

---

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
CENTRE UNIVERSITAIRE BELHADJ BOUCHAIB D'AIN-TEMOUCHENT



Institut des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire**

Pour l'obtention du Diplôme de Master en Sciences

Biologiques Option : Microbiologie appliquée

Présenté par :

**M<sup>elle</sup> TALBI Safa**

**M<sup>elle</sup> OUMAUCHE Salima**

---

**Recherche des propriétés antibactériennes chez des gommages de plantes**

---

Encadrant :

M. Sofiane Mourad BENYAMINA

Maître de Conférences « B » au

C.U.B.B.A.T

Soutenu le 7 septembre 2020

Devant le jury composé de :

---

Président : Dr. Mohamed AMARA (MCA)	CUBBAT
Examinatrice : Dr. Amina OUADDAH (MCB)	CUBBAT
Encadrant : Dr. Sofiane Mourad BENYAMINA (MCB)	CUBBAT

---

# Remerciements

Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la vie, la santé et le courage pour arriver en termes de ce travail et de nous avoir fait vivre ce moment tant rêvé.

Nos sincères et profonds remerciements, respects et reconnaissances s'adressent à Notre encadrant M. Sofiane Mourad BENYAMINA pour l'orientation, pour la confiance qui nous a accordé et le temps qu'il a consacré pour bien nous former, ses exigences nous ont grandement stimulées.

Nos remerciements s'étendent également à Mr. Mohamed AMARA qui nous a fait l'honneur de présider le jury, ainsi qu'à Mme. Amina OUADDAH qu'ont accepté d'examiner notre texte, pour leur lecture attentive du mémoire et pour les remarques qu'ils nous adresseront afin d'améliorer notre travail.

Nos vifs remerciements à nos chers parents et à notre famille sans exception, pour leurs soutiens constants et leurs encouragements

Enfin, sans oublier tous nos ami(e)s de la promo 2020 et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce présent travail, nous leur adressons ici l'expression de notre profonde sympathie.

*OUMAOUCHE Salima  
TALBI Safa*

## **Remerciements**

## **Liste des abréviations**

## **Liste des figures**

## **Liste des tableaux**

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Synthèse bibliographique</b>	
1. Les propriétés microbiologiques .....	2
2. Mode d'action des agents antimicrobiens .....	3
3. Les propriétés antimicrobiennes chez les organismes vivants .....	4
3.1. Chez les microorganismes .....	4
3.2. Chez les animaux.....	5
3.3. Chez les végétaux .....	6
4. La gomme arabique .....	7
5. Propriétés antimicrobiennes de la gomme arabique .....	9
<b>Matériel et méthodes</b>	
1. Collecte des échantillons de gommes testées pour leurs propriétés antibactériennes.....	11
2. Préparations des milieux de culture .....	12
2.1.Préparation de la Gélose nutritive.....	12
2.2.Préparation du Bouillon nutritif.....	12
2.3.Préparation de la Gélose nutritive semi-solide.....	12
2.4.Préparation du milieu Müeller-Hinton Agar .....	12
2.5.Préparation de McFarland0.5 .....	12
3. Purification et vérification de la pureté des souchesde collection de notre laboratoire .....	13
3.1.Purification des souches.....	13
3.2.Vérification de la pureté des souches .....	13
3.2.1. Observation macroscopique .....	13
3.2.1. Observation microscopique.....	13
4. Recherche de propriétés antimicrobiennes des gommes .....	13
4.1. La méthode de diffusion sur disque en milieu Müeller-Hinton Agar .....	13
4.2. La méthode des puits sur le milieu Müeller-Hinton Agar .....	13
4.3. Effet inhibiteur des gommes sur la croissance des souches bactériennes.....	14
4.4. Test de la capacité inhibitrice des isolats de la gomme .....	14

## **Résultats et discussion**

1. Collecte des échantillons de gommes testées pour leurs propriétés antibactériennes.....	15
2. Vérification de la pureté des souches de la collection de notre laboratoire .....	15
2.1. Observation macroscopique microscopique des souches bactériennes .....	15
2.1.1. La souche <i>Escherichia coli</i> .....	15
2.1.2. La souche <i>Enterobacter</i> sp.....	16
2.1.3. La souche <i>Bacillus cereus</i> .....	16
3. Recherche des propriétés antibactériennes des différentes gommes.....	17
3.1. Préparation des suspensions bactériennes des souches de la collection de notre laboratoire .....	17
3.1.1. Préparation de McFarland 0.5 .....	17
3.2. La méthode de diffusion sur disque en milieu Müller-Hinton Agar .....	18
3.3. La méthode des puits sur le milieu Müller-Hinton Agar .....	21
3.4. Effet inhibiteur des gommes sur la croissance des souches bactériennes.....	22
3.5. Test de la capacité inhibitrice des isolats des gommes.....	26
4. Discussion général .....	28
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	31
<b>Références bibliographiques</b> .....	33

## **Abstract**

## LISTE DES ABREVIATIONS

**BN** : Bouillon nutritif

**cm** : Centimètre

**DO** : Densité Optique

**g** : Gramme

**GN** : Gélose Nutritive

**h** : heure

**IS** : Isolat

**l** : Litre

**M**: Molaire

**MHA**: Mueller-Hinton Agar

**min**: Minute

**mL** : Millilitre

**mm** : millimètre

**pH** : Potentiel d'Hydrogène

**R** : Résistant

**S** : Sensible

**%** : pourcentage

**°C** : Degré Celsius

**µl** : Microlitre

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : collecte et provenances des échantillons des gommes testées.....	11
<b>Tableau 2</b> : tableau récapitulatif des résultats de résistance et de sensibilité des souches de la collection de notre laboratoire vis-à-vis des différentes gommes par le test de disque.....	19
<b>Tableau 3</b> : tableau récapitulatif des résultats de résistance et de sensibilité des souches de la collection de notre laboratoire vis-à-vis des différentes gommes par le test des puits .....	21
<b>Tableau 4</b> : tableau récapitulatif des résultats de résistance et de sensibilité des souches de la collection de notre laboratoire vis-à-vis des isolats des gommes. ....	27

