.3. Traitement des bactéries pathogènes par les solutions aqueuses de la gomme arabique	10
II.2.3.4.4. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB).....	11

II.3. Analyse statistique.....	11
III. Résultats et discussion	12
III. 1. Test de diffusion sur milieu solide (par puits)	12
III.2. Evaluation de la concentration minimale inhibitrice (CMI).....	14
III.3. Détermination de la concentration minimale bactéricide	15
Conclusion.....	17

Références

Annexes

Introduction

Introduction

Introduction

Les infections microbiennes sont des maladies dues au développement des microbes, chez l'homme ou l'animal, des bactéries ou des champignons dont certaines espèces sont pathogènes. Au cours de la dernière décennie, un grand intérêt a été réservé à l'étude des microbes, tant de point de vue biologique, nosologique et thérapeutique. Cette importance donnée à l'étude des maladies microbiennes fait suite à l'apparition de la résistance des souches aux médicaments les plus communément utilisés (Engonga et Clément, 2009) et aux complications que ces germes produisent chez des patients à profil clinique particulier. Ainsi les infections microbiennes autrefois qualifiées de banales, sont maintenant classées parmi les infections graves pouvant engendrer un taux élevé de mortalité et de morbidité chez les immunodéprimés et les diabétiques (Guillot 1989).

La chimiothérapie antimicrobienne a montré une grande efficacité contre les infections superficielles. Cependant, les atteintes profondes restent les plus difficiles à traiter compte tenu de la cytotoxicité antimicrobienne. Les microorganismes responsables les plus fréquemment rencontrés sont : *E. coli*, et les genres *Shigella*, *Salmonella*, *Yersinia*, rarement *Vibrio cholerae* qui ne se trouvent que dans des zones bien définies (Verbeken et al., 2003).

Face au problème posé par les résistances des microorganismes aux antibiotiques classiques, il y a un besoin impérieux de renouvellement constant des principes actifs (Mwambete, 2009). Ces molécules recherchées doivent posséder diverses autres propriétés chimiques et utiliser de nouveaux mécanismes d'action contre ces microbes pathogènes (Ngbolua et al., 2013). Les plantes médicinales restent la source la plus importante de molécules entrant dans la composition des antibiotiques (Marina, 2018)

Il devient donc logique de continuer ou même d'intensifier la recherche dans cette direction sachant que les plantes restent une source quasi inépuisable de biomolécules. La rationalité industrielle trouve dans cette démarche une base d'innovation pour la mise au point de médicaments nouveaux qui peut être source de gain de temps dans les processus de recherche et développement (Chominot, 2000). En plus actuellement une attention particulière est portée vers les médicaments et produits d'origine naturelle (Biswas et al., 2013).

Introduction

Les plantes médicinales sont des plantes possédant une activité pharmacologique à usage thérapeutique. Cette activité est due à la présence d'un certain nombre de substances actives dont la plupart agissent sur l'organisme humain. Elles sont utilisées en pharmacie humaine et vétérinaire, en cosmétologie, ainsi que dans la confection des boissons, soit nature, soit en préparations galéniques, soit encore sous forme de principes actifs pour l'obtention de médicaments (Naghibi, 2005 ; Babulka, 2007). Certaines plantes sont utilisées à l'état frais (menthe, mélisse, romarin, thym), mais aussi à l'état sec. Elles étaient et sont encore utilisées comme remèdes pour se soigner surtout dans les pays en voies de développements, des remèdes retrouvés dans la nature et pas chers et qui, avec le progrès de la chimie et de la pharmacologie, servent aujourd'hui à l'industrie pharmaceutique d'exemples pour la synthèse des médicaments non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi de sources pour l'invention de nouvelles molécules (Keller-Didier, 2004).

L'*Acacia* est un arbre qui se reproduit très vite et se propage rapidement, il est donc judicieux de contenir ses racines dès la plantation ou de prévoir une plantation isolée où ses racines pourront se déployer à leur aise. *Acacia* est un genre d'arbres et arbustes appartenant à la famille des Fabacées (sous-famille des Mimosoidées). Dans le langage courant, les espèces de ce genre prennent, selon les cas, l'appellation d'*Acacia*, cassier, mimosa, mulga ou encore tamarin. Le genre *Acacia* appartient à la famille des légumineuses et la sous-famille des *Mimosoideae*, qu'on trouve dans les régions tropicales sèches subtropicales notamment en Afrique. Regroupant des espèces de simple couvert végétal, La croissance facile et la résistance à la sécheresse, leur confèrent une importance économique très grande et variable (Saidou, 2012).

Les arbres d'*Acacia* produisent entre autres, du bois, des graines comestibles, des gommages de valeur et constituent une source de fourrage de haute qualité, riche en protéines pour la subsistance et la production commerciale du bétail puisqu'elles fournissent un feuillage pendant les périodes sèches en absence d'espèces herbacées. Elles sont des arbres fixatrices d'azote atmosphérique, capables de développer une double association symbiotique, avec des bactéries du genre *Rhizobium* d'une part et les champignons mycorhiziens d'autre part, et peuvent prospecter des horizons profonds du sol pour un meilleur enrichissement et l'amélioration de la fertilité du sol (Saidou, 2012).

Introduction

Dans les régions semi-arides, les Acacias sont très importants d'un point de vue écologique. Ce genre fournit de l'ombre aux êtres humains et aux animaux en plus de procurer (avec ses fruits en gousse) de la nourriture pour les animaux (par exemple, pour les chèvres et les dromadaires), deux espèces animales souvent domestiquées par la population locale, ou les girafes (Seymour 2001). On compte plus de 1500 espèces d'*Acacia* à travers le monde dont près de 1000 uniquement en Australie. C'est d'ailleurs un *Acacia* ou mimosa, le mimosa doré (*Acacia pycnantha*) qui est la fleur nationale de l'Australie.

Les arbres d'*Acacia* se rencontrent dans une grande variété de conditions écologiques, allant des zones littorales, aux zones fortement arrosées ou aux régions sub-montagneuses en passant par les zones arides ou subarides. C'est cependant dans ces dernières qu'on les rencontre le plus. Beaucoup d'espèces produisent de la gomme. La vraie gomme arabique provient de l'espèce *Acacia senegale* commune aussi bien dans les régions tropicales d'Afrique de l'Ouest qu'en Afrique de l'Est (Legesse et Vander, 1990).

