

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHSCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE - MICROBIOLOGIE

Mémoire Pour l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Biotechnologiques

Option : Biotechnologie microbienne

Présenté par :

M^{elle} AIT ELHADJ Dyhia

M^{elle} HEDDAR Karima

Thème

**Recherche des propriétés antibactériennes chez les
gommes de plantes**



Date : 07/11/2021

Promoteur

Pr. HOUALI Karim

Devant le jury composé de

Président : IRATNI AICHE Ghenima MCB

Examineur : SEBBANE Hillal MCB

Co-promoteur : BARIZ Karim MCB

Année universitaire : 2020- 2021

Remerciements

Tout d'abord, On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la patience et la force de vouloir et pouvoir continuer surtout dans les moments les plus difficiles, pour la réalisation de ce modeste travail.

On tient tous d'abord à exprimer nos remerciements les plus sincères à notre promoteur Pr. HOUALI Karim. Vos qualités académiques et professionnelles font de vous une personne remarquable. Votre simplicité, sérénité, abord facile, esprit communicatif, rigueur scientifique, votre volonté de transmettre votre savoir aux jeunes, votre franchise font de vous un exemple à suivre. Merci pour la confiance que vous nous avez témoigné tout au long de ce travail. Veuillez trouver ici cher professeur l'expression de nos sentiments les plus respectueux.

On tient aussi à exprimer nos remerciements à notre co-promoteur M. BARIZ Karim, MCB à l'université de Mouloud Maameri de Tizi Ouzou. On vous exprime par ces quelques mots notre profond respect et notre reconnaissance pour avoir acceptée de diriger ce travail.

Nos sincères remerciements au président de jury Mme IRATNI AICHE Ghenima : MCB à l'université de Mouloud Maameri de Tizi Ouzou pour nous faites l'honneur d'accepter la présidence du jury.

Nos sincères remerciements à notre examinateur SABBANE Hillal : MCB à l'université Mouloud Maameri de Tizi Ouzou, d'avoir acceptée d'examiner et discuter ce travail. On tient à vous exprimer tout notre respect et notre estime.

Nos profonds remerciements vont également à tout le personnel du laboratoire, pour leurs aides et leurs conseils lors de la conception de ce travail.

On remercie aussi tous nos collègues, enseignants et responsables, ainsi que les personnels administratifs de l'université qui ont participé de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dyhia

Karima

Dédicace

Je dédie ce travail

À mes chers parents Fatiha et Said,

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 Lynda, Nadia, Mounia et mon frère Samir,

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 Manel,

Je te dédie ce travail en te souhaitant la bienvenue entre nous. Que la joie t'accompagne pour toute ta vie.

À mon fiancé Djaffer,

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 Karima,

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.

Dyhia

Dédicace

Je dédie ce mémoire à:

Mes très chers parents,

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 fait de 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'ont 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 ;

Mes chers frères Mohamed et Idir, ma chère sœur Feirouz,

Je ne peux exprimer à travers ces lignes tous mes sentiments d'amour envers vous. Puisse l'amour et la fraternité nous unissent à 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 ;

Mon fiancé Yacine,

Ton amour ne m'a procuré que confiance et stabilité. Tu as partagé avec moi les meilleurs moments de ma vie, aux moments les plus difficiles de ma vie, tu étais toujours à mes côtés, Je te remercie de ne m'avoir jamais déçu. Aucun mot ne pourrait exprimer ma gratitude, mon amour et mon respect ;

Mon binôme Dyhia,

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.

Karima

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux.....	i
Liste des figures.....	ii
Liste des abréviations.....	iii
Introduction générale.....	1

Synthèse bibliographique

1. Gommose.....	3
2. Mécanisme de la gommose	3
3. Définition de la gomme	4
4. Les végétaux producteurs de la gomme	5
4.1 Abricotier	5
4.2 Amandier.....	5
4.3 Cerisier	5
4.4 Acacia	5
5. La gomme arabique	6
5.1. Les propriétés chimiques de la gomme.....	7
5.2. Les propriétés physiques de la gomme	8
5.3. Les propriétés biologiques de la gomme.....	9
5.3.1. Activité anti-inflammatoire de la gomme.....	9
5.3.2. Activité antioxydante de la gomme	9
5.3.3. Effet anticancéreux.....	11
5.3.4. Effet contre l'obésité	12
5.3.5. Autres effets	12
6. Les propriétés antimicrobiennes chez les organismes vivants	12
6.1. Chez les microorganismes.....	12
6.2. Chez des végétaux.....	13
6.2.1. Propriétés antimicrobiennes de la gomme arabique.....	13
7. La nécessité de rechercher de nouvelles molécules antibactériennes	15

Matériel et méthodes

1. Objectif et choix de l'étude.....	16
2. Collecte des échantillons de gommes	16
3. Préparation des solutions de gommes à tester	17
3.1 Préparation des gommes.....	17
3.2 Macération	17
3.3 Filtration.....	18
4. Préparation des milieux de culture.....	19
4.1 Préparation de BHIB	19
4.2 Préparation de BHIA	19
4.3 Préparation de milieu Mueller-Hinton.....	19
5 Stérilisation de matériel.....	19
6 Les souches bactériennes testées	19
7 Activité antibactérienne.....	20
7.1 Repiquage.....	20
7.2 Préparation de la suspension bactérienne.....	20
7.3 Standardisation.....	20
7.4 Méthode de diffusion sur disque en milieu Mueller-Hinton Agar.....	21

Résultats et discussion

Résultats	22
1. Vérification de la pureté des souches de la collection de notre laboratoire	22
1.1 Observation macroscopique des souches bactériennes.....	22
1.1.1 <i>Escherichia coli</i>	23
1.1.2 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23
1.1.3 <i>Bacillus cereus</i>	23
2. Recherche des propriétés antibactériennes des différentes gommes.....	23
2.1 Test antibactérien	23
Discussion générale	26
Conclusion et perspectives.....	30
Résumé	
Références bibliographiques	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Collecte et provenance des échantillons des gommes testées	16
Tableau 2 : Les quantités de gomme et de l'eau utilisées pour la préparation des solutions de gommes à tester	17
Tableau 3 : Tableau récapitulatif des résultats de résistance et de sensibilité des souches vis-à-vis des différentes gommes par le test de disque	24

Liste des figures

Figure 01 : exsudation de gomme chez l'abricotier	4
Figure 02 : Structure chimique de la gomme arabique	7
Figure 03 : Gomme arabique.....	8
Figure 15 : Exemple d'un résultat de résistance/Sensibilité de la souche Staphylococcus aureus, vis-à-vis la gomme arabique, par la méthode de diffusion sur disque sur milieu Mueller Hinton Agar	25

Liste des abréviations

ATCC: American Type Center Collection

DI: Diamètre d'Inhibition

DO : Densité Optique

GA : Gomme Arabique

GAB: Gomme de l'abricotier

GAM: Gomme d'Amandier

GC: Gomme de Cerisier

GN: Gélose Nutritive

MHA: Mueller-Hinton Agar

BHIB : Brain Heart Infusion Brouth

BHIA: Brain Heart Infusion Agar

mL: Millilitre

pH: Potentiel d'Hydrogène

R: Résistant

S: Sensible

µl: Microlitre

Depuis toujours, les maladies infectieuses sont en constante augmentation et constituent la principale menace pour la santé publique (Akinpelu *et al.*, 2015).

L'antibiothérapie est l'un des moyens efficaces dont l'humanité dispose pour faire face à cette invasion de pathogènes (N'tcha *et al.*, 2017 in Bashige *et al.*, 2018).

En recevant le prix Nobel pour la découverte de la pénicilline en 1945, Alexander Fleming a informé la communauté scientifique que le mésusage des antibiotiques conduirait, dans un futur proche, à l'émergence d'agents pathogènes microbiens résistants à ces substances (Djinny *et al.*, 2019). La prédiction de Fleming était vraie, nous sommes ainsi confrontées ces dernières décennies à l'émergence des bactéries multi-résistantes qui menacent le monde entier.

Dans ce contexte, on comprend l'intérêt de passer au criblage de diverses recettes utilisées en médecine traditionnelle (Bashige *et al.*, 2018), afin de trouver de nouveaux composés antimicrobiens. Cette recherche s'est focalisée, ces dernières années, sur les nouveaux agents antimicrobiens d'origine végétale (Benyagoub *et al.*, 2016).

Les produits naturels, d'origine végétale constituent une alternative potentielle pour traiter différentes maladies causées par les microorganismes

De ce fait, plusieurs sources végétales tels que les huiles essentielles (Ghavam *et al.*, 2020 ; Denkova-Kostova, 2019 ; El Atki *et al.*, 2019) et les extraits ont été testés pour l'activité antibactérienne (Ribeiro, 2020).

De plus, un autre groupe de composés naturels est connu pour posséder plusieurs activités biologiques notamment l'activité antimicrobienne, il s'agit des exsudats de plantes (Licá *et al.*, 2018). Parmi ces exsudats, la gomme qui est utilisé dans des applications quotidiennes pour plusieurs maladies et est considéré comme protecteur contre les infections bactériennes (Baïen *et al.*, 2020). Récemment, plusieurs études ont démontré le potentiel antimicrobien intéressant chez les gommages végétales (Baïen *et al.*, 2020 ; Al-Behadliyy *et al.*, 2020 ; Shehu *et al.*, 2019 ; Al alawi *et al.*, 2018 ; Shehu *et al.*, 2018).

Pour cela, l'objectif de notre travail est de rechercher des propriétés antibactériennes chez la gomme arabique et d'autres gommages récoltées de différentes régions de la wilaya de Tizi-ouzou : gomme de cerisier de la région de Michelet, gomme d'amandier et d'abricotier de la région de Tizi-gheniff. Les propriétés antibactériennes de ces gommages seront testées vis-

à-vis de 6 souches de référence de la collection ATCC fournie par notre laboratoire. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ; *Escherichia coli* ATCC 25922 ; *Salmonella enterica* ATCC 14028 ; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ; *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p ; *Bacillus cereus* ATCC 14579.

Recherche Bibliographique



Ces dernières années, un grand intérêt a été consacré au développement de nouvelles applications des gommages naturelles. Ces polymères sont préférés aux polymères synthétiques et semi-synthétiques car ils sont non toxiques, moins chers, biodégradables et largement disponibles. Malgré la description bien fournie dans la littérature pour les caractéristiques des gommages végétales, il y a un manque distingué des différentes familles productrices de gommages et leurs applications potentielles. Parmi ces gommages, celles produites par la famille des Rosacées (ex : amandiers, abricotiers, cerisiers, pêches, et pruniers) ont fait l'objet d'une attention particulière (Bouaziz *et al.*, 2016).