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Photos de <i>l'arbred'Acacia</i> senegal et de la gomme arabique secrétée au niveau d'un <i>arbred'Acacia</i> .....	8
<b>Figure 2 :</b> Observations macroscopiques et microscopiquesde la souche de référence <i>E.coli.</i> ..	15
<b>Figure 3 :</b> Observations macroscopiques et microscopiquesde la souche de référence <i>Enterobacter</i> sp .....	16
<b>Figure 4 :</b> Observations macroscopiques et microscopiquesde la souche de référence <i>Bacillus cereus</i> .....	17
<b>Figure 5 :</b> Comparaison visuelle entre la turbidité des 3 souches de collection de notre laboratoire et le 0,5 Mc Farland. ....	18
<b>Figure 6 :</b> Exemple d'un résultat de résistance/sensibilité de la souche <i>Bacilluscereus</i> , vis à vis des gommés, par la méthode de diffusion sur disque.....	20
<b>Figure 7 :</b> Effet des différentes gommés sur la croissance des souches de la collection de notre laboratoire.....	24
<b>Figure 8 :</b> Exemple du test des capacités inhibitrices des isolats des gommés sur la souche <i>d'Escherichiacoli.</i> .....	27

# ***I**ntroduction générale*

Depuis toujours, les maladies infectieuses causées par des microorganismes sont en constante augmentation et constituent la principale menace pour la santé publique (Akinpelu *et al.*, 2015), ce qui a conduit à une nécessité de développer de nouvelles substances et de nouveaux composés antimicrobiens plus efficace (Bouharb *et al.*, 2014). Par contre, l'utilisation prolongée et non contrôlée de ces derniers a conduit à une augmentation de la résistance des microorganismes aux agents antimicrobiens déjà existants (Pulcini *et al.*, 2010).

Cette situation a engendré un besoin, sans cesse croissant, de rechercher et 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).

Depuis plusieurs années, les dérivés de végétaux tels que les huiles essentielles, les extraits ou les exsudats ont été testées ou utilisées pour leur activité antimicrobiennes (Ben-Mahdi *et al.*, 2010 ; Akinpelu *et al.*, 2015 ; Boutabia *et al.*, 2016 ; Shirin et Prakash, 2010 ; Malu *et al.*, 2009). Il a été démontré aussi, que les exsudats de plantes tels que les gommés présentent des propriétés antimicrobiennes intéressantes (Clark *et al.*, 1993 in Montenegro *et al.*, 2012 ; Shehu *et al.*, 2018).

Pour cela l'objectif de notre travail est de rechercher des propriétés antibactériennes chez des gommés récoltées de l'arbre de cerisier (*Prunus cerasus*) à Tizi-Ouzou (GC), de l'arbre d'amandier (*Prunus dulcis*) à Ain-Temouchent (GAm1), de l'arbre d'amandier (*Prunus dulcis*) à Tlemcen (GAm2). 2 gommés ont été achetées du commerce à Tizi-Ouzou (GO) et à Oran (GA). Les propriétés antibactériennes de ces gommés ont été testées vis-à-vis de 3 souches de la collection de notre laboratoire *Escherichia coli* (*E. coli*), *Enterobacter* sp, *Bacillus cereus* sur milieu solide (la méthode de diffusion sur disque et la méthode des puits) et sur milieu liquide (la méthode mesure de la DO<sub>600nm</sub> de la croissance).

Les résultats des tests de résistance/sensibilité des souches ont montré que, lorsque ces tests sont effectués sur milieu liquide, l'activité antibactérienne est détectée chez toutes les gommés testées à une concentration de 10%. Par contre, lorsque les gommés GC, GAm1 et GAm2 sont testées à une concentration 10% sur milieu solide leur activité antibactérienne n'est pas détectée, alors qu'elle était détectée sur milieu liquide, ce qui montre que, potentiellement le milieu liquide est le mieux adapté pour rechercher des activités antibactérienne. Aussi les résultats ont montré que les deux gommés GO et GA ont les plus fortes activités inhibitrices de la croissance des souches de la collection de notre laboratoire, comparé aux autres gommés.

# *Synthèse bibliographique*

## **1. Les propriétés microbiologiques existant chez les êtres vivants**

Au cours des 2 dernières décennies, 50% des médicaments introduits sur le marché sont des molécules biologiques (Vuorelaa *et al.*, 2004 in Lianet, 2014). Ces molécules peuvent être isolées à partir d'organismes terrestres ou marins (Lianet, 2014).

Durant les dernières années, la recherche d'activités biologiques (anti-microbiennes et anti-oxydantes) chez des plantes a considérablement augmenté. En effet, ces plantes, en plus de leur activités biologiques, elles présentent aussi une faible toxicité et du potentiel pour être une alternative moins chère aux médicaments de synthèse coûteux (Chew *et al.*, 2012).

Les produits naturels symbolisent aujourd'hui une certaine assurance, contrairement aux médicaments synthétiques qui sont considérées parfois comme sans effet pour la santé humaine et pour l'environnement. Ce qui pousse l'être humain, à revenir aux sources et aux produits naturels (Banerjee *et al.*, 2014).