En Inde, *Acacia arabica* produit de la gomme mais de qualité inférieure à la vraie gomme arabique. En Inde également, *Acacia concinna* est utilisée traditionnellement pour les soins des cheveux. L'arbre est aussi utilisé comme bois de combustion et comme matériaux de construction (comme les membrures des navires). Il peut aussi servir à construire des barrières de protection autour des villages et des champs (cela grâce aux épines pointues qui se trouvent sur les branches de l'*Acacia*) (Legesse et Vander, 1990).

La gomme arabique (GA) est un polysaccharide obtenu d'arbres d'*Acacia*. Parmi tous les exsudats de gomme, la gomme arabique a la valeur commerciale la plus élevée en raison de son application répandue dans les domaines alimentaires, pharmaceutiques, cosmétiques et industriels. Elle fonctionne comme un pansement naturel, protégeant la plante contre les sécheresses, l'invasion des insectes et les moisissures. Ce polysaccharide hydro-colloïdal, est totalement atoxique (E 414), neutre, inodore, insipide, stable et de faible viscosité. Elle possède des propriétés émulsifiantes, stabilisantes et épaississantes la rendant très recherchée dans différents domaines. Il y a plus de 1000 espèces de gomme d'*Acacia* ; seulement deux sont significatifs pour la production de cette dernière à des fins commerciales *Acacia senegale* et *Acacia seyal* (Mahfoudhi et al., 2014).

Les deux principaux types de la gomme arabique sont : la gomme arabique dure, obtenue par saignée de l'*Acacia senegal*, et La gomme arabique friable ou talha produite par l'*Acacia seyal* et, marginalement, par l'*Acacia Sieberianna* et l'*Acacia Laeta*.

Introduction

D'après le Codex alimentaire, seules les gommages produites par l'*Acacia senegal* et l'*Acacia seyal* ont la dénomination officielle de « gomme arabique ». Les qualités de gomme les plus appréciées sur le marché sont celles du Ferlo (Sénégal) et du Kordofan (Soudan) (Aafi, 2018)

La gomme arabique est un hétéro polysaccharide de structure complexe et ramifiée. Il s'agit d'un poly anion qui est généralement associé à des ions calcium, magnésium ou potassium pour former un sel d'acide polysaccharidique. La chaîne principale est essentiellement composée d'unités β -D-galactopyranosyl liées en 1- γ . Ces mêmes unités (β -D-galactopyranosyl) ramifient la chaîne principale en 1-6. Les ramifications sont également constituées d'unités α -L-arabinofuranosyl, α -L-rhamnopyranosyl, β -D-glucuronopyranosyl et 4-O-méthyl- β -D-glucuronopyranosyl. La gomme contient approximativement 39 à 42% de galactose, 24 à 27% d'arabinose, 12 à 16% de rhamnose, 14 à 16% d'acide glucuronique –qui lui confère son caractère anionique-, 1,5 à 2,6% de protéines et 0,22 à 0,39 % d'azote (Benyagoub et *al.*, 2016).

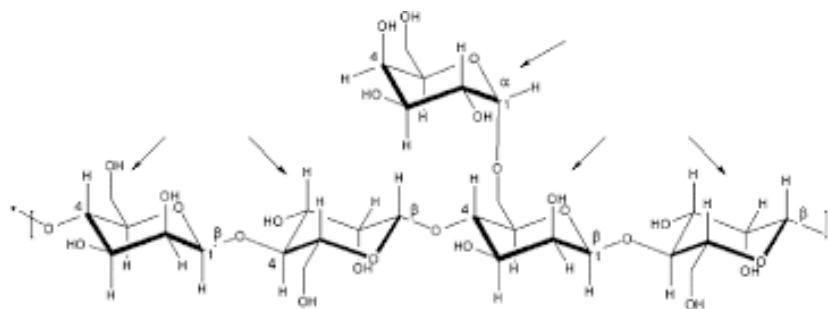


Photo1. Structure chimique de la gomme arabique

Trois fractions ont été identifiées, par chromatographie d'exclusion, dans la gomme arabique : la fraction arabinogalactane (AG), la fraction arabinogalactaneprotéine (AGP) et la fraction glycoprotéique (GP). La fraction AG représente près de 80% de la masse totale de la gomme, mais ne possède qu'une faible teneur en protéines : 0,35%. La fraction AGP représente moins de 10% de la masse totale de la gomme, et contient près de 12% de protéines. Sa masse molaire est de l'ordre de (0,3 à 2) x 10⁶g/mol. Cette fraction est constituée d'un assemblage de blocs polysaccharidiques autour de la chaîne peptidique qui donne une structure dite « wattle-blossom » et qui confère à la gomme un caractère

Introduction

amphiphile favorisant son adsorption à l'interface air-eau ou huile-eau, la fraction GP représente près de 1% de la masse totale de la gomme (Benyagoub et *al.*, 2016).

La gomme arabique est une bonne source d'antioxydants naturels. Il aide à la digestion des lipides. Il est utilisé contre quelques maladies, comme l'insuffisance rénale, les maladies cardiovasculaires et gastro-intestinales. La gomme arabique a des propriétés de prévention du cancer, par exemple, un maximum de succès en ce qui concerne la capacité coordonnée de piégeage des radicaux. Il est de plus en plus confirmé que la capacité antioxydant est due à sa fraction protéique, au sens général par les acides aminés, qui sont généralement considérés comme des agents de prévention du cancer (Aloqbi, 2020).

Plusieurs études ont montré la présence d'activités antimicrobiennes chez les gommes arabiques. En effet, des études ont montré le rôle adjuvant de la gomme arabique oxydée sur l'amphotéricine B, un antimicrobien utilisé dans le traitement des infections causées par les champignons *Candida albicans* et *Cryptococcus neoformans* et le parasite *Leishmania donovani*. La gomme arabique contient certaines enzymes qui présentent des propriétés antimicrobiennes telles que les pectinases (Benyagoub et *al.*, 2016).