1. Gommage

La formation de gommages est un phénomène naturel, dans lequel les tissus végétaux internes se désintègrent par un processus appelé gommage (Bouaziz *et al.*, 2016). Le gommage est défini comme une maladie due à une attaque microbienne ou à une incision suivie d'une attaque microbienne (Mahfoudhi *et al.*, 2012 in Rezaei, 2016).

Les arbres produisent des exsudats de gomme dans le cadre de leur système de défense naturel contre le stress biotique (infections bactériennes et fongiques, attaque d'insectes et de termites) ou abiotique (mécanique, chimique) : blessures physiques, conditions de croissances défavorables ou autre état de stress (Inamuddin *et al.*, 2021).

2. Mécanisme de la gommage

Les facteurs cités ci-dessus agissent via la voie de synthèse de l'éthylène dans les tissus des plantes. Cette molécule est considérée comme le principal facteur responsable de l'induction de la gommage. De l'éthylène ou des composés libérant de l'éthylène (par exemple l'éthéphon (2-chloroéthylphosphonique acide) stimulent considérablement la formation de gomme dans les arbres de la famille des Rosacées. (Bouaziz *et al.*, 2016).

Au cours de la gommage, les gommages exsudatives sont spontanément exsudées des incisions naturelles ou artificielles sur l'écorce ou les racines en raison de la dégradation des composants de la paroi cellulaire, principalement la cellulose (Inamuddin *et al.*, 2021).

Les gommages exsudées sous forme liquide et, lors de l'exposition à l'air libre, se dessèchent en corps amorphes sous forme de larmes. Après un séchage naturel, ils forment des exsudats durs et vitreux de différentes couleurs allant du blanc au pâle/foncé ambre, et du gris pâle au brun foncé. La formation de gomme est abondante pendant l'été, tandis qu'en

hiver leur sécrétion est très lente ou absente. Un large éventail de familles telles que les légumineuses, Sterculiacées, Anacardiacees, Combretacées, *Meliaceae*, Rutacées et Rosacées, produisent des gommages (Bouaziz *et al.*, 2016).



Figure 01 : exsudation de gomme chez l'abricotier

3. Définition de la gomme

Les gommages sont principalement de longs polysaccharides complexes à chaîne constitués d'aldohexoses, d'aldopentoses et acides uroniques liés entre eux par des liaisons glycosidiques. Elles sont produites par divers arbres et arbustes par le processus de gommage (Bouaziz *et al.*, 2015). Il s'agit des exsudats collants comestibles et secs, qui sont riches en fibres solubles non-visqueuses (Kuck et Norena, 2016). Ces polysaccharides, ont une large gamme de caractéristiques structurales qui donnent lieu à différentes propriétés fonctionnelles ; par conséquent, une large gamme d'applications (Rezaei *et al.*, 2016). La consommation de la gomme chez l'homme est sans danger d'où son utilisation comme substance pharmaceutique ou comme additifs alimentaires en plus d'autres utilisations industrielles (Bashir *et al.*, 2016).

4. Végétaux producteurs de la gomme

a. Abricotier

Prunus armeniaca L., connu sous le nom d'abricotier, est un arbre fruitier à feuilles caduques (Lee *et al.*, 2014). L'abricotier appartient au genre *Prunus* et à la famille des *Rosaceae* et à l'ordre des *Rosales*. Cet arbre peut avoir plus de 6 mètres en conditions favorables. Sa floraison est précoce (entre février et avril). Les fleurs, assez grandes, sont blanches ou roses pâle, (Yilmaz et Gurcan, 2012). C'est une plante originaire de l'Est, notamment de Chine et du Japon (Lee *et al.*, 2014). L'abricot a été utilisé en médecine traditionnelle pour le traitement de plusieurs maladies, ses graines sont utilisées pour traiter les hémorragies, la respiration sifflante, l'asthme, l'infertilité et l'inflammation des yeux (Benskey *et al.*, 2004 in Nafis *et al.*, 2020). De plus, l'abricot possède une activité antimicrobienne spécifiquement contre les maladies de la peau comme l'acné *vulgaris*, ainsi qu'une activité antipelliculaire (Ramadan *et al.*, 2018).

b. Amandier

Prunus amygdalus est une espèce du genre *Prunus*, sous genre *Amygdalus*, appartenant à la famille des *Rosaceae*, il pousse dans les régions subtropicales, en particulier dans les espaces méditerranéens, sud-ouest de l'Asie et le Moyen-Orient. Il produit beaucoup d'exsudats de gommages clairs de couleurs rouge, jaune et blanc obtenus de son tronc, de ses branches et de ses fruits (Rezaei, 2016). Les études pharmacologiques actuelles montrent que l'amandier doux a plusieurs activités biologiques, notamment des effets pré-biotiques, antimicrobiens, antioxydants, anti-inflammatoires, anticancéreux, hépato-protecteurs, cardiométaboliques, nootropes, anxiolytiques, sédatifs-hypnotiques et améliorant le système nerveux (Krimi *et al.*, 2021).

c. Cerisier

Comme l'abricotier et l'amandier, le cerisier (*Prunus cerasus*) appartient aussi au genre *Prunus* et à la famille des *Rosaceae* sous genre *Cerasus* (Shi *et al.*, 2013).

d. Acacia

Le genre *Acacia* appartient à la famille des *Leguminosae* et la sous-famille des *Mimosoideae* (Sarr *et al.*, 2005), qu'on trouve dans les régions tropicales sèches et

subtropicales notamment en Afrique (Hassoun *et al.*, 2016). 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 (Lahdachi *et al.*, 2015).

Les *Acacia* produisent entre autres, du bois, des graines comestibles, des gommes 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 prospector des horizons profonds du sol pour un meilleur enrichissement et l'amélioration de la fertilité du sol (Benbrahim *et al.*, 2014).

L'utilisation la plus importante des arbres d'*Acacia* est la récolte de la gomme arabique dont plusieurs milliers de tonnes de cette gomme font l'objet d'échanges internationaux chaque année, principalement en Europe et aux Etats-Unis (Gardens, 2016).

5. Gomme arabique

La gomme arabique (GA) est obtenue d'arbres de la famille 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 alimentaire, pharmaceutique, cosmétique et industriels (Mahfoudhi *et al.*, 2014). Elle fonctionne comme un pansement naturel, protégeant la plante contre les sécheresses, l'invasion des insectes et les moisissures (Sanchez *et al.*, 2018). 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 (Lahdachi *et al.*, 2015).

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 senegal* et *Acacia seyal* (Sahed, 2016 ; Abuarra *et al.*, 2014).

L'homme et les animaux ne possèdent pas d'enzymes qui dégradent la gomme arabique dans l'intestin par contre elle est fermentée par les bactéries intestinales dans le colon (Phillips, 2011 *in* Musa *et al.*, 2021).

5.1. Structure chimique de la gomme arabique

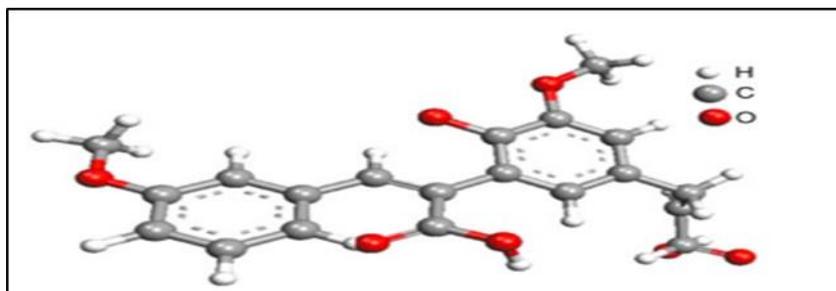


Figure 02 : Structure chimique de la gomme arabique (Musa *et al.*, 2018).

Chimiquement, la gomme arabique est un neutre ou légèrement acide, mélange complexe de polysaccharide et glycoprotéines, caractérisés par un pourcentage élevé de glucides (~97%), (D galactose et L-arabinose) et un faible pourcentage de protéine (<3%) (Musa *et al.*, 2018 ; Azzaoui *et al.*, 2015).

Les sucres constitutifs de la gomme sont identiques, c'est la composition et le poids moléculaire (Mwt) qui diffère d'une espèce à l'autre. La GA est extrêmement hétérogène, 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 (Benyagoub *et al.*, 2016).

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 d'azote (Benyagoub *et al.*, 2016).

La chromatographie d'affinité hydrophobe de ce polysaccharide a permis de séparer trois fractions : arabinogalactane, arabinogalactane-protéine et glycoprotéine complexe et de faible poids moléculaire (Al Alawi *et al.*, 2018 *in* Noor *et al.*, 2019).

Les flavonoïdes, les chalcones, les tanins, l'acide phénolique, les alcaloïdes et les terpènes comme la lutéine ont été aussi identifiés dans la gomme arabique (Elnour *et al.*, 2018 *in* Noor *et al.*, 2019).

5.2. Propriétés physiques de la gomme

Les propriétés physiques de la gomme arabique peuvent varier selon l'origine et l'âge des arbres, le temps d'exsudation et le climat, également selon le lavage, le séchage, le blanchiment au soleil et les conditions de stockage peuvent affecter leurs propriétés physiques (Al-Assaf *et al.*, 2007 *in* Musa *et al.*, 2018).

La teinte de la gomme arabique varie de brun foncé, orangé au blanc selon la quantité de tanin, la couleur la plus claire est la meilleure. La gomme arabique d'excellente qualité est en forme de larme, ronde. Après qu'elle soit écrasée ou brisée, les morceaux sont de couleur plus pâle et ont un aspect vitreux. La GA a une haute solubilité dans l'eau et une viscosité relativement faible par rapport aux autres gommes. GA peut se dissoudre dans l'eau dans une concentration de 50 % p/v, formant une solution fluide aux propriétés acides (pH ~4.5). La solution résultante est incolore, insipide et n'interagit pas facilement avec d'autres composés chimiques (Hassan *et al.*, 2000 *in* Musa *et al.*, 2018).



Figure 03 : Gomme arabique (Dashtdar *et al.*, 2018).