La nécessité de développer et de produire de nouvelles substances antimicrobiennes plus efficaces a pris son importance en raison de :

- L'utilisation prolongée et non contrôlée d'antibiotiques a conduit à une augmentation de la résistance des microorganismes aux agents antimicrobiens déjà existants (Valgas *et al.*, 2007 ; Ncube *et al.*, 2008 ; Lei *et al.*, 2019) ce qui a poussé les spécialistes à rechercher de nouvelles sources naturelles leur permettant de faire face à la résistance acquise des microorganismes vis-à-vis des agents antimicrobiens (Chandra *et al.*, 2017) .
- L'apparition de nouvelles maladies infectieuses virales telles que le VIH ou les fièvres hémorragiques (Girard, 2000) ou la réapparition d'infections qui semblaient être maîtrisées (Valgas *et al.*, 2007), comme par exemple le choléra. En effet, il a été observé que l'épidémie de choléra a récemment augmenté sa gravité, sa durée et sa fréquence (Harris *et al.*, 2012).
- La difficulté d'obtenir, à partir des microorganismes, de nouvelles molécules possédant des propriétés antimicrobiennes (Valgas *et al.*, 2007).
- La récurrence des infections en raison de la perte de l'efficacité des stratégies thérapeutiques adoptées pour le traitement de ces infections (Borges *et al.*, 2015).
- La persistance et la propagation de la résistance aux agents antimicrobiens à d'autres microorganismes, combinées à une efficacité réduite des agents antimicrobiens actuels (Borges *et al.*, 2015).

## **2. Mode d'action des agents antimicrobiens**

Les agents antimicrobiennes, selon leur mode d'action, peuvent soit inhiber la croissance des microorganismes, c'est à dire un effet biostatique (bactériostatique, fongistatique, virostatique) ou tuer les microorganismes, c'est à dire un effet biocide (bactéricide, fongicide, virucide) (McDonnell et Russell, 1999). Certaines substances antimicrobiennes peuvent avoir une combinaison d'effet, comme par exemple l'huile essentiel du *Laurus nobilis L.* qui possèdent une activité bactériostatique sur *Staphylococcus aureus*, fongistatique sur *Aspergillus niger*, et fongicide sur *Candida albicans*. (Taarabt *et al.*, 2017).

Les biocides, sont des agents antimicrobiens, utilisés depuis des siècles, dotés d'une activité désinfectante, antiseptique ou conservatrice (Denyer et Maillard, 2002). Leur mode d'action est de pénétrer dans les cellules microbiennes et de perturber la membrane cytoplasmique ainsi que la synthèse de macromolécules importantes telles que l'ARN, les protéines et les acides gras (Allen, 2006).

Les effets biostatique, sont généralement obtenus par une concentration plus faible, des agents antimicrobiens, que celle d'un biocide (Maillard, 2002), pour permettent l'inhibition de le croissance ou de la multiplication des microorganismes, par ex. bactéries et champignons (Persin *et al.*, 2014). Leur mode d'action est d'inhiber la croissance des cellules microbiennes, la synthèse des acides nucléiques et la synthèse des protéines (Thiele-Bruhn et Beck, 2005 ; Silva *et al.*, 2011).

La membrane des microorganismes peut, soit repousser les agents antimicrobiens et permettre aux microorganismes de résister, soit être la cible des agents antimicrobiens ce qui conduit à l'élimination du microorganisme (Epanand *et al.*, 2016).

Les antibiotiques utilisée en thérapie affectent un site cible spécifique au niveau des bactéries, entraînant des effets bactériostatiques ou bactéricides (Athanasiadis *et al.*, 2007), et l'une des cibles potentielles, des nouveaux antibiotiques, qui pourraient être efficaces contre les bactéries résistantes, c'est la membrane cellulaire bactérienne (Epanand *et al.*, 2016). Par exemple, de nombreux antibiotiques cliniquement utiles, tels que les  $\beta$ -lactamines qui possèdent un site cible sur la membrane cytoplasmique (Denyer et Maillard, 2002) ou la vancomycine qui inhibe la synthèse de la paroi cellulaire des bactéries (Kapoor *et al.*, 2017).

Les antifongiques peuvent avoir aussi un effet sur la membrane ou la paroi des champignons par exemple, l'itraconazole qui cible la biosynthèse de l'ergostérol, constituant essentiel de la membrane fongique, provoquant un effet antifongique (Tatsumi *et al.*, 2013) ou l'amphotéricine B, qui interagit avec l'ergostérol provoquant ainsi une perturbation de la

membrane fongique et une perte du contenu cellulaire (Odds et al., 2003).

Certaines enzymes, comme la  $\beta$ -1,3-glucanase et les chitinases, sont capables de lyser la paroi cellulaire de certains champignons (Lucca *et al.*, 2005). La caspofungine, un lipopeptide, est capable d'inhiber la synthèse du  $\beta$ -(1,3)-D-glucane de la paroi cellulaire des champignons comme *Candida* ou *Aspergillus* (Hochart *et al.*, 2008).

Des études ont montré aussi, la capacité des peptides antimicrobiens à interagir et à causer des dommages à la membrane cellulaire des microorganismes (Guilhelmelli *et al.*, 2013 ; Epanand *et al.*, 2016).

Les agents antimicrobiens peuvent avoir aussi d'autres effets comme la synthèse des protéines, de l'ADN et de l'ARN (Denyer et Maillard, 2002). Par exemple, les quinolones peuvent interagir sur des enzymes qui interviennent dans la réplication de l'ADN comme par exemple l'ADN gyrase et la topoisomérase IV des bactéries (Kapoor *et al.*, 2017). Aussi, les peptides antimicrobiens, ont la capacité de tuer rapidement les cellules cibles pathogènes et parfois même celles qui résistent aux antimicrobiens conventionnels (Bulet, 1999) en inhibant des processus importants tels que des activités enzymatiques, la synthèse des protéines (Guilhelmelli *et al.*, 2013).