Les extraits méthanoliques de la GA présentait une activité antimicrobienne contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus creus*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger* (Shehu et *al.*, 2018). Une étude récente a montré une activité antibactérienne importante des extraits organiques à différentes concentrations vis-à-vis *Klebsiella pneumoniae* (Code No. 684) isolée de l'homme (Aloqbi, 2020).

Des études ont également révélé l'effet important de la gomme arabique au tant qu'un agent anticancéreux et antibactérien vis-à-vis 12 souches a Gram positif et a Gram négatif. L'extrait de la gomme arabique a également montré un effet inhibiteur qui varie selon la concentration et selon le microorganisme vis-à-vis les deux souches *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* (Ait-Belhadj et Heddar, 2021). D'autre travaux, ont démontré l'activité antimicrobienne des oligosaccharides de la gomme d'amande sur du bœuf pendant le stockage réfrigéré. Les extraits de la résine de pin ont montré une activité antimicrobienne vis-à-vis *Staphylococcus aureus* (Gram-positif) et *Escherichia coli* (Gram-négatif) (Mardho, 2016). De plus, plusieurs gommes ont été utilisées dans la biosynthèse de nanoparticules testées pour leurs propriétés antimicrobiennes. Ces gommes ont révélé un effet positif qui a augmenté à chaque fois le potentiel antimicrobien de composé testé : gomme arabique nanoparticule (Ba-Abbad et *al.*, 2017).

Introduction

A cet effet, nous apportons notre modeste contribution par le présent travail qui porte

Sur l'étude des propriétés antibactériennes de la gomme arabique.

L'organisation du travail dans ce présent mémoire est comme suit :

- Une introduction générale sur la gomme arabique.
- Nous avons présenté le matériel utilisé ainsi que les techniques et les méthodes réalisés.
- Puis, nous avons exposé les résultats obtenues.
- En fin, nous avons conclu avec quelques perspectives.

Matériel et méthodes

Matériel et Méthodes

II. Matériel et Méthodes

II.1. Matériel biologique

II.1.1. Matériel végétale

La gomme arabique est un exsudat de sève solidifié est produite naturellement ou à la suite d'une incision sur le tronc et au pied de l'arbre. Dans notre étude, on a acheté une quantité de la gomme arabique qui provient, selon l'étiquette affichée sur la boîte, du produit de Soudan (Photo2)

Les cristaux de l'échantillon de la GA sont caractérisés par une couleur jaune qui tend à être brune, elle dispose d'une couleur brillanté et une saveur qui se ressemble à la gomme du pin. Elle est dure et difficile à casser. Elle se dissout complètement dans l'eau froide ou chaude en formant une solution visqueuse. Cependant lorsque l'on chauffe la gomme jusqu'à une température atteignant sa température d'ébullition elle va noircir.

II.1.2. Souches bactériennes

L'antagonisme des extraits aqueux de la GA a été testé vis-à-vis des souches pathogènes (Tab. 1) qui proviennent de la collection ATCC du laboratoire de microbiologie de l'université de Bordj Bou Arreridj.

Tableau 1. Liste des souches pathogènes.

Bactérie a Gram négatif	Bactérie a Gram positif
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	<i>Micrococcus luteus</i> ATCC NR-LB 7679
<i>Salmonella thyphimirum</i> ATCC 13311	<i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876
<i>Proteus mirabilis</i> ATCC 35659	

II.13. Conservation des souches

Les souches bactériennes ont été conservées à court terme (4°C) au réfrigérateur dans des tubes contenant de la gélose nutritive inclinée.

II.2.Méthodes

II.2.1. Préparation de la poudre de la gomme arabique

Les cristaux de la GA ont été lavés et séchés à l'ombre dans un endroit sec et aéré. Une fois séchée, la gomme arabique est broyée dans un moulin électrique jusque ce qu'elle devienne une poudre (Photo3).

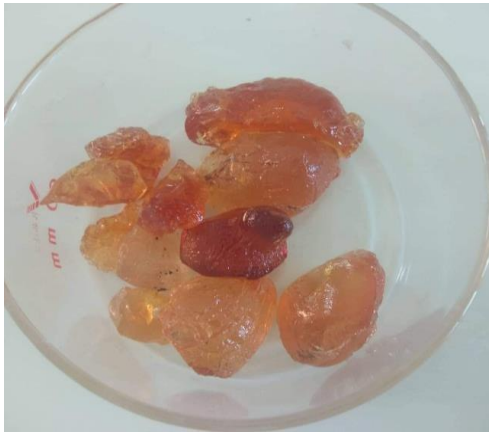


Photo2. Les cristaux de la gomme arabique.



Photo3. La poudre de la gomme arabique

II.2.2.Préparation de la solution aqueuse de la gomme arabique

La poudre de la gomme (5g) est solubilisée peu à peu dans l'eau distillée stérile (10 ml) à l'aide d'un agitateur vortex afin d'obtenir un extrait liquide homogène avec une concentration de 0.5g/ml.



Photo4. Solution aqueuse de la gomme arabique

II.2.3. Détermination de l'activité antibactérienne de la GA contre les bactéries pathogènes

II.2.3.1. Préparation de la série des dilutions

Une série de dilutions de 5 tubes contenant l'eau distillée stérile (5ml), a été réalisée à partir de l'extrait principale (0,5 g/ml) par un prélèvement de 5 ml vers un deuxième tube contenant 5 ml d'eau distillée stérile et le mélanger par un agitateur vortex et ainsi de suite pour obtenir les concentrations suivantes : (0,5; 0,25 ; 0,125 ; 0,0625 ; 0.0312 g /ml).

II.2.3.2.Revivification des souches pathogène

La revivification consiste à prendre quelques colonies des tubes contenant les souches conservées dans la GN incliné, et les mettre dans un tube à essai stérile contenant 5ml de Bouillon nutritif stérile préalablement préparé. Après incubation à 37°C (température optimale de croissance de ces bactéries) dans des boîtes Pétries contenant la GN pendant 24 heures, la croissance est appréciée par l'apparition d'es colonies bactérienne dans le milieu.