5.3. Propriétés biologiques des gommés

5.3.1. Effet anti-inflammatoire

L'inflammation est un processus physiologique complexe de défense utilisée par l'organisme, après une agression étrangère, vasculaire ou tissulaire, vise à éliminer ou isoler l'agresseur et maintenir l'intégrité des tissus enflammés. L'inflammation est un état morbide caractérisé par les signes cardinaux suivants : chaleur, douleur, rougeur et tuméfaction de la partie malade (Sarkhel, 2015). Elle est déclenchée par la libération de médiateurs chimiques des tissus lésés et des cellules en migration. Le processus inflammatoire comprend l'activation des phagocytes conduisant à la libération de médiateurs chimiques tels que les prostaglandines, le facteur de nécrose tumorale et les interleukines (Shehata *et al.*, 2018).

L'inflammation chez les patients drépanocytaires est un processus continu même pendant la période de rémission. Dans une étude rétrospective menée sur des échantillons stockés provenant d'un essai sur la gomme arabique et l'anémie falciforme. La CRP quantitative a été mesurée par Mindray BS 200 avant et après la consommation de gomme arabique pendant 12 semaines. L'apport quotidien de la GA a significativement diminué le niveau de la protéine C réactive (P.V = 001) (IC à 95 % 0,943–3,098). Les résultats de cette étude ont révélé un nouvel effet innovant de la GA en tant qu'un agent anti-inflammatoire qui pourrait être consommé comme complément alimentaire naturel pour moduler la gravité de la maladie et réguler la baisse du processus inflammatoire (Kaddam, L.A. et Kaddam, A.S., 2020).

5.3.2. Effet antioxydant

Le stress oxydatif est un phénomène qui se produit suite à un déséquilibre entre le niveau de production des espèces réactives de l'oxygène ou de l'azote (ERO et ERA), et la capacité des cellules à les neutraliser par leur système de protection (défense antioxydante) (Moniczewski *et al.*, 2015). En raison du processus métabolique, les cellules produisent constamment des radicaux libres et des espèces réactives de l'oxygène (ROS) (Ali *et al.*, 2020). Ces derniers sont contrecarré par le système de défense antioxydant composé d'antioxydants enzymatiques (telles que les Superoxydes dismutases, Catalase, Glutathions peroxydases, Thiorédoxines) (Moniczewski *et al.*, 2015) et non enzymatiques, par exemple les vitamines A, E, et C et glutathion (Ali *et al.*, 2020).

Ce stress oxydatif peut causer des dommages oxydatifs au niveau des macromolécules biologiques importantes telles que les acides nucléiques, les lipides et les protéines cellulaires (Pisoschi et Pop, 2015).

Donc, un antioxydant est une molécule qui permet de prévenir la synthèse des ERO en inhibant l'initiation des chaînes réactionnelles ou en les désactivant directement (Desmier, 2016).

Par exemple, (Nour *et al.*, 2020) ont montré que la gomme arabique (GA) pourrait agir comme un agent antioxydant et anti-inflammatoire dans les études expérimentales et les essais cliniques. Dans une étude, une supplémentation en GA chez les patients hémodialysés réduirait le stress oxydatif et par conséquent réduirait l'activation de l'état inflammatoire chronique associée à l'hémodialyse.

Des études ont montré l'efficacité de la gomme arabique, chez l'homme et les animaux, dans la prévention contre le stress oxydatif, en augmentant l'expression et la quantité des enzymes antioxydantes et en diminuant les molécules oxydantes dans les différents organes (Ayaz *et al.*, 2017; Ahmed *et al.*, 2016). Par exemple, des expériences réalisées sur les rats, ont montré que l'administration des solutions de gomme arabique, augmentait la concentration de la superoxyde dismutase, de la catalase et du glutathion dans le foie (Babiker *et al.*, 2017).

Une autre étude a montré sur quarante patients atteints d'insuffisance rénale terminale (IRT) âgés de 18 à 80 ans qui suivaient un traitement régulier d'hémodialyse. Ces derniers ont reçu 30 g/jour d'GA pendant 12 semaines. Protéine C-réactive (CRP) et la formule sanguine complète (FSC) a été mesurée comme ligne de base et mensuellement. La Capacité antioxydante totale (TAC) et le stress oxydatif et les niveaux de marqueur malondialdéhyde (MDA) ont été mesurés avant et après la prise d'GA. Les résultats révèlent que la gomme arabique a significativement augmenté le niveau de capacité antioxydante totale ($P < 0,001$) (95 % IC, 0,408-0,625) et également un marqueur oxydatif atténué MDA et protéine C-réactive ($P < 0,001$). La GA a révélé de puissantes propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires chez les patients hémodialysés. La digestion orale de GA (30 g/jour) a diminué le stress oxydatif et les marqueurs inflammatoires chez les patients hémodialysés (Nour *et al.*, 2020).

5.3.3. Effets anticancéreux

La GA prouve son efficacité dans le traitement contre le développement des tumeurs. Le traitement de base du cancer est une chimiothérapie traditionnelle, mais il est associé à des toxicités cellulaires normales donnant généralement lieu à des effets secondaires aigus. (Akram, 2020).

L'GA est une bonne source d'antioxydants naturels. Par exemple, un succès en ce qui concerne la capacité coordonnée de piégeage des radicaux. Il y a de plus en plus confirmation que la capacité antioxydante est due à la fraction de sa protéine, au sens général par les acides aminés, qui sont généralement considérés comme des agents de prévention du cancer (Akram, 2020).

Selon une étude, le traitement par la GA pendant 4 jours a fondamentalement diminué les niveaux d'ARNm colique des facteurs angiogénétiques. Les résultats du Western blot ont révélé que la thérapie avec la GA diminuait l'expression de la protéine angiogénine. De plus, en utilisant l'immunohistochimie, la GA diminue l'expression de ss-caténine. Le traitement des souris avec des composés cancérigènes ont produit de nombreuses tumeurs coliques en 12 semaines. Néanmoins, le traitement avec GA (10% poids/poids) avec l'eau potable a diminué le nombre de tumeurs de 70% (Nacer *et al.*, 2010 *in* Akram, 2020).

5.3.4. Effets contre l'obésité

La GA est utilisée dans le traitement de diabète et l'obésité (Ahmed, 2018). (Nasir *et al.*, 2010) ont étudié les impacts de la gomme arabique (GA), sur le transport intestinal du glucose et poids corporel dans le type sauvage souris C57Bl/6. Le traitement oral avec la GA (100 g/l) en boisson d'eau pendant environ un mois n'a pas influencé le niveau de transport intestinal SGLT1, mais diminution les niveaux de protéine SGLT1 dans les vésicules de la couche périphérique de la brosse jéjunale. Il a été révélé que la thérapie par la GA diminuait le transport électro-génique du glucose. La prise orale pendant environ un mois, d'une solution de glucose à 20 % a développée des problèmes d'obésité et de glycémie à jeun, ce qui était fondamentalement diminué par la thérapie synchrone avec la GA. L'GA a diminué l'obésité, la glycémie à jeun et la concentration d'insuline à jeun. Ces résultats ont montré un impact totalement nouveau de la gomme arabique, par exemple, sa capacité à diminuer l'activité et l'expression de SGLT1 intestinal et le surpoids induit par le glucose.

5.3.5. Autres effets

- La GA dissoute dans l'eau est utilisée pour traiter les affections oculaires, la jaunisse et les maladies pulmonaires ou comme pro-biotique pour augmenter de façon sélective la proportion de bactéries lactiques, telles que les bifidobactéries, au niveau de l'intestin de l'homme (Benyagoub *et al.*, 2016).
- **Gomme d'amandier** : Très récemment, il a été démontré les propriétés fonctionnelles et pré-biotiques des composants de la gomme d'amande. Cette gomme a aussi été testée pour son activité anti oxydante, antimicrobienne et pour son activité anti hypertensive d'où les résultats révélés positifs (Bouaziz *et al.*, 2016).
- **Gomme de pin** : La résine de pin a été utilisée pour traiter l'inflammation, comme antitussif et analgésique. En médecine chinoise populaire et plus encore, la résine de pin a été utilisée comme antiseptique, pour le traitement des plaies, des brûlures et de la peau ainsi que des antiulcéreux d'entretien (Mardho, 2016).

6. Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne fait référence à une situation où un agent actifa un effet négatif sur la vitalité des micro-organismes. Elle peut être définie comme un terme collectif pour tous les principes actifs (agents) qui inhibent la croissance des bactéries, empêchent la formation de colonies microbiennes et pouvant détruire les micro-organismes (Mucha *et al.*, 2002 in Elmogahzy, 2020).

6.1. Les propriétés antimicrobiennes chez les microorganismes

Le potentiel des microorganismes à produire une grande diversité de métabolites secondaires médiateurs de l'antibiose est reconnue depuis des décennies (Stein, 2005 in Caulier *et al.*, 2019). Le criblage de microorganismes producteurs de substances antimicrobiennes a pris de l'ampleur après la découverte de la pénicilline (Amedei et D'elios, 2012).

La majorité des antibiotiques utilisés en médecine, en pratique vétérinaire et en agriculture proviennent des *Streptomyces*. L'analyse génomique a montré que n'importe quelle souche a le potentiel de faire une dizaine de ces métabolites secondaires (Powers *et al.*, 2015 in Keith, 2016).

Le groupe de *B.subtilis* offre une pléthore de composés antagonistes présentant un large éventail de fonctions biologiques. On cite par exemple : des enzymes lytiques, Polykétides qui sont bien connues dans le secteur de la santé humaine pour leur large spectre d'activité englobant des capacités antibactériennes, immunosuppressives, anti-tumorales et bien d'autres antagonistes (Caulier *et al.*, 2019).

Pour leur première ligne de défense, les différentes formes de vie, allant des microorganismes à l'homme, produisent des peptides antimicrobiens (Wang *et al.*, 2016 in Simone *et al.*, 2021).

6.2. Propriétés antimicrobiennes des végétaux

De nombreuses plantes médicinales ont été reconnues comme sources aussi précieuses de composés antimicrobiens naturels, comme une alternative qui peut potentiellement être efficace dans le traitement des infections bactériennes (Manandhar *et al.*, 2019). Ces végétaux peuvent contenir par exemple des molécules bioactives (composés phytochimiques synthétisés dans le métabolisme secondaire de la plante) possédant des propriétés antimicrobiennes qui leur permettent de se protéger contre les attaques microbiennes (Mouas *et al.*, 2017).