Les produits virucides peuvent avoir, selon le type de virus, trois cibles d'action, l'enveloppe (comme les alcools qui détruisent l'enveloppe des virus par solubilisation des lipides membranaires (Chambon *et al.*, 1999), la capsid (comme la quercétine flavonoïde des plantes, qui peut inhiber les protéases de la capsid virale (Johari *et al.*, 2012) ou le génome (comme le Baicalein qui peut inhiber la transcriptase inverse du VIH-1 et empêcher sa réplication) (Park et Hahm, 2005 ; Cushnie et Lamb, 2005 ; Chambon *et al.*, 1999).

### **3. Les propriétés antimicrobiennes chez les organismes vivants**

Les maladies infectieuses causées par des microorganismes sont en constante augmentation et constituent une menace principale pour la santé publique (Akinpelu *et al.*, 2015). La recherche de sources ou de substances naturelles d'origine microbiennes, animales ou végétales possédant des propriétés antimicrobiennes efficaces et pouvant remplacer les antibiotiques déjà existants et qui perdent parfois de leur efficacité face aux microorganismes pathogènes, a pris de l'ampleur ces dernières décennies.

#### **3.1. Chez les microorganismes**

Les microorganismes possèdent une diversité d'activité antimicrobienne (Jenssen *et al.*, 2006), peuvent produire une grande variété d'agents antimicrobiens. Le criblage de microorganismes producteurs de substances antimicrobiennes a pris de l'ampleur après la

découverte de la pénicilline (Amedei et D'elios, 2012).

Le sol représente la plus grande source de microorganismes (Waksman, 1961 in Srividya *et al.*, 2008). Ces microorganismes représentent une source importante de production des antibiotiques, en effet, une grande partie des antibiotiques disponibles est produite par la bactérie du sol, streptomycètes (Kutzner, 1986 in Srividya *et al.*, 2008), de même que *Bacillus amyloliquefaciens* est une source importante de production d'antibiotiques (Gislin *et al.*, 2018).

Pour leur première ligne de défense, les différentes formes de vie, y compris les microorganismes, produisent des peptides antimicrobiens (Hancock et Lehrer, 1998 in Jenssen *et al.*, 2006), qui est donc le pouvoir d'inhiber la croissance de certains microorganismes (Coutinho *et al.*, 2008).

Chez les microorganismes il a été montré par exemple que des peptides sécrétés par des souches de bactéries lactiques possèdent un pouvoir inhibiteur sur des germes responsables des toxi-infections alimentaires (Bouzaid *et al.*, 2016).

### **3.2. Chez les animaux**

Les animaux ou leurs dérivés, en raison des propriétés qu'ils possèdent, ont toujours été utilisés par l'homme dans divers domaines. Par exemple, les graisses des animaux comme celle extraite du caïman est utilisée pour traiter les rhumatismes (Alves *et al.*, 2007 in Alves et Alves, 2011) et la graisse de tortue du fleuve d'Amazone est utilisée pour la fabrication d'un savon (Alves et Rosa, 2010 in Alves et Alves, 2011).

Des thérapies basées sur des médicaments obtenus à partir des animaux ou de leurs dérivés, ont été utilisées dans le traitement de certaines maladies humaines (la zoothérapie) (Costa-Neto, 2005 in Mahawar et Jaroli, 2006) causées par les microorganismes. telles que les urines et le lait de la Girafe pour le traitement de la tuberculose, les urines de la Gazelle pour le traitement de la Syphilis, la Bile d'Éléphant pour le traitement du trachome, le Sang du Pygargue à tête blanche pour le traitement des infections fongiques cutanées (Kendie *et al.*, 2018).

Comme c'est le cas des autres organismes vivants, les animaux peuvent aussi avoir des propriétés antimicrobiennes. Par exemple, les graisses extraites du lamantin (mammifère aquatique) a été utilisée pour soigner les furoncles (infection de la peau causée par le staphylocoque doré) (Costa-Neto, 2005a). De même que le système peroxydase des mammifères, a montré des activités antibactériennes, antifongiques et antivirales. Ce système intervient par exemple dans l'inhibition du développement de la carie dentaire ou des microorganismes pathogènes dans le lait des animaux pendant la période de lactation (Ratner et Prince, 1999 in Coutinho *et al.*, 2008).

Les insectes et leurs extraits ont été utilisés comme sources thérapeutiques. Par exemple, il a démontré l'existence de propriétés antibactériennes chez les défensines des insectes, ces défensines sont des peptides inductibles ayant une activité antibactérienne (Hoffmann et Hetru, 1992 in Wu *et al.*, 2018).

De même pour les cécropines du papillon de soie géant *Hyalophora cecropia* (Steiner *et al.*, 1981 in Wu *et al.*, 2018), qui sont des peptides possédant des activité antibactériennes (Wu *et al.*, 2018). Ces peptides potentiellement actifs contre les microorganismes ne sont généralement pas toxiques pour les cellules des mammifères (Coutinho *et al.*, 2008). Ou encore les attacines (protéine antibactérienne) isolées des mouches *Glossina morsitans* (mouche tse-tse) et *Musca domestica* (Wu *et al.*, 2018) (Sherman *et al.*, 2000 in Costa-Neto, 2005b).

Il existe d'autres exemples de molécules antimicrobiennes produites par le règne animal comme par exemple le peptide hémolytique produit dans la peau de grenouilles (Coutinho *et al.*, 2008), les peptides ponéricines isolés du venin de la fourmi *Pachycondyla goeldii*, ou encore la mélittine une toxine peptidique présente dans le venin des abeilles (Jamasbi *et al.*, 2018 ; Chen *et al.*, 2016 in Wu *et al.*, 2018).