II.2.3.3.Technique de diffusion sur milieu solide (par puits)

Après 24h d'incubation, des colonies bactériennes sont prélevées et mélangées avec 5 ml de l'eau physiologique stérile jusqu'à l'obtention d'une densité optique (0.08-0.1) à l'aide d'un spectrophotomètre réglée à une longueur d'onde équivalent à 625nm qui correspond à 0,5 Mc Ferland.

Un prélèvement à partir de l'inoculum sert àensemencer de nouvelles boîtes de Pétri contenant le milieu Muller Hinton par la technique d'écouvillonnage. Des puits de 6 mm de diamètres sont effectués par une pipette Pasteur et sont chargés d'un volume de 30 µl de chaque concentration de l'extrait aqueux de la gomme arabique. Les boîtes de Pétri sont incubées à 37°C pendant 24h. Les résultats obtenus sont exprimés en diamètres des zones d'inhibition (mm) (Toty *al.*, 2013).

II.2.3.4. Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

La méthode de macro-dilution sur milieu liquide (Bouillon de MH) est utilisée pour évaluer quantitativement l'activité antibactérienne de la GA contre les bactéries pathogènes testées.

Matériel et Méthodes

La CMI est la concentration la plus faible des substances pour laquelle il n'y a pas de croissance visible à l'œil nu après un temps d'incubation de 18h à 24h (Toty et *al.*, 2013).

II.2.3.4.1. Préparation de l'inoculum bactérien

Les prés cultures de chaque souche pathogène sont préparés de la même façon que celles décrite précédemment pour le test de diffusion sur milieu solide.

II.2.3.4.2. Préparation de la gamme de concentration de la gomme arabique

La gamme de concentration de la GA a été commencée par la concentration 1g/ml en solubilisant 10g de la gomme dans 10 ml de l'eau distillée stérile. La série de dilution a été préparé dans 5 tubes à essais contenant 5ml de l'eau distillée selon une progression de raison 1 /2. Les concentrations obtenues sont : (0,5 ; 0,25 ; 0,125 ; 0,0625 ; 0,03125 g/ml).



Photo5. Série des dilutions de la gomme arabique aqueuse

II.2.3.4.3. Traitement des bactéries pathogènes par les solutions aqueuses de la gomme arabique

Pour chaque inoculum des souches bactériennes (*Escherichia coli* ; *Bacillus cereus* ; *Proteus mirabilis* ; *Salmonella thyphimirum* ; *Micrococcus luteus*), une série de 5 tubes numérotés de 1 à 5 a été réalisé, puis 1ml de l'inoculum bactérien a été mélangé avec 1ml de la solution aqueuse de la GA et de leur dilutions selon la gamme de concentration préparée. Les tubes sont incubés à 37°C pendant 24h. Le tube dont la concentration la plus faible a inhibé la croissance bactérienne correspond à la CMI.

II.2.3.4.4. Détermination de la concentration minimale bactéricide (CMB)

La concentration minimale bactéricide est la plus faible concentration de substance qui laisse au plus 0,01 % de germes survivant. A l'aide d'une anse de platine stérile et après agitation, les contenues des tubes dans lesquelles aucun trouble n'a été observé ont été prélevés et ensemencés sur boîte de Pétri contenant la GN, en commençant par le tube du CMI. L'ensemencement a été fait par stries parallèles de 5cm de long a à la surface de la gélose MH. Après 24h d'incubation à 37°C, l'absence d'une croissance bactérienne correspond à la CMB (Toty et *al.*, 2013).

II.3. Analyse statistique

L'analyse statistique des données obtenues a été effectuée à l'aide du logiciel R (version 3.5.1). Les comparaisons des différences entre les moyennes des traitements répétés 3 fois ont été faites par une analyse unidirectionnelle de la variance (ANOVA) suivie du test de Tukey à un niveau de signification de $P < 0,05$.

Les résultats de la comparaison des niveaux d'inhibition par deux concentrations inhibitrices ont été réalisés par le test de Student par le logiciel SPSS statistiques 25. Le seuil de signification de 0,05 est retenu.

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

III. 1. Test de diffusion sur milieu solide (par puits)

Les résultats de l'antagonisme de l'extrait aqueux de la GA vis-à-vis les souches pathogènes sont résumées dans les figures (1) et la photo(2). Selon la photo.2, l'inhibition des souches pathogènes n'a été obtenue qu'avec les concentrations 0,5g/ml et 0,25g/ml. En comparant l'effet inhibiteur de ces deux concentrations par le test de Student (voir Annexe I), il s'avère que l'inhibition des bactéries pathogènes augmente avec l'augmentation de la concentration de la GA.

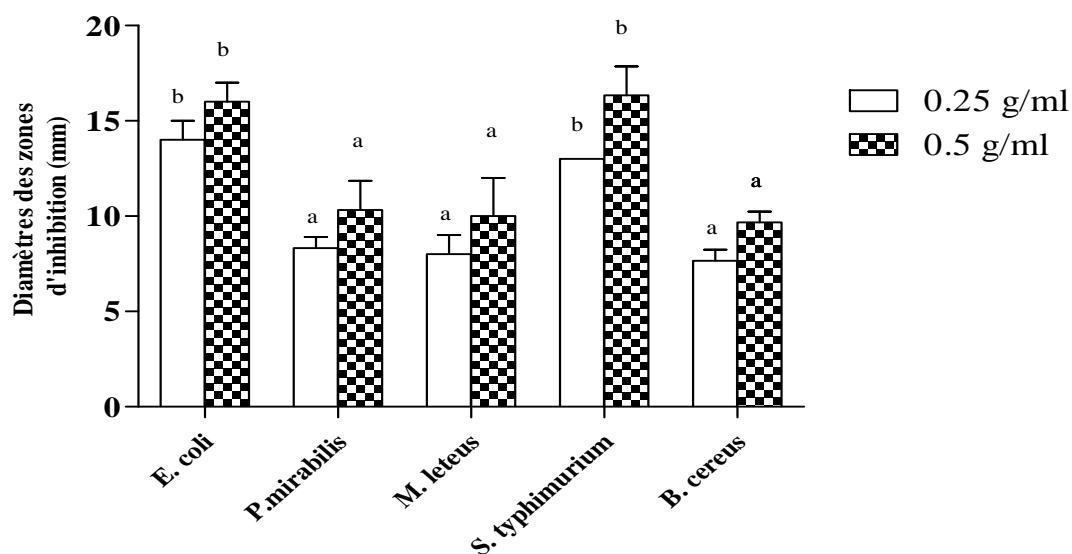
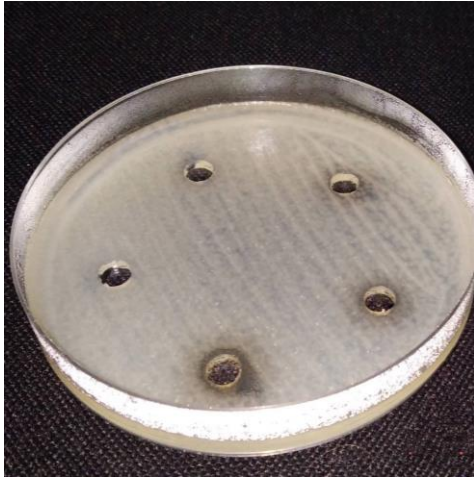