De ce fait, plusieurs sources végétales (leurs huiles essentielles ou leurs extraits) présentent dans la nature ont été testées ou utilisées pour leur activité antimicrobiennes, comme par exemple :

- Les huiles essentielles : huile essentielle d'ail (El-Sayed, 2017)
- Les extraits de plantes : des composés phénoliques extraits de *Platanus hybrida* (Ribeiro, 2020).
- Les exsudats de plantes : tels que les gommages arabiques de la famille d'*Acacia* présentent des propriétés antimicrobiennes (Al Alawi *et al.*, 2018).

6.2.1. Activité antimicrobienne de la gomme arabique

Plusieurs études ont montré la présence d'activités antimicrobiennes chez les gommages 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 *Leishmaniadonovani* (Patel et Gayel, 2015). La GA 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 (Al Alawi *et al.*, 2018).

L'étude de (Akram, 2020) a également révélé l'effet important de la gomme arabique au tant qu'un agent anticancéreux et antibactérien vis-à-vis 12 souches gram positif et 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* (AL-Behadli *et al.*, 2020).

Dans un autre travail, (Bouaziz *et al.*, 2015) ont démontré l'activité antimicrobienne des oligosaccharides de 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 Zn nanoparticule (Ba-Abbad *et al.*, 2017).

7. Nécessité de la recherche de nouvelles molécules antibactériennes

Les agents antibactériens sont un groupe de matériaux qui luttent contre les bactéries pathogènes. Ainsi, en tuant ou en réduisant l'activité métabolique des bactéries, leur effet pathogène dans les environnements biologiques sera minimisé (kenawy, 2001 *in* Pirmoradian *et al.*, 2019).

Le nombre de victimes (mortalité, morbidité) ne cesse d'augmenter, avec des prévisions de plus en plus pessimistes. L'OMS prévoit qu'en 2050, les maladies infectieuses résistantes aux antibiotiques seront la première cause de décès par maladie. Il serait question de plus de 10 millions de morts par an dans le monde contre 700 000 actuellement, c'est-à-dire plus que le cancer (Carlet et Le Coz., 2016).

À la suite de l'émergence de la résistance aux antimicrobiens et compte tenu du rythme auquel cette résistance aux médicaments antibiotiques apparaît, des chercheurs du monde entier ont tenté d'obtenir de nouvelles stratégies thérapeutiques alternatives (Gupta et Birdi, 2017). L'utilisation des substances phytochimiques constitue l'une des approches alternative prometteuses (Jubair *et al.*, 2021).

Il a été rapporté que les produits phytochimiques possèdent un large spectre d'activités antibactériennes contre divers agents pathogènes d'importance pour la santé publique avec un minimum d'effets secondaires (Ghai, 2018).

La gomme arabique (GA) est un exsudat phytochimique de la plante médicinale traditionnelle d'Acacia, qui consiste en un mélange complexe de polysaccharides et de glycoprotéines. C'est utilisé dans des applications quotidiennes pour plusieurs maladies et est considéré comme protecteur contre les infections bactériennes (Baïen *et al.*, 2020).

Les données précédentes révèlent l'importance de trouver des alternatives puissantes pouvant jouer le rôle des antibiotiques. Pour cela l'objectif de notre travail est de rechercher des propriétés antibactériennes chez la gomme arabique et quelques gommes récoltées de plusieurs arbres vis-à-vis de quelques souches de références.

Matériel et méthodes

1. Objectif et choix de l'étude

Ce travail a été réalisé au niveau de laboratoire de recherche l'université de Mouloud Maameri de Tizi ousou à partir de mois de Mai jusqu'au mois de Juillet 2021.

L'objectif de cette étude est de rechercher des propriétés antibactériennes chez les gommés de plantes vis-à-vis de 6 souches de référence (ATCC) de notre laboratoire.

Ce choix a été basé sur l'utilisation fréquente par la population locale en médecine traditionnelle de ces gommés pour traiter plusieurs maladies : les affections pulmonaires, l'affection oculaire, en cas de diarrhées légères et elle peut être utilisée pour panser les blessures et les brûlures, imperfection de la peau.

2. Collecte des échantillons de gommés testés pour leurs propriétés antibactériennes

Les échantillons des gommés caractérisées pour leurs propriétés antibactériennes ont été collectés de la ville de Tizi Ouzou, Michelet, Tizi Gheniff entre le mois de Février et Juin 2021.

Tableau 1 : Collecte et provenance des échantillons des gommés testés.

Gommés	Source de provenance	Région de provenance	Période de récupération	Photos de gommés
GA	Commerce	Tizi Ouzou	Mai 2021	
GC	Arbre de cerisier	Michelet	Mars	
GAM	Arbre de l'amandier	Tizi Gheniff	Avril	
GAB	Arbre d'abricotier	Tizi Gheniff	Mai	

3. Préparation des solutions des gommages pour tester leurs propriétés antibactériennes

La préparation des solutions de gommages a été faite en suivant la méthode d'AL Behadliy *et al.*, 2019 avec quelques modifications apportées.

3.1. Préparation des gommages

Après l'échantillonnage les gommages ont été bien lavés puis nettoyés avec de coton stérile.

La gomme arabe a été utilisée intacte, tandis que les trois autres gommages ont été réduites en poudre par broyage en utilisant un mortier et batteur électrique.

3.2. Macération

On prend quatre flacons dans chacun on met une quantité d'eau distillée stérile et une quantité de matière végétale.

- Pour obtenir la solution de gomme arabe 50 g de cette gomme fraîchement fondue dans 100 ml d'eau distillée stérile pour obtenir une concentration finale de 0.5g/ml. La fiole conique a été couverte et laissée pendant 24 heures pour terminer le processus de macération.

Le tableau suivant résume les quantités de gommages dissoutes dans l'eau distillée afin d'obtenir des solutions avec des concentrations maximales.

Tableau 2 : Préparation des solutions de gommages.

Gomme	Quantité de la gomme (g)	Quantité d'eau (ml)	La concentration obtenue (g/ml)
GA	50g	100ml	500mg/ml
GAM	6G	70ml	85,71mg/ml
GAB	50g	500ml	100mg/ml
GC	3	45ml	66,67mg/ml

3.3. La filtration La solution de la gomme obtenue a été filtrée à l'aide de papier wattman. Le filtrat est utilisé pour l'étude de l'activité antibactérienne.

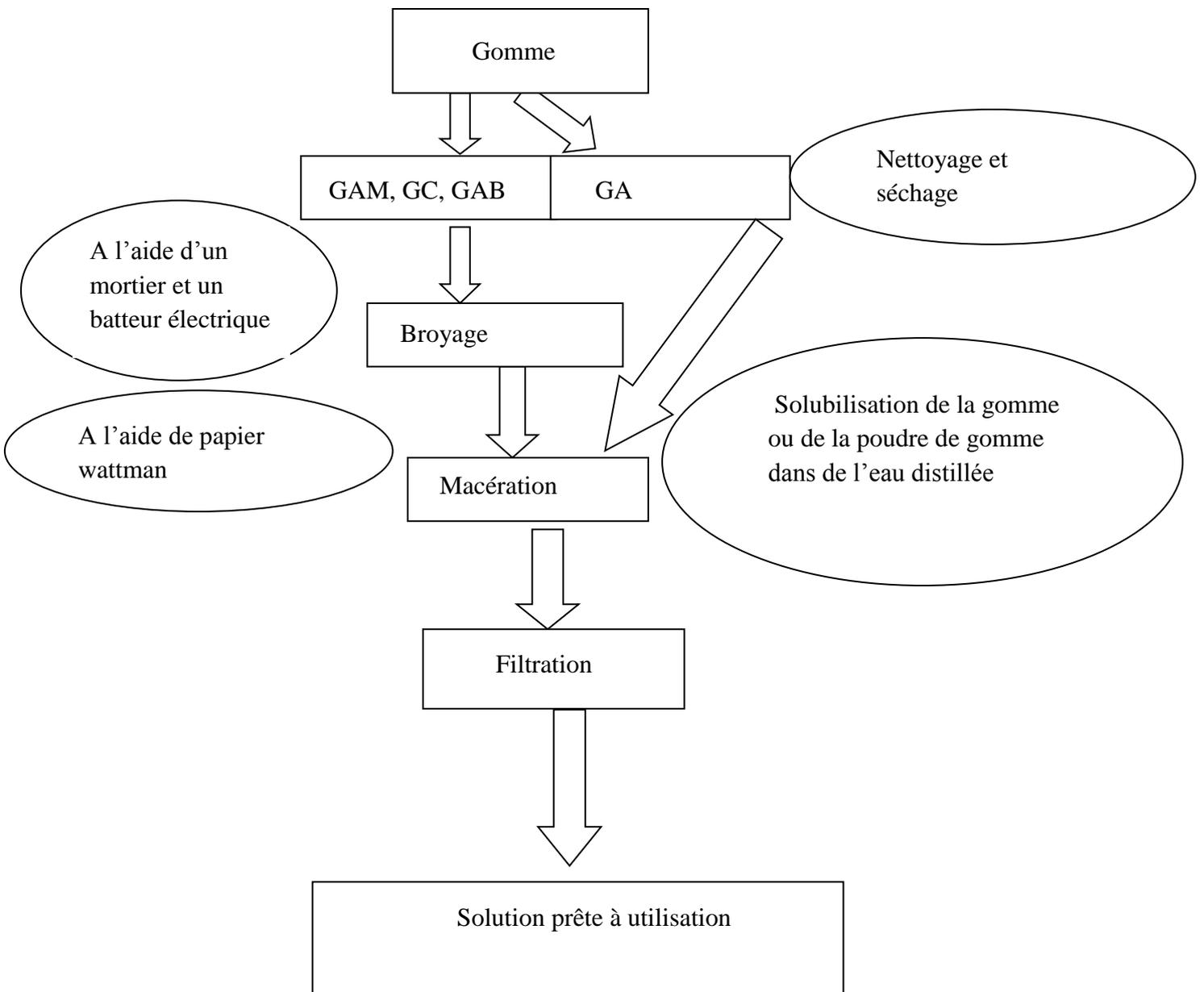


Schéma récapitulatif des différentes étapes suivies pour la préparation des solutions de gommes.