Il existe aussi les peptides indolicidine produits par les Bovins (Hsu *et al.*, 2005 ; Sitaram *et al.*, 2003 in Jenssen *et al.*, 2006) ou les polyphémusine, produits par la Limule (Powers *et al.*, 2004 ; Zhang *et al.*, 2000 in Jenssen *et al.*, 2006).

### 3.3. Chez les végétaux

Comme c'est le cas des autres organismes vivants les végétaux sont aussi dotés de système antimicrobien qui leur permet de se protéger contre toute attaque microbienne. En effet, ces végétaux peuvent contenir par exemple des molécules bioactives possédant des propriétés antimicrobiennes (Mouas *et al.*, 2017).

De plus, ces plantes peuvent produire des composés agissant sur de nouveaux récepteurs (ces nouveaux récepteurs sont modifiés par les microorganismes pour échapper à l'action des antibiotiques) avec un nouveau mécanisme d'action contre les souches pathogènes multi-résistantes (El ouarti *et al.*, 2011), comme les alcaloïdes isoquinoléiques chez l'épine-vinette (EL ouarti *et al.*, 2011).

Le choix et la recherche de sources végétales (leurs huiles essentielles ou leurs extraits par exemple) pour leurs propriétés antimicrobiennes dépendent principalement de leur capacité à éliminer des maladies infectieuses causées par des microorganismes (bactéries, champignons, virus...). Cela a donné une excellente occasion à la phytothérapie pour revenir aux programmes de la santé humaine et l'organisation mondiale de la santé la prise en considération dans ses

programmes de santé et continue d'encourager son utilisation (Akinpelu *et al.*, 2015).

Comme on l'a vu précédemment, les protéines et les peptides ayant une activité antimicrobienne peuvent se trouver chez les différents organismes vivants (les êtres humains, les animaux et les plantes) (Coutinho *et al.*, 2008). La plupart des espèces végétales produisent des peptides aux propriétés antimicrobiennes, qui sont généralement plus abondants dans la couche cellulaire externe tapissant l'organe. Ce qui constitue une bonne ligne de défense contre des attaques microbiennes externes (Broekaert *et al.*, 1997).

Des peptides antifongiques ont été identifiés chez les végétaux comme par exemples, le peptide de type hevein de la plante *Amaranthus caudatus* actif contre *Fusarium culmorum* (Broekaert *et al.*, 1992 in Lucca *et al.*, 2005) et le peptide thionin de la plante *Beta vulgaris* actif contre *Cercospora beticola* (Kragh *et al.*, 1995 in Lucca *et al.*, 2005).

Aussi les enzymes peuvent avoir un effet antimicrobien comme par exemple la  $\beta$ -1,3-glucanases de la plante *Nicotiana tabacum* agit sur *Fusarium solani* (Sela-Buurlage *et al.*, 1993 in Lucca *et al.*, 2005). Il existe aussi d'autres enzymes d'origine végétales telles que les chitinases (agit sur la chitine présente dans la paroi de la plupart des champignons (Cabib *et al.*, 1982 in Asselin, 1993) les chitosanases (agit sur le chitosane de la paroi des champignons (Novaes-Ledieu et Garcia-Mendoza, 1981 in Asselin, 1993), les B-1,3-glucanases (agit sur les B-1,3-glucanes constituants fréquents des parois fongiques (Asselin, 1993) les lysozymes agit sur le peptidoglycane de la paroi des bactéries ( Asselin, 1993).

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 du *Thymus* (Ben-Mahdi *et al.*, 2010), de *Rosmarinus* (Boutabia *et al.*, 2016), du *Juniperus phoenicea* (Bouzouita *et al.*, 2008), du *Cladanthus mixtus* (Satrani *et al.*, 2007) et du *Citrus limon* (Hsouna *et al.*, 2017).

- Les extraits de plantes, comme les extraits de la feuilles d'*Anacamptis laxiflora* (Akinpelu *et al.*, 2015), des racines matures de *Scutellaria baicalensis*, (Scheck *et al.*, 2006 in Ncube *et al.*, 2008), du *Zingiber officinale* (Shirin et Prakash, 2010 ; Malu *et al.*, 2009), du *Curcuma longa* (Zorofchian *et al.*, 2014) ont été utilisés pour leurs propriétés antibactériennes, antifongiques et antivirales.

- Aussi, il a été démontré que les exsudats de plantes tels que les gommés arabique présentent des propriétés antimicrobiennes (Clark *et al.*, 1993 in Montenegro *et al.*, 2012; Shehu *et al.*, 2018).

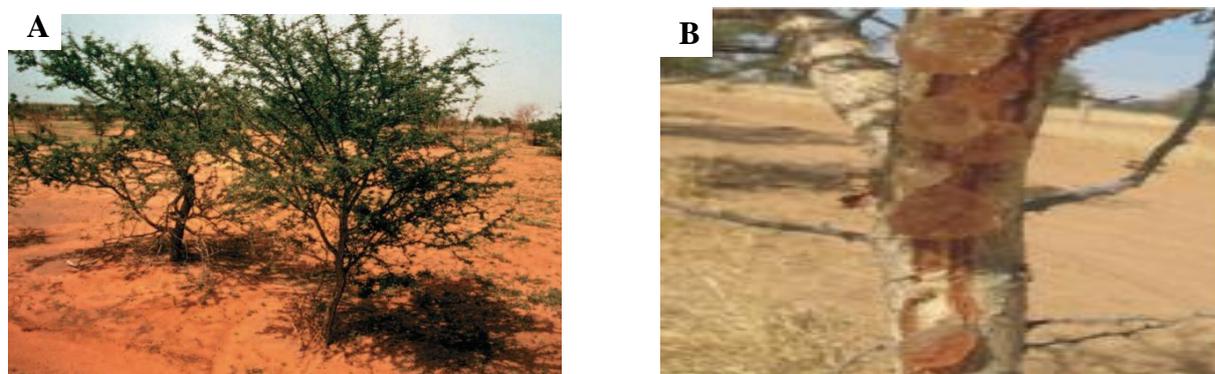
#### 4. La gomme arabique

La gomme arabique est un bio-polymère obtenu sous forme d'exsudats (Montenegro et al., 2012), principalement, à partir des arbres d'*Acacia* (famille des Leguminosae) telles que l'*Acacia sénégale* et l'*Acacia seyal* (Patel et Gayel, 2015) (Figure 1).