Figure 1. Diamètres des zones d'inhibition (mm) des solutions aqueuses de la GA contre les bactéries pathogènes

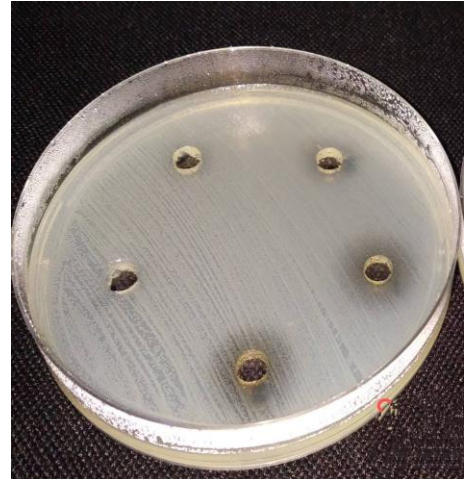
Les barres d'erreur représentent les écarts-types des valeurs moyennes des résultats de 3 répétitions
a, b: Les moyennes avec des lettres différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$) (Anova).

Selon la Figure. 1, l'effet inhibiteur de la GA diffère très significativement d'une souche à une autre ($p < 0,0001$) dans les deux concentrations inhibitrices. Dans l'extrait principale de la GA (0,5g/ml), une meilleure inhibition a été obtenue vis-à-vis *S. typhimurium* ($16,33 \pm 1,52$ mm) et vis-à-vis *E. coli* (16 ± 1 mm). Les bactéries restantes (*Bacillus cereus* ; *Proteus mirabilis* ; *Micrococcus luteus*) sont faiblement inhibées par la GA et ont eu le même niveau d'inhibition.

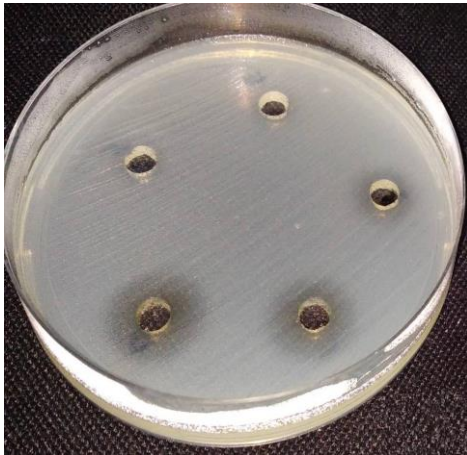
Résultats et discussion



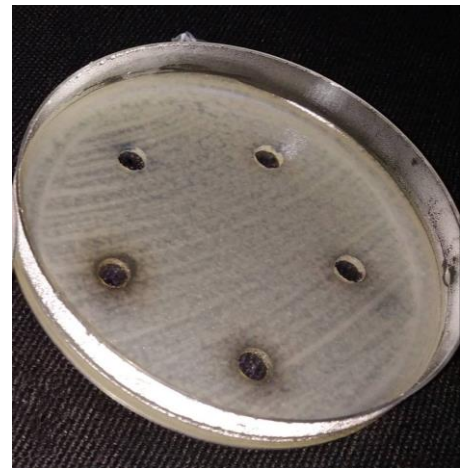
(a)



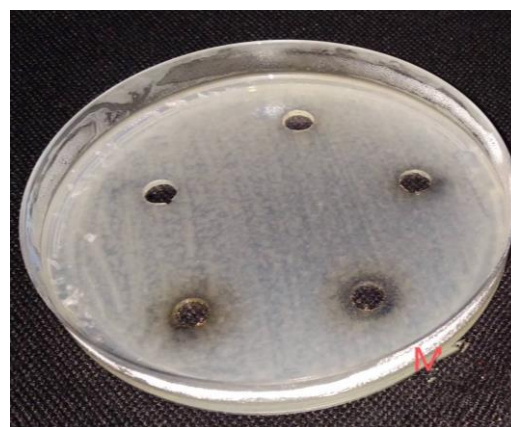
(b)



(c)



(d)



(e)

Photo6. Test antibactérien de la solution aqueuse de la GA contre des souches pathogènes sur gélose MH

(a) *Micrococcus luteus* (b) *Salmonella thyphimirum* (c) *Escherichia coli* (d) *Proteus mirabilis* (e) *Bacillus cereus*

Résultats et discussion

Pour la concentration de 0,25g/ml de la GA, une bonne inhibition a été obtenue contre *E. coli* (14±1 mm) suivi de *S. thyphimirum* (13±1 mm). Les bactéries restantes (*Bacillus cereus* ; *Proteus mirabilis* ; *Micrococcus luteus*) sont très faiblement inhibées par la GA qui ont eu le même niveau d'inhibition.