4. Préparations des milieux de culture

4.1. Préparation du milieu BHIB (Brain Heart Infusion Broth)

37 g du milieu Brain Heart Infusion Broth a été mis en suspension dans 1000 ml d'eau distillée. Il est bouilli pour dissoudre complètement le milieu. Il est ensuite stérilisé par autoclavage à 121 °C pendant 15 min puis distribué dans des tubes (shaikh *et al.*, 2016).

4.2. Préparation du milieu BHIA (Brain Heart Infusion Agar)

52 g du milieu Brain Heart Infusion Agar a été mis en suspension dans 1000 ml d'eau distillée. Il est bouilli pour dissoudre complètement le milieu. Il est ensuite stérilisé par autoclavage à 121 °C pendant 15 min, puis refroidi et distribué dans des boîtes de Pétri (shaikh *et al.*, 2016).

4.3. Préparation du milieu Mueller-Hinton Agar

Pour préparer du Mueller-Hinton Agar (MHA), 38g de la poudre de ce milieu sont dissoutes dans 1L d'eau distillée ; Le mélange a été chauffé et autoclavé à 121°C pendant 15 minutes. Il a ensuite été refroidi et versé sur des boîtes de Pétri (Shehu *et al.*, 2018).

La gélose Müller-Hinton est un milieu de croissance microbiologique couramment utilisé pour les tests de sensibilité aux antibiotiques. Il a été préparé selon les instructions du fabricant (Oxoid, UK), autoclavé, refroidi et distribué dans des boîtes de Pétri. Les Boîtes ont été incubées pendant la nuit jusqu'à assurer la stérilité avant l'utilisation (Azadeh *et al.*, 2016).

5. Stérilisation de matériel

L'eau distillée, les tubes à essai utilisés dans la préparation des solutions bactériennes, les milieux de culture et les disques en papier Wattman (6 mm de diamètre) enrobés dans du papier aluminium ont été stérilisés à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.

6. Souches bactériennes testées

Il s'agit des souches de références qui viennent de la collection ATCC fournie par notre laboratoire. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ; *Escherichia coli* ATCC 25922 ; *Salmonella enterica* ATCC 14028 ; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ; *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p ; *Bacillus cereus* ATCC 14579.

Les différentes souches lyophilisées ont été réhydratées dans des tubes de bouillon cœur cervelle, incubées à 37°C pendant 24h.

7. Activité antibactérienne

Elle consiste à déposer un disque stérile, imbibé de l'extrait de gomme, sur un tapis bactérien au tout début de sa croissance et de mesurer la zone où les bactéries n'ont pas pu développer. Le diamètre d'inhibition, qui traduit l'activité antibactérienne d'extrait de gomme, est ainsi déterminé.

L'étude de l'activité antibactérienne des extraits aqueux des gommages a été évaluée par la technique de diffusion en disque selon la méthode décrite par (MardhoTillah *et al.*, 2016 et Alfatemi *et al.*, 2015).

7.1. Repiquage

Le repiquage des souches a été effectué par la méthode des stries sur des boîtes de pétries contenant de BHIA ou de la Gélose nutritive. L'incubation a été effectuée à 37°C pendant 18h.

7.2. Préparation de la suspension bactérienne

Quelques colonies de chaque culture jeune, pure ont été prélevées à l'aide d'une anse stérile et transférées dans des tubes contenant de l'eau physiologique stérile, (0,9% de Na Cl).

7.3. Standardisation

La standardisation des suspensions bactériennes a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible à une longueur d'onde de 625 nm, la densité optique doit être comprise entre 0.08 0.10 équivalant de 05 McFarland pour obtenir une charge bactérienne de 10^8 UFC/ml. La suspension obtenue est diluée à 10^6 UFC/ml avant d'être utilisée. L'inoculum peut être ajusté en ajoutant soit de la culture s'il est trop faible, ou bien de l'eau physiologique stérile s'il est trop fort.

7.4. Méthode de diffusion sur disque en milieu Müller-Hinton Agar

C'est une méthode de criblage appropriée pour différencier efficacement l'inhibition bactérienne vis-à-vis de différents produits.

Le test antibactérien a été effectué par la méthode de diffusion en disque. 100 µL de chaque suspension diluée sert à ensemercer de nouvelles boîtes de Pétri contenant le milieu Mueller Hinton, dispersées par des stries bien serrés par la technique d'écouvillonnage pour obtenir un tapis bactérien uniforme. Des disques de 6 mm, sont imbibés dans les solutions de gommes à tester et placés sur la géloseensemencée. Un disque d'antibiotique Gentamycine a été utilisé comme témoins positif et un disque imbibé de l'eau distillée stérile est utilisé comme témoin négatif.

Les boîtesensemencées ont été maintenues à 4°C pendant 2 h et incubées à 37°C pendant 24 h. Une zone claire circulaire, entourant les disques, dans laquelle la croissance bactérienne est inhibée, signifiée une sensibilité de la souche vis-à-vis de la gomme. Une absence de cette zone, signifiée que la souche est résistante.

L'activité antibactérienne a été évaluée en mesurant la zone d'inhibition (mm) contre les bactéries testées.

Résultats et discussion

Résultats

Nous avons étudié *in vitro* le pouvoir antimicrobien des extraits de gommes par la méthode de diffusion en disques sur un milieu gélosé solide, Mueller-Hinton, pour 6 souches de bactéries Gram + et Gram -.

Le principe de cette méthode repose sur la diffusion du composé antimicrobien en milieu solide dans une boîte de Pétri, avec création d'un gradient de concentration, après un certain temps de contact entre le produit et le microorganisme cible. L'effet du produit antimicrobien sur la cible est apprécié par la mesure d'une zone d'inhibition, et en fonction du diamètre d'inhibition. La souche sera qualifiée de sensible, très sensible, extrêmement sensible ou résistante.

1. Vérification de la pureté des souches de la collection de notre laboratoire

La pureté des souches a été vérifiée par observation de l'homogénéité des colonies sur BHIA (aspect, couleur, taille, forme et contour).

1.1. Observation macroscopique des souches bactériennes

Après incubation, le premier critère d'identification sur lequel on se base est celle de l'aspect macroscopique des colonies vu à l'œil nu, que ce soit taille, forme du relief (bombée, semi bombée, plate), couleur, aspect (collant, filamenteux...), transparence (opaque, translucide), allure des contours (régulier, dentelés), pigmentation, et aspect de la surface (lisse ou rugueuse) (Solbi, 2013).

1.1.1. *Escherichia coli*

Escherichia coli est une bactérie qui peut croître rapidement sur un milieu minimal contenant du carbone tel que le glucose (qui sert à la fois de source de carbone et de source d'énergie) (Elbing et Brent, 2018). Elle forme sur milieu solide, après 18 à 24h d'incubation à 37°C des colonies rondes, de 1 à 3 mm de diamètre (Denis *et al.*, 2016). En effet, l'observation macroscopique montre que les colonies circulaires de 2 mm, blanches, humides, lisses et opaques.

1.1.2. *Pseudomonas aeruginosa*

L'observation macroscopique montre que sur milieu solide, les colonies apparaissent avec un contour régulier et une coloration souvent beige à crème. Avec un pigment bleu-vert. L'élévation est convexe pour l'ensemble des souches avec un aspect lisse et des diamètres variés de 1 à 2 mm après 24h de culture (Oulebsir, 2012).

1.1.3. *Bacillus cereus*

Bacillus cereus forme sur milieu solide, après 24h d'incubation à 37°C des colonies arrondies, de 2 à 3 mm de diamètre, lisses, à bords réguliers ridée, terne, opaque, colonies adhérentes (Rehman *et al.*, 2015). En effet, l'observation macroscopique montre que sur milieu solide, les colonies apparaissent rondes de 3 mm de diamètre, légèrement opaque et adhérentes.

2. Recherche des propriétés antibactériennes des différentes gommes

La recherche des propriétés antibactériennes des gommes a été effectuée sur milieu solide (Méthode de diffusion sur disque). Ce test a été effectué sur les 6 souches de la collection de notre laboratoire, citées précédemment.

2.1. Test antibactérien

Afin de rechercher l'effet antibactérien des gommes, le test de résistance/sensibilité des souches aux solutions des différentes gommes a été réalisé par la méthode de diffusion sur disque. Les disques de papiers stériles ont été immergés dans les solutions de gommes et déposés sur les boîtes contenant du milieu Müller-Hinton Agar préalablement ensemencés avec les souches à tester.

Les résultats obtenus ont été évalués selon le diamètre de la zone d'inhibition (dans laquelle la croissance bactérienne est inhibée) et selon ce diamètre on peut déterminer si une substance est inhibitrice ou pas selon les indications de Jules *et al.*, 2017.

- Bactéries résistantes → Diamètre d'inhibition ≤ 8 mm,
- Bactéries sensibles → 9 mm <Diamètre> 14 mm,
- Bactéries très sensibles → 15 mm <Diamètre> 19 mm,

- Bactéries extrêmement sensibles → Diamètre \geq 20 mm.

Le résultat de ce test montre la présence d'activité antibactérienne de certaines gommes sur les souches de la collection de notre laboratoire (Tableau 2).

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des résultats de résistance et de sensibilité des souches vis-à-vis des différentes gommes par le test de disque.

		Gomme Abricotier	Gomme Amandier	Gomme Cerisier	Gomme Arabique
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	Diamètre mm	0	7 mm	0	0
	Caractéristique de la souche	R	R	R	R
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	Diamètre mm	0	0	0	0
	Caractéristique de la souche	R	R	R	R
<i>Salmonella enterica</i> ATCC 14028	Diamètre mm	11 mm	0 mm	0 mm	10 mm
	Caractéristique de la souche	S	R	R	S
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Diamètre mm	10 mm	0 mm	0 mm	9 mm
	Caractéristique de la souche	S	R	R	S
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538p	Diamètre mm	0 mm	0 mm	0 mm	7 mm
	Caractéristique de la souche	R	R	R	R
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579	Diamètre mm	0	9	0	0
	Caractéristique de la souche	R	S	R	R

R : Résistante, S : Sensible.

Les résultats obtenus à partir des tests d'activité des extraits de gomme indiquent une sensibilité variante d'une souche bactérienne à une autre. Cette sensibilité se traduit par une zone d'inhibition, les diamètres de zones d'inhibitions sont indiqués en mm.



Figure : Exemple d'un résultat de résistance/sensibilité de la souche *Staphylococcus aureus*, vis à vis la gomme arabique, par la méthode de diffusion sur disque sur milieu Mueller Hinton Agar.