Le genre *Acacia* appartient à la famille des *Leguminosae* et la sous-famille des *Mimosoideae* (Sarr et al., 2005) et il existe plus de 1450 espèces d'*Acacia* (Miller et al., 2011). Les espèces d'*Acacia* les plus connues et les plus disponibles sont *Acacia senegal* (Chevallier et al., 1994), *Acacia gummifera*, *Acacia arabica* (Chevalier, 1927), *Acacia ehrenbergiana*, *Acacia seyal*, *Acacia albida* (Noureddine et al., 2010), *Acacia raddiana* (Mahamadou et al., 2018), *Acacia dealbata*, *Acacia mearnsii* et *Acacia mangium* (Kull et Rangan, 2008)

Les *Acacia* sont capables d'établir des interactions symbiotiques fixatrices d'azote, avec certaines espèces de bactéries du sol appartenant au genre *Rhizobium*, qui vont permettre aux *Acacia* d'assimiler de l'azote atmosphérique (Sarr et al., 2005 ; Ben brahim et al., 2014), en échange, les symbiotes bactériens acquièrent les sources de carbone de la part des plantes hôtes (Le Roux et al., 2016).

Les *Acacia* jouent également un rôle important comme plante fourragère, par exemple, les feuilles d'*Acacia* sont considérées comme un fourrage de première qualité, puisqu'elles présentent une très bonne valeur alimentaire pour les animaux et une faible teneur en tannins (Ickowicz et al., 2005). Aussi, le bois provenant des *Acacia* est la source principale de l'énergie domestique (Cornet, 1982). La capacité des *Acacia* à produire de la gomme arabique lui confère une grande importance (Ickowicz et al., 2005).



**Figure 1 :** Photos de l'arbre d'*Acacia sénégale* (A) (Ickowicz et al, 2005) et de la gomme arabique Secrétée au niveau d'un arbre d'*Acacia* (B) (Dauqan et Abdullah, 2013).

L'exsudation des gommés se produit suite à un traumatisme situé au niveau de la tige et des branches de l'arbre d'*Acacia* (Williams et Phillips, 2000 in Lemmens *et al.*, 2012; Phillips et Williams, 2001 ) et provoqué par le vent, la sécheresse, l'homme, les animaux, les insectes, les plantes parasites (Giffard, 1966). Les microorganismes peuvent aussi stimuler la production de gomme (Torquato *et al.*, 2004).

La gomme arabe est un polysaccharide complexe ramifié, neutre ou légèrement acide obtenu sous forme de sel mixte de calcium, de magnésium et de potassium (Sanchez *et al.*, 2018). Contrairement à d'autres gommés végétales (par exemple les résines, gomme adragante) la gomme arabe peut se dissoudre dans de l'eau (jusqu'à 50%) (Dauqan et Abdullah, 2013).

La gomme arabe, en raison de ses diverses propriétés (stabilisantes, émulsifiantes, en capsulantes, adoucissantes, de solubilité, de viscosité (Giffard, 1975 ; Montenegro *et al.*, 2012), elle peut être utilisée dans plusieurs secteurs industriels (Desmond *et al.*, 2002), tels que le secteur alimentaire (par exemple, elle est utilisée pour la production d'aliments probiotiques (Desmond *et al.*, 2002), pharmaceutique (par exemple comme agent d'enrobage lors de la fabrication des comprimés (Lemmens *et al.*, 2012) et cosmétique (par exemple comme agent adhésif des masques de beauté et comme stabilisateur de mousse dans les savons liquides (Giffard, 1975 ).

Aussi, la gomme arabe peut jouer un rôle positif sur la physiologie et la santé humaine (Kishimoto *et al.*, 2006). Cette gomme est utilisée dans les traitements traditionnels de certaines maladies et problèmes de santé, comme par exemple pour soigner la constipation, la dysenterie, l'anémie, la toux, la migraine, les furoncles, les fractures (Giffard, 1966), les insuffisances rénales (chroniques et terminales) (Nasir *et al.*, 2008) et les hypotensions (Giffard, 1975).

La gomme arabe peut jouer, aussi, un rôle important dans le bien-être et à la santé intestinale de l'homme. En effet, elle peut être utilisée comme prébiotique pour permettre de stimuler sélectivement la croissance et l'activité bactérienne au niveau de l'intestin (Calame *et al.*, 2008) ou comme probiotique 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).

### **5. Propriétés antimicrobiennes de la gomme arabe**

Plusieurs études ont montré la présence d'activités antimicrobiennes chez les gommés arabiques, par exemple, des activités inhibitrices vis-à-vis de la croissance de certaines espèces pathogènes parodontales comme *Prophyromonas gingivalis* et *Prevotella intermedia* (agent

causal de la carie dentaire ou agent impliqué dans la plaque) ont été trouvées chez la gomme arabique (Clark *et al.*, 1993 in Montenegro *et al.*, 2012). Aussi il a été montré que les extraits méthaloniques de la gomme présentait une activité antimicrobienne contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus creus*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger* (Shehu *et al.*, 2018).