III.2. Evaluation de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

Après 24 h d'incubation des tubes contenant des souches et la solution aqueuse de la gomme arabique, à 37 C°, on a remarqué que l'inhibition de la croissance de toutes les souches bactériennes dans les tubes dont la concentration de la GA est (0,25g/ml), c'est à dire la concentration minimale inhibitrice est de (0,25g/ml)



Photo 7. Détermination de la CMI de la gomme arabique

(a) *Salmonella.thyphimirum* **(b)** *Esherichia.coli* **(c)** *Micrococcus.leteus* **(d)** *Bacillus.cereus* **(e)** *Proteus.mirabilis*

III.3. Détermination de la concentration minimale bactéricide

Après 24h d'incubation des boîtes contenant les souches testées à 37C°, on a remarqué une croissance normale des souches ensemencées a partir des tubes du CMI (0,25g/ml) et d'autres contenant une concentration double de la CMI (0,5g/ml). Cette croissance indique que la gomme arabique a une activité antimicrobienne bactériostatique et non bactéricide.

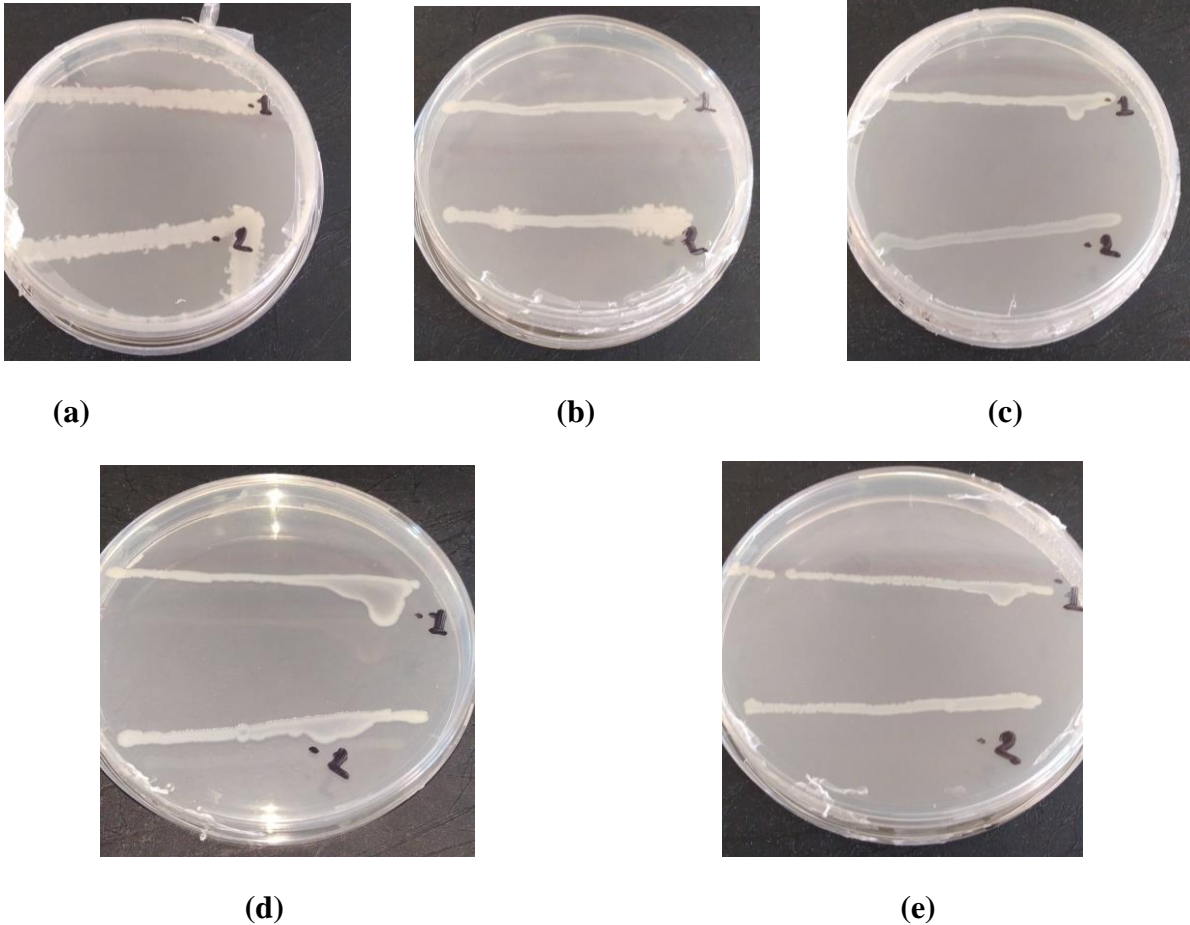


Photo 8. Détermination de CMB de la solution aqueuse de la gomme arabique sur GN

(a) *Bacillus cereus* (b) *Proteus mirabilis* (c) *Escherichia coli* (d) *Salmonella thyphimirum*

(e) *Micrococcus.leteus*

Résultats et discussion

L'étude d'*AitElhadj et Heddar (2021)*, sur les propriétés antibactériennes chez les gommes de plantes montre que la gomme arabique est la gomme la plus efficace sur les bactéries responsables d'infection. La même étude montre qu'aucune des solutions de gomme testées n'a présenté un effet inhibiteur sur la souche *E. coli* ce qui signifie la résistance de cette bactérie à plusieurs types de gommes notamment la gomme arabique. Dans la même étude, *Bacillus cereus* et *Proteus mirabilis* ont montré une certaine résistance y compris à la GA et même à d'autres gommes, ce qui est proche de nos résultats obtenus. Ce qui a été expliqué par la complexité de la paroi cellulaire des bactéries à Gram positif qui agissent comme barrière et les rendent plus résistantes aux agents antibactériens.

Une bonne inhibition des souches à Gram négatif (le cas de *S. typhimurum* et *E. coli*) par la GA a été notée. Cela peut être expliqué par leur sensibilité à certains des composés antibactériens de la GA.

Une autre étude menée par *Fasogbon et al. (2021)*, a montré que la GA inhibe efficacement *E. coli* (12 mm \pm 0,82) et *S. typhimurum* (20 mm \pm 1,41) avec une concentration de (0,75g/ml), ces résultats sont proches des nôtres.

Par contre, l'étude de *Benyagoub et al. (2016)* sur la recherche de l'activité antibactérienne chez la gomme d'*Acacia tortilis* vis-à-vis *E. coli* a montré un diamètre d'inhibition de 10 mm avec une concentration maximale de (1g/ml) de l'extrait à base de la GA, alors que le diamètre d'inhibition obtenu dans notre étude est de 16 mm vis-à-vis de la même souche. La même étude a confirmé que les bactéries à Gram négatif montrent une résistance importante à la gomme arabique par rapport à Gram positif.