- La souche *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 est résistante aux quatre gommes testées (abricotier 0 mm, amandier 7 mm, cerisier 0 mm, arabique 0 mm).
- Pour la souche *Escherichia coli* ATCC 25922 aucune zone d'inhibition n'a été observée, ce qui signifie qu'elle est aussi résistante aux quatre extraits de gommes.
- La souche *Salmonella enterica* ATCC 14028 a montré une sensibilité vis-à-vis l'extrait de gomme d'abricotier (DI=11 mm) et l'extrait de gomme arabique (DI=10 mm), tandis qu'elle est résistante aux extraits de gomme d'amandier et de cerisier avec 0mm d diamètre.
- La souche *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 a montré une sensibilité vis-à-vis l'extrait de gomme d'abricotier (DI=10 mm) et l'extrait de gomme arabique (DI=9 mm), tandis qu'elle est résistante aux extraits de gomme d'amandier et de cerisier avec 0mm d diamètre.
- La souche *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p est résistante aux quatre gommes (abricotier 0 mm, amandier 0 mm, cerisier 0 mm, arabique 7 mm).
- La souche *Bacillus cereus* ATCC 14579 est sensible à l'extrait de gomme d'amandier (DI=9 mm), par contre elle a montré une résistance vis-à-vis les trois autres extraits avec 0 mm de diamètre.

Discussion générale

A la suite de ces résultats, on peut constater que :

Les extraits de gomme, d'abricotier, amandier, et arabique ont montré une activité antibactérienne faible sur la plupart des souches bactériennes utilisées (diamètre d'inhibition <15 mm voire inexistante (gomme de cerisier).

Aucune des solutions de gomme testées n'a présenté un effet inhibiteur sur la souche *Escherichia coli* ATCC 25922. Contrairement à l'étude d'Al-Behadliy *et al.*, 2019, qui ont utilisé la même concentration de la nôtre qu'est de 0.5g/ml pour la préparation de la solution de gomme arabique dont *Escherichia coli* a montré une sensibilité non négligeable avec une zone d'inhibition de 12,5mm de diamètre pour l'extrait de la gomme arabique testé par ces auteurs.

De même, l'étude menée par Benyagoub, 2016 sur la recherche de l'activité antibactérienne chez la gomme d'acacia tortils a montré une sensibilité de cette même souche à la concentration maximale de l'extrait aqueux à base de cette gomme.

La contradiction des résultats obtenus dans cette étude avec les résultats déjà trouvés dans la bibliographie peut être expliquée par la charge de disc qui peut influencer l'activité antimicrobienne. Effectivement, Rasooli et ses collaborateurs en 2008 ont remarqué que l'inhibition de la croissance est forte lorsque le disque est plus chargé.

La même étude (Al-Behadliy *et al.*, 2019) a montré une sensibilité de *Staphylococcus*. Ce résultat est conforme avec celui observé durant ce présent travail où la souche de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 est qualifié de sensible avec une zone d'inhibition de 9mm.

Nos résultats montrent que la gomme d'amandier présente un effet antibactérien contre *Bacillus cereus* et *pseudomona saeruginosa*.

Une étude menée par Bouaziz *et al.*, 2016 pour l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'AGP (Polysaccharides de la gomme d'amandier) et de l'AGH (hémicellulose de la gomme d'amande) contre 9 bactéries gram+ positives et gram- négatives à montrer que l'AGH et l'AGP représentent les molécules bioactives responsables de cet effet antibactérien.

Du faite, L'AGH a montré une plus forte inhibition à 40 mg/mL contre *B. thuringiensis*, *S. enterica*, et *P. aeruginosa*. Des effets inhibiteurs modérés ont été observés contre *A. sp*, *S. Typhimirium*, *K. pneumonia*, *L. monocytogenes* et *B. subtilis*. L'AGP d'autre part a montré une puissante activité antibactérienne contre *A.sp*, *B.thuringiensis* à la même concentration (40 mg/mL), et un effet inhibiteur faible à modéré contre *K. pneumonia*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, and *L. monocytogenes*. La comparaison globale de cette étude+ a démontré que l'activité antibactérienne de l'AGH était plus prononcée que celui d'AGP (Bouaziz et al., 2016).

Dans le même contexte, les activités antibactériennes de la gomme d'amande et leurs dérivés d'oligosaccharides ont été testés contre cinq souches : trois Gram négatif (*Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumonia* (ATCC 13883) et *Salmonella typhimirium*(ATCC 19430) et deux Gram positif (*Actinomyces sp* et *Bacillus cereus*). L'OGA a montré des effets inhibiteurs plus forts pour les bactéries Gram négatives et Gram positives. L'activité antibactérienne est plus puissante contre *Actinomyces sp* suivie de *K. pneumonie* et *S. typhimirium*. Sinon, l'effet inhibiteur était légèrement influencé par le poids moléculaire moyen. En effet, aucune activité antibactérienne n'a été détectée avec la gomme d'amande non digérée (Bouaziz et al., 2015).

La gomme de cerisier n'a pas présenté d'effet inhibiteur sur toutes les souches testées. La bibliographie ne montre aucune information sur l'effet antibactérien de cette gomme. Par contre elle est testée pour son activité antioxydante ou les examens de DPPH, de pouvoir réducteur, et de capacité de piégeage des hydroxyles ont indiqué que cette gomme possède des propriétés antioxydantes avec un potentiel d'être utilisé dans les industries pharmaceutiques grâce à ces propriétés chimiques typiques (Al-idee et al., 2019 ; Malsawmtluang et al., 2014).

D'après les résultats on remarque aussi que les deux souches *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherchia coli* gram négatif sont les plus résistantes. Ce qui peut être expliqué par la nature des membranes externes des bactéries Gram négatif composées de phospholipides, de protéines et de lipopolysaccharides, ce qui rend cette membrane imperméable à la plupart des agents toxique biocides (Choi et Lee, 2019). Plusieurs auteurs rapportent effectivement la faible sensibilité des souches de *Pseudomonas* vis-à-vis des extraits de plante (Shehu et al., 2018).

Mais d'un autre côté, on ne peut pas négliger la résistance observée chez les germes gram positifs c'est le cas de *Bacillus cereus* par exemple. Ce qui a été expliqué en général, par la complexité des parois cellulaires des bactéries Gram-positives qui agissent comme barrière et les rendant plus résistant aux agents antibactériens (Bhawna *et al.*, 2010 in Al-Behadliy *et al.*, 2019).

Les résultats nous ont permis aussi de voir le potentiel antibactérien de la gomme arabique contre *Salmonella*, et *Staphylococcus*. Cette dernière a fait l'objet de plusieurs études récemment ou elle a montré un effet inhibiteur intéressants vis-à-vis plusieurs espèces bactériennes (Baïen *et al.*, 2020 ; Al-Behadliy *et al.*, 2019 ; Hindi *et al.*, 2015) concernant ces deux espèces.

La majorité des effets antimicrobiens décrits de la gomme arabique ont été attribués à leurs métabolites secondaires ou en raison de la présence de saponine, de glycosides de saponine, d'huile volatile, tanin hydrolysable, triterpénoïde, flavonoïdes, phénol et alcaloïdes (Benyagoub *et al.*, 2016).

De plus, (Ali *et al.*, 2008) ont expliqué le pouvoir antibactérien de la gomme arabique par la présence des polysaccharides. De tels effets ont été aussi attribués à la teneur élevée en sel de Ca^{+2} , Mg^{+2} et K^{+2} , de polysaccharides et de nombreux types d'enzymes telles que les oxydases, les peroxydases et les pectinases, dont certaines ont des propriétés antimicrobiennes (Saini *et al.*, 2008 in Hindi *et al.*, 2015). On suppose que l'activité antibactérienne trouvée dans notre étude est conforme à celle de Ali *et al.*, dont ils ont attribué le pouvoir antibactérien à la présence de polysaccharide, de fait que ces derniers sont les composants majoritaires de la gomme et donc l'apparition de l'effet des flavonoïdes, tétraonidés, enzymes ou autres composés mineurs doit être précédé par une concentration de ces composants.

Donc, la différence dans l'effet inhibiteur en fonction de la gomme est due potentiellement à la différence de la composition chimique des différentes gommes testées, qui peut varier entre autres en fonction de l'origine de la gomme, du climat, de la saison de récolte et de l'âge des arbres (Montenegro *et al.*, 2012). Dans le même sens, Siddiqui *et al.*, 2015 ont aussi rapporté que la composition chimique de la gomme varie fortement et dépend des espèces végétales, les conditions agroalimentaires et le moment de la récolte (Siddiqui *et al.*, 2015 in Bhoj *et al.*, 2017). De plus la sensibilité variante sur les espèces testées peut être due au mode d'extraction, la concentration en principe actif et surtout de la nature des bactéries gram+ et gram- comme il a été déjà expliqué par Benyagoub *et al.*, 2016.

L'étude réalisée dans ce travail sur l'activité antibactérienne de l'extrait de gomme d'amandier, abricotier, cerisier et arabique permet de déduire que ces gommages ont un effet antibactérien considérable sur quelques souches testées.

Conclusion

Dans cette étude qui avait pour but d'évaluer l'activité antibactérienne des gommages provenant de quatre arbres sur 6 souches de référence il ressort que :

- Certaines souches étudiées ont été sensibles à l'extrait aqueux de gomme et d'autres ont été résistantes.
- L'effet antibactérien de ces gommages varie d'une souche à une autre et peut dépendre de plusieurs paramètres.

À travers les résultats obtenus, il a été démontré que la gomme largement utilisée en médecine traditionnelle, possède un potentiel antibactérien qui varie de faible au moyen. Par conséquent, 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.

Afin de mieux comprendre l'effet antimicrobien de ces gommages et confirmer les résultats, d'autres tests de recherche et de caractérisation doivent être effectués comme :

- L'utilisation d'autres solvants.
- La détermination de la Concentration Minimale d'Inhibition (CMI).
- Tester l'effet de ces gommages sur d'autres souches bactériennes et sur d'autres types de microorganismes (moisissures et levures) potentiellement pathogènes pour l'homme afin de voir si ces gommages sont dotées d'un large spectre d'activité antimicrobienne.
- La détermination du mode d'action antimicrobien que possèdent ces gommages (biocide ou bio-statique).

Une analyse chimique permettrait de déterminer la nature du ou des agent(s) inhibiteur(s) de la croissance des microorganismes, ensuite :

- Une purification des agents inhibiteurs et leur caractérisation, en les soumettant aux différents traitements physico-chimiques (pH, températures, solvants...), seront effectuées.