La gomme arabique contient certaines enzymes qui présentent des propriétés antimicrobiennes telles que les pectinases (Benyagoub *et al.*, 2016).

La gomme arabique peut aussi avoir un rôle indirect sur l'activité antimicrobienne, en effet, des études ont montré le rôle adjuvant de la gomme arabique oxydée sur l'amphotericine B, un antimicrobien utilisé dans le traitement désinfections causées les champignons *Candida albicans* et *Cryptococcus neoformans* et le parasite *Leishmania donovani* (Patel et Gayel, 2015).

Vu l'importance potentielle de la gomme arabique comme substance à effet antimicrobien, l'objectif de notre travail est de rechercher des propriétés antibactériennes ,vis-à-vis de 3 souches de la collection de notre laboratoire, chez des gommes de plantes.

# ***M**atériel et méthodes*

Ce travail a été réalisé au niveau du Laboratoire de Microbiologie du Centre Universitaire Belhadj Bouchaib Ain-Temouchent (CUBBAT) durant le second semestre du Master 2. Ce travail a pour objectif de rechercher des propriétés antibactériennes chez les gommés de plantes vis-à-vis de 3 souches de la collection de notre laboratoire (*E. coli*, *Enterobacter* sp et *Bacillus cereus*).

### 1. Collecte des échantillons de gommés testés pour leurs propriétés antibactériennes

Les échantillons des gommés caractérisés pour leurs propriétés antibactérienne sont été collectés de la ville d'Ain-Témouchent, de Tizi-Ouzou, de Tlemcen et d'Oran entre le mois d'août 2019 et Février 2020.

**Tableau 1** : collecte et provenances des échantillons des gommés testés.

Gomme	Source de provenance	Ville de provenance	Période de récupération	Photos de la gomme
GC	Arbre du cerisier ( <i>Prunus cerasus</i> )	Tizi-Ouzou	Janvier 2020	
GAm1	Arbre d'amandier ( <i>Prunus dulcis</i> )	Ain-Temouchent	Février 2020	
GAm2	Arbre d'amandier ( <i>Prunus dulcis</i> )	Tlemcen	Février 2020	
GO Oliban	Achat du commerce	Tizi-Ouzou	Aout 2019	
GA Arabique	Achat du commerce	Oran	Août 2019	

## **2. Préparations des milieux de culture**

### **2.1. Préparation de la Gélose nutritive**

Pour préparer la gélose nutritive (GN), 23g de la poudre de ce milieu (Conda Nutrient Agar) sont dissoutes dans 1L d'eau distillée.

### **2.2. Préparation du Bouillon nutritif**

Pour préparer du Bouillon nutritif (BN), 8g de la poudre de ce milieu (Conda Nutrient Broth) sont dissoutes dans 1L d'eau distillée.

### **2.3. Préparation de la Gélose nutritive semi-solide**

Pour préparer de la Gélose nutritive semi-solide (GN), de la poudre d'agar est additionnée au bouillon nutritif à raison de 5g/L.

### **2.4. Préparation du milieu Müller-Hinton Agar**

Pour préparer du Müller-Hinton Agar (MHA), 38g de la poudre de ce milieu sont dissoutes dans 1L d'eau distillée.

Le milieu MHA est souvent utilisé dans les tests de sensibilité/résistance des souches bactériennes du fait qu'il montre une bonne reproductibilité de ces tests et il favorise une bonne croissance des bactéries pathogènes non exigeantes (Hudzicki, 2009) et présente généralement faible effet antagonistes (EUCASTE, 2003). Ce milieu qui répond aux exigences de la norme du National Committee for Clinical Laboratory Standards, (NCCLS, 2003) est considéré comme milieu de référence.

### **2.5. Préparation de McFarland 0.5**

Les standards McFarland sont des suspensions qui servent de standards de turbidité et qui permettent, grâce à une comparaison visuelle, de déterminer une densité bactérienne (Hudzicki, 2009).

Pour la préparation des suspensions bactériennes lors des tests de sensibilité/résistance aux agents antimicrobiens, le standard McFarland 0.5 (qui correspond à  $1.5 \times 10^8$  cellules/mL) est utilisé. Pour préparer ce standard, ajouter 0,05 ml de 0,048 M BaCl<sub>2</sub> à 9,95 mL de 0,18 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Andrews, 2006 ; Hudzicki, 2009).

### **3. Purification et vérification de la pureté des souches de collection de notre laboratoire**

#### **3.1. Purification des souches**

La purification des différentes souches est effectuée par des repiquages successifs de colonies bien distinctes sur Gélose Nutritive.

#### **3.2. Vérification de la pureté des souches**

##### **3.2.1. Observation macroscopique**

Après purification des différentes souches sur Gélose Nutritive, une observation macroscopique permet de déterminer la couleur, la taille, la forme, la coupe et le contour des colonies ainsi que la pureté des souches.

##### **3.2.2. Observation microscopique**

Après coloration de Gram, l'observation microscopique permet de déterminer le Gram, la morphologie et la pureté des souches.

### **4. Recherche de propriétés antimicrobienne des gommes**

#### **4.1. La méthode de diffusion sur disque en milieu Müller-Hinton Agar**

Le test de résistance/sensibilité des bactéries aux gommes a été réalisé sur des souches de la collection de notre laboratoire par la méthode de diffusion sur disque.

100 µL de chaque suspension bactérienne (correspondant à une turbidité de 0,5 McFarland) sont étalés sur du milieu Müller-Hinton Agar. Ensuite, des disques en papier imbibés dans les solutions de gommes sont déposés sur milieu Müller-Hinton Agar de manière à avoir un contact avec les bactéries.

Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 24h. Une zone claire circulaire, entourant les disques, dans laquelle la croissance bactérienne est inhibée, signifie une sensibilité de la souche vis-à-vis de la gomme. Une absence de cette zone, signifie que la souche est résistante.