Les résultats nous ont permis de constater que les diamètres de la zone d'inhibition diffèrent d'une bactérie à une autre et d'une concentration à une autre. Les résultats montrent clairement l'apparition de zones d'inhibition avec l'augmentation de la concentration des solutions appliquées.

L'activité antibactérienne de la solution aqueuse de la gomme arabique est probablement active grâce aux différents agents chimiques présents dans cet exsudat polysaccharidique y compris la saponine, les huiles essentielles, le tanin, les flavonoïdes, les poly phénols et les alcaloïdes et la teneur élevée en terpènes. La gomme arabique contient aussi plusieurs types d'enzymes telles que les oxydases, les peroxydases et les pectinases, dont certains ont des propriétés antimicrobiennes (Benyagoub et al, .2016)

Résultats et discussion

Les résultats nous ont permis aussi de voir le potentiel antibactérien de la gomme arabique contre *Salmonella typhimurum* et *E. coli*. La gomme arabique a fait l'objet de plusieurs études récentes ou elle a montré un effet inhibiteur intéressant vis-à-vis de ces deux espèces bactériennes (AitElhadj et Heddar, 2021).

Conclusion

Conclusion

Dans cette étude qui avait pour le but d'évaluer l'activité antibactérienne de la gomme arabique provenant de la plante médicinale *Acacia. sp* sur 5 souches pathogènes responsables des maladies infectieuses chez l'homme. Il ressort que la sensibilité et les résistances des souches différentes d'une bactérie à une autre.

Plus la concentration de la gomme aqueuse augmente, plus les zones d'inhibitions ne sont importantes. L'effet antibactérien de la gomme arabique varie d'une souche à une autre et peut dépendre de plusieurs paramètres.

À travers les résultats obtenus, la gomme arabique largement utilisée en médecine traditionnelle, possède un potentiel antibactérien qui varie de faible au moyen. Par conséquence, elle pourrait fournir la source de candidats de médicaments biologiquement actifs et peut donc être un agent thérapeutique en prévenant ou en guérissant les maladies infectieuses.

Ce serait intéressant de continuer l'étude sur la gomme arabique à savoir :

- L'extraction des molécules bioactives (en utilisant des solvants d'extraction).
- Tester l'effet de cette gomme arabique sur d'autres souches microbiennes notamment sur les champignons (levures et moisissures) potentiellement pathogènes pour l'homme afin de voir si la gomme est dotée d'un large spectre d'activité.
- Une caractérisation chimique permettrait de déterminer la nature du /ou/ des agents bioactifs.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Aafi. A. (2018). La gomme arabique. <http://docplayer.fr/30406318-La-gomme-arabique-dr-aafi-abderrahman.html>.

Aloqbi. A. (2020). Mémoire Recherche des propriétés antibactériennes chez les gommes des plantes. Université Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU. Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques.

Ait-Belhadj .A., Heddar.(2021). Mémoire Recherche des propriétés antibactériennes chez les gommes des plantes. Université Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU. Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques.

Biswas .B, Rogers. K., McLaughlin . Daniels F,D., Yadav .A. (2013).Antimicrobial Activities of Leaf Extracts of Guava (*Psidium guajava* L.) on Two Gram-Negative and Gram-Positive Bacteria. International journal of microbiology. Volume 2013 | Article ID 746165 | <https://doi.org/10.1155/2013/746165>

Benyagoub .E, . Anouar A, . Ahmed .M.S, . Nebbou. N, .Bouloufa. A.(2016). Essai d'évaluation de l'activité antibactérienne de la gomme arabique d'Acacia tortilis (Forssk) contre quelques souches bactériennes pathogènes. Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 85, 2016, p. 237 – 252

Ba-Abbad .M, Takriff .M.S, . Benamor. A, . Mahmoudi .E.. A.W.Mohammad.(2017) Arabic gum as green agent for ZnO nanoparticles synthesis: properties, mechanism and antibacterial activity.J.Matter Sci : Mater Electron(2017) 28 :12100-12107.DOI : 10.1007/s10854-017-7023-02.

Babulka.P(2007) ; Naghibi.L (2005). Plantes médicinales du traitement des pathologies rhumatismales: de la médecine traditionnelle à la phytothérapie moderne.

Chominot Albert. (2000). Valorisation des plantes médicinales par l'industrie pharmaceutique. Courrier de l'environnement de l'INRA n°39, février 2000.p1-8.

Fasogbon. A, Pouranaghi, P.Najafi, M. .Zangeneh .M, .Zangeneh. A. .Moradi .M.M. (2021).Evaluation of Antimicrobial Activity and Phytochemical Screening of Pimpinellaanisem's Essentiel Oil.International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Reaserch ; 8(11) ; p : 1886-1890.

Guillot J.F. (1989).Apparition et évolution de la résistance bactérienne aux antibiotiques.Annales de recherche vétérinaires, INRA édition, 20(01), pp.3-16.hall-00901839.

Références bibliographiques

Keller-Didier(2004). Les plantes médicinales. ALS (séance du 25 avril 2004).p1-8.
<https://als.univ-lorraine.fr/files/conferences/dossiers/jardins/12-PlantesMedicinales.pdf>.

Ligesse.K, Vander.R(1990).Population ecology of *Acacia tortilis* in the semi-aride région of the Soudan. Journal of Vegetation Science Volume 1, Issue 3 p. 419-424.

Mardho .F.(2016).Gomme arabique Un profil de produit de base par INFOCOMM Fonds de la CNUCED pour l'information sur les marchés des produits de base agricoles.
<https://www.nkalo.com/gomme>.

Mwambete .KD. (2009). The *in vitro* antimicrobial activity of fruit and leaf crude extracts of *Momordica charantia*: A Tanzania medicinal plant. Afr Health Sci. 2009 Mar; 9(1): 34–39.

Mahfoudhi, Renata Sessa.M, M.Chouaibi, G.Ferrari ,Francesco.D., S.Hamdi (2014). Assessment of emulsifying ability of almond gum in comparison with gum arabic using response surface methodology. Food Hydrocolloids Volume 37, June 2014, Pages 49-59.