Une fois ceci réalisé, des protocoles seront adaptés pour la production industrielle de ces agents inhibiteurs.

Références bibliographiques

- Abuarra, A., Hashim, R., Bauk, S., Kandaiya, S., Tousi, E.T. (2014). Fabrication and characterization of gum Arabic bonded *Rhizophora spp.* particleboards. *Mater Des* 60: p:108–115.
- Ahmed, A. A. (2018). Health Benefits of Gum Arabic and Medical Use. *Gum Arabic*, p:183–210.
- Ahmed, A.A., Fedail J.S., Musa, H.H., Musa, T.H., et Sifaldin, A.Z. (2016). Gum Arabic supplementation improved antioxidant status and alters expression of oxidative stress gene in ovary of mice fed high fat diet. *Middle East Fertility Society Journal*, vol. 21: p:101–108.
- Akinpelu, D. A., Abioye, E. O., Aiyegoro, O. A., Akinpelu, O. F., et Okoh, A. I. (2015). Evaluation of antibacterial and antifungal properties of *Alchornealaxiflora* (Benth.) Pax et Hoffman. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Akram Ahmed Aloqbi. (2020). Gum Arabic as a natural product with antimicrobial and anticancer activities. *Arch Pharma Pract*; 11(2): p:107-12.
- Al Alawi, S., Amzad Hossain, M., et Abusham, A.A. (2018). Antimicrobial and cytotoxic comparative study of different extracts omani and Sudanese Gum *Acacia*. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 7, p:22-26.
- Al-Behadli, N. K., Al-Wazni, W. S., et Alwan, A. H. (2020). Evaluation of some biological activities of arabic gum (*Sengalia senegal*) aqueous extract in-vivo and in-vitro. *International Conference of Numerical analysis and Applied Mathemarhics ICNAAM. 2019*.
- Alfatemi, S. M. H., Rad, J. S., Rad, M. S., Mohsenzadeh, S., et da Silva, J. A. T. (2015). Chemical composition, antioxidant activity and in vitro antibacterial activity of *Achilleawilhelmsii* C. Koch essential oil on methicillin-susceptible and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* spp. *3 Biotech*, 5(1), p:39–44.
- Ali, N. E., Kaddam, L. A., Alkarib, S. Y., Kabbalo, B. G., Khalid, S. A., Higawee, A., et Saeed, A. M. (2020). Gum Arabic (*Acacia Senegal*) Augmented Total Antioxidant Capacity and Reduced C-Reactive Protein among Haemodialysis Patients in Phase II Trial. *International Journal of Nephrology*, 2020, p:1–7.
- Al-idee, T., Habbal, H., Karabet, F., Alzubi, H. (2019). Study of Some Functional Properties and Antioxidant Activity of Two Types of Cherry Trees (*Prunusavium*) Gum Exudates Grown in Syria. *Iraqi Journal of Science*, 61, (1), pp: 13-22.
- Atki, Y., Aouam, I., El Kamari, F., Taroq, A., Nayme, K., Timinouni, M., Lyoussi, B., Abdellaoui, A. (2019). Antibacterial activity of cinnamon essential oils and their synergistic potential with antibiotics. *Journal of advanced pharmaceutical technology & research*, 10(2), p:63–67.
- Ayaz, N. O., Ramadan, K. S., Farid, H. E., et Alnahdi, H. S. (2017). Protective role and antioxidant activity of arabic gum against trichloroacetate-induced toxicity in liver of male rats. *Indian Journal of Animal Research*, 51(2), p:303-309.

- Ba-Abbad, M.M., Takriff, M.S., Benamor, A. et al. Arabic gum as green agent for ZnO nanoparticles synthesis: properties, mechanism and antibacterial activity. *J Mater Sci: Mater Electron* 28, 12100–12107 (2017). <https://doi.org/10.1007/s10854-017-7023-2>.
- Babiker, M., Abbas, T., et Mohammed, M. (2017). Effect of gum arabic on liver function and antioxidant enzymes of sprague-dawley rats. *IOSRJPBS*, 12(2), p:29-33.
- Baien, S. H., Seele, J., Henneck, T., Freibrodt, C., Szura, G., Moubasher, H., de Buhr, N. (2020). Antimicrobial and Immunomodulatory Effect of Gum Arabic on Human and Bovine Granulocytes Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Frontiers in Immunology*, 10.
- Bashige, C. V., Bakari, A, S., Numbi, w. I, Kalonda, M., Okusa, N., Kahumba, B.J., Lumbu, S. J. B. (2018). Criblage Phytochimique et activité antimicrobienne de sept fleurs comestibles utilisées en médecine traditionnelle à Lubumbashi (RDC). *Journal of Applied Biosciences* 124: p :12455-12467.
- Bashir, M., &Haripriya, S. (2016). Assessment of physical and structural characteristics of almond gum. *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, 476–482.
- Bassanetti, I., Carcelli, M., Buschini, A., Montalbano, S., Leonardi, G., Pelagatti, P., Rogolino, D. (2017). Investigation of antibacterial activity of new classes of essential oils derivatives. *Food Control*, 73, 606–612.
- BeMiller, J.N. (2015). *Carbohydrate chemistry for food scientists*. 3 rd edition. Wood Head publishing. United Kingdom 2019; p:314.
- Ben brahim, K. F., Berrada, H., El Ghachtouli, N., et Ismaili, M. (2014). Les Acacias : des plantes fixatrices d'azote prometteuses pour le développement durable des zones arides et semi-arides [*Acacia*:PromisingNitrogen fixing trees for sustainable development in arid and semi-arid areas]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8(1), 46.
- Benyagoub, E., Boulanouar, A., Souid Ahmed, M., Nebbou, N., et Bouloufa, A. (2016). Evaluation test of antibacterial activity of the Arabic gum of *Acacia tortilis* (Forssk) against some pathogenic bacterial strains. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Vol. 85, 2016, p:237 – 252.
- Bouaziz, F., Helbert, C. B., Romdhane, M. B., Koubaa, M., Bhiri, F., Kallel, F., Chaari, F., Driss, D., Buon, L., et Chaabouni, S. E. (2015). Structural data and biological properties of almond gum oligosaccharide: Application to beef meat preservation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 72, p:472–479.
- Bouaziz, F., Koubaa, M., EllouzGhorbel, R., et EllouzChaabouni, S. (2016). Recent advances in Rosaceae gum exudates: From synthesis to food and non-food applications. *International Journal of BiologicalMacromolecules*, 86, p:535–545.
- Carlet, J., et Le Coz, P. (2016). Tous ensemble, sauvons les antibiotiques [Internet]. Available from: http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_antibiotiques.pdf

- Chevalier, S., Bouffartigues, E., Bodilis, J., Olivier, M., Olivier, L., Marc, G. J. F., Nicole.O., Alain, D., Cornelis, P. (2017). Structure, function and regulation of *Pseudomonas aeruginosa* porins, *FEMS Microbiology Reviews*, vol. 41, no. 5, pp. 698–722.
- Denis, F., Cattoir, V., Martin, C., Ploy, M. C., et Poyart, C. (2016). Bactériologie médicale : techniques usuelles. Elsevier Masson. Page 303.304.
- Denkova-Kostova, R., Teneva, D., Tomova, T., Goranov, B., Denkova, Z., Shopska, V.Hristova-Ivanova, Y. (2020). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of essential oils from tangerine (*Citrus reticulata L.*), grapefruit (*Citrus paradisi L.*), lemon (*Citrus lemon L.*) and cinnamon (*Cinnamomumzeylanicum Blume*). *ZeitschriftFürNaturforschung C*, 76(5-6), p :175–185.
- Desmier, T. (2016). Les antioxydants de nos jours : définition et application Université de Limoges.
- Djinni, I.; Defant, A.; Kecha, M.; Mancini, I. (2016) *Actinobacteria Derived* from Algerian Ecosystems as a Prominent Source of Antimicrobial Molecules. *Antibiotics* 2019, 8, 172.
- Djinni, I.; Defant, A.; Kecha, M.; Mancini, I. (2019). *Actinobacteria Derived* from Algerian Ecosystems as a Prominent Source of Antimicrobial Molecules. *Antibiotics*, 8, 172.
- Elbing, K. L., et Brent, R. (2018). Recipes and Tools for Culture of *Escherichia coli*. *CurrentProtocols in Molecular Biology*, 125, e83.
- Elmogahzy, Y. E. (2020). Finished fibrous assemblies. *Engineering Textiles*, 275–298.
- El-Sayed, H. S., Chizzola, R., Ramadan, A. A., et Edris, A. E. (2017). Chemical composition and antimicrobial activity of garlic essential oils evaluated in organic solvent, emulsifying, and self-microemulsifying water based delivery systems. *Food Chemistry*, 221, p:196–204.
- Foroughi, A., Pournaghi, P., Najafi, F., Zangeneh, A., Zangeneh, M. M., Moradi, R. (2016). Evaluation of Antibacterial Activity and Phytochemical Screening of *Pimpinellaanisem's* Essential Oil. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*2016; 8(11); p:1886-1890.
- Gardens., K. (2016). *Acacia senegal* (gum arabic). Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew.
- Ghai, I., et Ghai, S. (2018). Understanding antibiotic resistance via outer membrane permeability, *Infection and Drug Resistance*, vol. 11, p:523–530.
- Ghavam, M., Manca, M.L., Manconi, M. (2020). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils obtained from leaves and flowers of *Salvia hydrangea DC. ex Benth.**Sci Rep* 10, 15647.
- Gupta, P. D., et Birdi, T. J. (2017). Development of botanicals to combat antibiotic resistance, *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, vol. 8.

Hassoun, P., Bastianelli, D., Lebas, F. (2016). Gum arabic tree (*Acacia Senegal*). Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ...

Hindi, N., Bnuyan, I., Jebur, M, H., Mahdi. (2015). In Vitro Antimicrobial Activity of Gum Arabic (Al Manna and Tayebat) Prebiotics against Infectious Pathogens. *Ijppr.Human*, 2015, 3 (3): p:77-85.

Hsouna, A. B., Halima, N. B., Smaoui, S., et Hamdi, N. (2017). Citrus lemon essential oil: chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities with its preservative effect against *Listeria monocytogenes* inoculated in minced beef meat. *Lipids in health and disease*, 16(1), 146.