Marina. A. (2018). Composition and structure of gum Arabic in solution and at oil-water interfaces. Thèse de doctorat. École doctorale Mécanique, énergétique, génie civil et procédés (Toulouse).

Ngbolua K.N., Mudogo V., Mpiana P.T., Malekani M.J., Rafatro H., Urverg Ratsimamanga S., Takoy L., Rakotoarimana H., Tshibangu D.S.T..(2013). Evaluation de l'activité antirépanocytaire et antipaludique de quelques taxons végétaux de la République Démocratique du Congo et de Madagascar. Ethnopharmacologie, n°50, juillet 2013.p19-24.

Obame.E, Clément.L. (2009).Etude Phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines. Thèse de doctorat .Université d'Ouagadougou unité de formation et de recherche sciences de la vie et de la terre.

SAIDOU .C.(2012). Propriétés physico-chimiques et fonctionnelles des gommes hydrocolloïdes des écorces de *Triumfetta cordifolia* (tiliacée) et de *Bridelia thermifolia* (Euphorbiacée).Thèse de doctorat. Université de Grenoble.

Shehu .Z, Lamayi. D.W, Sabo. M.A., Shafiu. M. M. (2018). Synthesis, Characterization and Antibacterial Activity of Kaolin/Gum Arabic Nanocomposite on *Escherichia Coli* and *Pseudomonas Aeruginosa*. Research Journal of Nanoscience and Engineering Volume 2, Issue 2, 2018, PP 23-29 ISSN 2637-5591.

Références bibliographiques

Toty A, .Guessennd. N, .Bachir C, .Kra A.M, D.Otokore. Dosso.A.M. (2013) .Evaluation in vitro de l'activité antibactérienne de l'extrait aqueux de l'écorce de tronc de Harungana madagascariensis sur la croissance de souche multi-résistantes .Bulletin de la Société Royal des Sciences de Liège ,V82,2013,p12-21.

Verbeken .D, Dierickx .S., Dewettinck .K. (2003).Exudates gums : Occurrence, production and applications .Appl Microbial Biothechnol 63.10-21.DOI 10.1007/s002536003613546z.

Annexes

Annexe I

Résultats du test de student

	Moyenne	Ecart type	Différences appariées		t	ddl	Sig. (bilatéral)	
			Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 % Inférieur Supérieur				
Paire 1	VAR00001 - VAR00002	2.3125 0	1.0144 8	.25362	1.77192 2.85308	9.118	15	.000

Annexe II : composition des milieux liquides et gélosés utilisés :

Composition de Mueller Hinton agar

pour 1 litre de l'eau distillée on mélange
Hydrolysate acide de caséine (peptone)..... 17,5 g
Extrait de viande..... 2g
Amidon..... 1,5 g
Calcium..... 20 a 25 g
Magnésium 10 a 12,5 g
Agar 15g
pH..... 7,4 +/- 0,2
Stérilisation a 121C° pendant 15min

Composition de Mueller Hinton bouillon

Pour 1 litre de l'eau distillée on mélange
Extrait de viande..... 17,5 g
Infusion de viande..... 2g
Amidon 1,5 g
Ph..... 7,4 +/- 0,2
Stérilisation a 121C° pendant 15 min

Composition de gélose nutritive

Pour 1 litre de l'eau distillée
Extrait de viande..... 1g
Extrait de levure 2,5 g
Peptone..... 5g
Chlorure de sodium..... 5g
pH..... 7

Composition de bouillon nutritif

Peptone..... 5g
Extrait de viande..... 3g
pH..... 6,8 +/- 0,2

Résumé

Les agents pathogènes infectieux apparaissent comme des problèmes de santé importants et les principales causes de maladies infectieuses et de décès dans le monde. La multi-résistance de ces agents pathogènes aux médicaments est devenue un grand problème lors des traitements de ces infections. Il est nécessaire donc de rechercher d'autres alternatives efficaces sans effets nocifs pour la santé à partir de la médecine traditionnelle qui se basent sur les plantes médicinales. C'est pourquoi nous nous intéressons dans ce travail à l'évaluation du pouvoir antibactérien, par la technique de diffusion sur agar de la gomme arabique d'*Acacia* .sp contre quelques souches bactériennes responsables des maladies infectieuses chez l'homme. Le pouvoir antibactérien de la gomme arabique est proportionnellement lié à l'augmentation de la concentration de la solution aqueuse. De plus, une bonne activité de la gomme arabique a été obtenue contre *Salmonella thyphimirum* et *Escherichia coli* par rapport aux autres souches testées. La concentration minimale inhibitrice de la solution aqueuse de la gomme arabique est égale à 0,25g/ml. Néanmoins, la gomme arabique ne possède pas un effet bactéricide sur les souches pathogènes testées. A partir des résultats obtenus de cette étude, il s'avère que la gomme arabique possède un effet antibactérien non négligeable, ce qui laisse prévoir leur application en médecine traditionnelle.

Les mots clés : *Acacia* sp. Bactéries pathogènes, pouvoir antibactérien, gomme arabique, plantes médicinales.

Abstract

Infectious pathogens are emerging as important health problems and the main causes of infectious diseases and deaths in the world. The multi-resistance of these pathogens to drugs has become a great problem in the treatment of these infections. It is therefore necessary to search for other effective alternatives without harmful effects to health from traditional medicine based on medicinal plants. That is why we are interested in this work in the evaluation of the antibacterial power, by the technique of diffusion on agar of the gum arabic of *Acacia* .sp against some bacterial strains responsible for infectious diseases in humans. The antibacterial power of gum arabic is proportionally related to the increase of the concentration of the aqueous solution. Moreover, a good activity of gum arabic was obtained against *Salmonella thyphimirum* and *Escherichia coli* compared to other tested strains. The minimum inhibitory concentration of the aqueous solution of gum arabic is equal to 0.25g/ml. Nevertheless, gum arabic does not have a bactericidal effect on the tested pathogenic strains. From the results obtained from this study, it appears that gum arabic has a significant antibacterial effect, which suggests their application in traditional medicine.

Keywords: *Acacia* sp., pathogenic bacteria, antibacterial power, gum arabic, medicinal plants.