Inamuddin., Mohd Imran Ahamed., Rajender, Boddula., et Tariq, Altalhi. (2021). Polysaccharides: Properties and Applications. (205-220).

Jules, K. N. G., Witabouna, K. M., Kouadio, G. N., et Fernique, K. K. (2017). Evaluation de l'activité antibactérienne des feuilles de *Spondiasmombin L.(Anacardiaceae)* sur la croissance in-vitro de souches d'entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectreélargi (EBLSE) et tri phytochimique [Evaluation of the antibacterial activity of leaves *Spondiasmombin L.(Anacardiaceae)* on the in vitro growth of producing *Enterobacteriaceae* of bêta-lactamases at extended. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 20(2), 431-440.

Karimi, Z., Firouzi, M., Dadmehr, M. Javad-Mousavi, S.A., Bagheriani, N., Sadeghpour, O. (2020). Almond as a nutraceutical and therapeutic agent in Persian medicine and modern phytotherapy: A narrative review, 35(6), p:2997-3012

Kendie, F. A., Mekuriaw, S. A., et Dagneu, M. A. (2018). Ethnozoological study of traditional medicinal appreciation of animals and their products among the indigenous people of MetemaWoreda. North-Western Ethiopia. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 14(1), 37.

Mahawar, M. M., et Jaroli, D. P. (2006). Animals and their products utilized as medicines by the inhabitants surrounding the Ranthambhore National Park, India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2(1), 46.

Mahfoudhi, N., Sessa, M., Chouaibi, M., Ferrari, G., Donsi, F., et Hamdi, S. (2014). Assessment of emulsifying ability of almond gum in comparison with gum arabic using response surface methodology. *Food Hydrocolloids*, 37, p:49–59.

Manandhar, S., Shisir, L., et Raj Kumar, D. (2019). In Vitro Antimicrobial Activity of Some Medicinal Plants against Human Pathogenic Bacteria. *Journal of Tropical Medicine*. Article ID 1895340, 5 pages.

Moniczewski, A., Gawlik, M., Smaga, I., Niedzielska, E., Krzek, J., Przegaliński, E., Filip, M. (2015). Oxidative stress as an etiological factor and a potential treatment target of psychiatric disorders. Part 1. Chemical aspects and biological sources of oxidative stress in the brain. *Pharmacological Reports*, 67(3), p:560-568.

Montenegro, M. A., Boiero, M. L., Valle, L., Borsarelli, C. D. (2012). Gum Arabic: more than an edible emulsifier. *Products and applications of biopolymers*, 51, p :953-978.

Mouas, Y., Benrebiha, F., et Chaouia, C. (2017). Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin *Rosmarinus officinalis* L. *Revue Agrobiologia*, 7(1), p :363-370.

Munita, J. M., et Arias, C. A. (2016). Mechanisms of Antibiotic Resistance. *Microbiology spectrum*, 4(2).

Norizam, S., Ruszymah, B., HajiIdrus, M., Izhar,Ariff., Mohd, K., Mohd H. M. (2021). Anticancer, antiplatelet, gastroprotective and hepatoprotective effects of camel urine: *Ascoping review*. 29(7), p :740-750.

Oulebsir Mohandkaci, H. (2012). Evaluation de l'impact biologique de quelques souches locales de *Bacillus sp.* Et *Pseudomonas spp.* Fluorescentsvis à vis du criquet migrateur *Locustmigratoriace rascens (Orthoptera: Acrididae)*. Thèse de doctorat.

Patel, S., et Goyal, A. (2015). Applications of natural polymer gum arabic: a review. *International Journal of Food Properties*, 18(5), 986-998.

Pirmoradian, M., et Hooshmand, T. (2019). Remineralization and antibacterial capabilities of resin-based dental nanocomposites. *Applications of Nanocomposite Materials in Dentistry*, p:237–269.

Pisoschi, A. M., et Pop, A. (2015). The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *European journal of medicinal chemistry*, 97, p:55-74.

Rasooli, I., Fakoor, M.H., Yadegarinia, D., Gachkar, L., Allameh, A., Rezaei, M.B., (2008). Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils. *International Journal of Food Microbiology*.

Rezaei, A., Nasirpour, A., et Tavanai, H. (2016). Fractionation and some physicochemical properties of almond gum (*Amygdalus communis* L.) exudates. *Food Hydrocolloids*, 60, p:461–469.

Ribeiro, J., Silva, V., Aires, A., Carvalho, R., Igrejas, G. et Poeta, P. (2020). Antimicrobial Activity of Phenolic Compounds Extracted from *Platanus hybrida*: Exploring Alternative Therapies for a Post-Antibiotic Era. *Proceedings*, 66 (1), 18.

Sanchez, C., Nigen, M., Mejia., T. V., Doco, T., Williams, P., Amine, C., Renard, D. (2018). *Acacia* gum: History of the future. *Food Hydrocolloids*, 78, p:140–160.

Sehad, N. M. (2016). In Vitro Studies on Gum *Acacia* and its Potential as a Prebiotic in an Elderly Population, University of Reading.

shaikh, T., Rub, R. A., & Sasikumar, S. (2016). Antimicrobial screening of *Cichoriumintybus* seed extracts. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, S1569–S1573.

Shehu, Z., Danbature, W. L., Maisanda, A. S., et Musa, M. S. (2018). Synthesis, Characterization and Antibacterial Activity of Kaolin/Gum Arabic Nanocomposite on *Escherichia Coli* and *Pseudomonas Aeruginosa*. *Research. Journal of Nanoscience and Engineering*, 2(2), p:23-29.

Shehu, Z., Lamayi, W. D., Sabo, A. M., et Aliyu, S. I. (2019). Kaolin/Gum Arabic Nanocomposite as Antifungal agent against *Aspergillus Flavus* and *Saccharomyces cerevisiae*: Kaolin/Gum Arabic Nanocomposite as Antifungal agent. *Iraqi Journal of Science*, 60(11), p:2316-2320.

Singh, B, S., Dubey, S., Siddiqui, M, Z. (2015). Antimicrobial Activity of Natural Edible Gums. *World J Pharm Sci*; 3(11): p:2217-2221.

Sugawara, E., Kojima, S et Nikaido, H. (2016). *Klebsiella pneumoniae* major porins OmpK35 and OmpK36 allow more efficient diffusion of β -lactams than their *Escherichia coli* homologs OmpF and OmpC,” *Journal of Bacteriology*, vol. 198, no. 23, pp. 3200–3208.

Sugawara, E., Kojima, S. et Nikaido, H. (2016) “*Klebsiella pneumoniae* major porins OmpK35 and OmpK36 allow more efficient diffusion of β -lactams than their *Escherichia coli* homologs OmpF and OmpC,” *Journal of Bacteriology*, vol. 198, no. 23, pp. 3200–3208, 2016.

Tongwen, S.E., Shaohua, L., YongjunWu. (2020). *Klebsiella pneumoniae*: an increasing threat to public health. 19 :1.

Zaccheus, S., Danbature, W. L., Maisanda, A. S., Musa, M. S. (2018). Synthesis, Characterization and Antibacterial Activity of Kaolin/Gum Arabic Nanocomposite on *Escherichia Coli* and *Pseudomonas Aeruginosa*. *Research Journal of Nanoscience and Engineering*.2018; 2(2), p:23-29.

Ziervogel, B. K., & Roux, B. (2013). The binding of antibiotics in OmpFporin. *Structure*. 21(1), pp. 76–87.

Webographie:

1World Health Organisation Publishes List of Bacteria for Which New Antibiotics Are Urgently Needed. Available online: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/bacteria-antibiotics-needed/en/> (accessed on 27 February 2017).

Résumé

Les échecs thérapeutiques et les coûts de plus en plus élevés des traitements des infections dues à l'émergence des bactéries multi-résistantes appellent à trouver d'autres alternatives de soins. Il a été démontré que les plantes et leurs dérivés étaient toujours une source prometteuse de composés bioactifs, avec une forte activité antimicrobienne. Les gommages de plantes sont principalement de longs polysaccharides complexes, comestibles, connues pour leur utilisation dans des applications quotidiennes pour plusieurs maladies, y'a compris les infections bactériennes. Afin de tester et de rechercher des activités antibactériennes de ces gommages sur des bactéries, 4 gommages, qui proviennent des différents arbres et de différentes régions, ont été testées, sur milieu solide approprié MHA, par la méthode de diffusion sur disque, pour leurs capacités inhibitrices sur la croissance de 6 souches de références de la collection ATCC fournies par notre laboratoire : *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ; *Escherichia coli* ATCC 25922; *Salmonella enterica* ATCC 14028 ; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ; *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p ; *Bacillus cereus* ATCC 1457. Les résultats de ce test ont montré la présence d'activité antibactérienne de toutes les gommages à la concentration maximale de l'extrait sauf celle de l'arbre de cerisier. La discussion est portée sur les raisons de l'efficacité inhibitrice variante d'une souche à une autre observée durant l'étude.

Mots clés : Résistance, gomme, activité antibactérienne, bactéries, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ; *Escherichia coli* ATCC 25922 ; *Salmonella enterica* ATCC 14028 ; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ; *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p ; *Bacillus cereus* ATCC 1457.

Abstract

Therapeutic failures and the rising costs of treating infections caused by bacteria call for alternative care alternatives. Plants and their derivatives have been shown to continue to be a promising source of bioactive compounds, with strong antimicrobial activity. Plant gums are mainly long, complex, edible polysaccharides known for their use in daily applications for the treatment of several diseases, including bacterial infections. In order to test and search for the antibacterial activities of these gums on bacteria, 4 gums, which come from different trees and different regions, were tested, on a solid medium MHA, by the disk diffusion method, for their inhibitory capacities on the growth of 6 reference strains from the ATCC collection provided by our laboratory: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853; *Escherichia coli* ATCC 25922; *Salmonella enterica* ATCC 14028; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923; *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p; *Bacillus cereus* ATCC 1457. The results of this test showed the presence of antibacterial activity of all the gums at the maximum concentration of the extract except that of the cherry tree. The discussion focused on the reasons for the effectiveness of inhibition of the strain-to-strain variant observed during this study.

Keywords: Resistance, gum, antibacterial activity, bacteria, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853; *Escherichia coli* ATCC 25922; *Salmonella enterica* ATCC 14028; *Staphylococcus aureus* ATCC 25923; *Staphylococcus aureus* ATCC 6538p; *Bacillus cereus* ATCC 1457.