#### **4.2. La méthode des puits sur le milieu Müller-Hinton Agar**

Le test de résistance/sensibilité des bactéries aux gommes a été réalisé sur des souches de la collection de notre laboratoire par la méthode des puits 100 µL de chaque suspension bactérienne (correspondant à une turbidité de 0,5 McFarland) sont étalés sur du milieu Müller-Hinton Agar. Ensuite, des puits sont creusés sur le milieu Müller-Hinton Agar à l'aide des cloches de Durham, chaque puits est rempli par une solution de gomme différente. Un des puits est rempli avec de l'eau distillée stérile. Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 24h. Une zone claire circulaire, entourant les puits, 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.

#### **4.3. Effet inhibiteur des gommages sur la croissance des souches bactériennes**

Préparation des cultures liquides de 24h pour chaque souche bactérienne présentée avant, dans un 10 ml de Bouillon nutritif stérile. 3 tubes à essai contenant 10mL du BN stériles ont préparés pour chaque souche de la collection de notre laboratoire.

Le 1<sup>er</sup> tube (contrôle négatif), 5mL de solution de la gomme à tester sont ajoutés au 10 mL de BN.

Le 2<sup>ème</sup> tube (contrôle positif), 10 mL de BNensemencés avec des cultures liquides de 24h des souches de la collection de notre laboratoire de sorte à avoir une  $DO_{600nm}$  initiale de 0,1.

Le 3<sup>ème</sup> tube, 5 mL de solution de la gomme à tester sont ajoutés au 10 mL de BNensemencés avec des cultures liquides de 24h des souches de la collection de notre laboratoire de sorte à avoir une  $DO_{600nm}$  initiale de 0,1.

Les différents tubes sont incubés à 37°C pendant 24h. La  $DO_{600nm}$  de chaque culture est mesurée et comparée. Pour le 2<sup>ème</sup> tube (contrôle positif), 5 mL de la gomme à tester sont ajoutés juste avant la mesure de la  $DO_{600nm}$  sans incubation (Haase *et al.*, 2017).

#### **4.4. Test de la capacité inhibitrice des isolats de la gomme**

Des bactéries, isolées à partir des gommages et, testées pour leurs capacités inhibitrices sont déposées par touche sur GN. Un maximum de quatre isolats, espacés d'environ 3 cm, sont déposés sur chaque boîte. Les boîtes sont incubées à 30°C pendant 24h (Fleming *et al.*, 1975).

Un volume de 8 ml de GN semi solide en surfusion est inoculé par 0,5 mL d'une pré-culture liquide (ensemencement en masse) de 24h des souches indicatrices testées pour leur sensibilité (souches de la collection de notre laboratoire), est coulée à la surface de ces boîtes (boîtes ensemencées en touche et incubées pendant 24h). Après solidification, les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24h. La présence d'une zone claire autour de la souche en touche indique l'inhibition de la souche en masse (Fleming *et al.*, 1975).

# ***Résultats et discussion***

## **1. Collecte des échantillons de gommages testées pour leurs propriétés antibactériennes**

Les échantillons des gommages testés pour leurs propriétés antibactériennes ont été collectés de la ville d'Ain-Temouchent, de Tizi-Ouzou, de Tlemcen et d'Oran entre le mois d'août 2019 et Février 2020.

Pour cette étude des gommages ont été récoltées de l'arbre de cerisier à Tizi-Ouzou (GC), de l'arbre d'amandier à Ain-Temouchent (GAm1), de l'arbre d'amandier à Tlemcen (GAm2). 2 gommages ont été achetées du commerce à Tizi-Ouzou (GO) et à Oran (GA).

## **2. 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 Gélose Nutritive (GN) (aspect, couleur, taille, forme, coupe et contour). L'examen au microscope optique après coloration de Gram permet aussi de vérifier la pureté des souches.

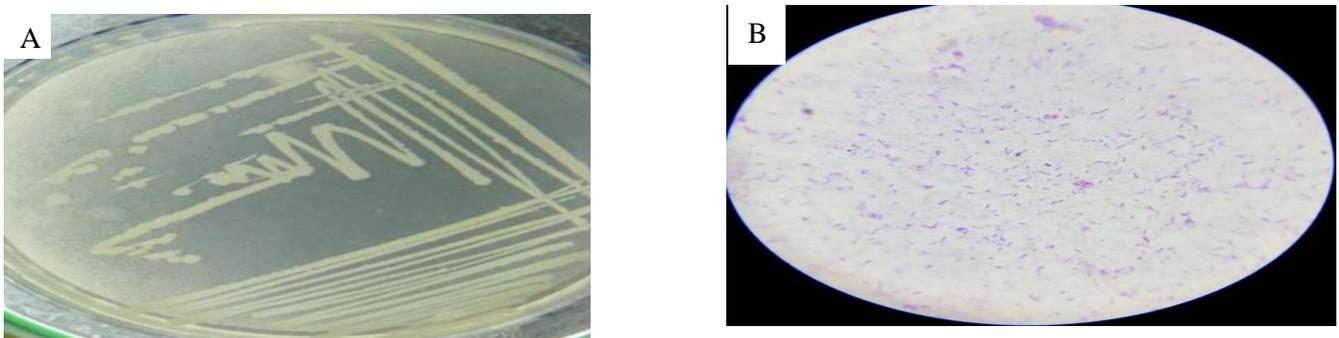
### **2.1. Observation macroscopique et microscopique des souches bactériennes**

#### **2.1.1 La souche *Escherichia coli***

L'espèce *E. coli* est une bactérie en forme de bacille droits à Gram négatif (Nicolas *et al.*, 2014). 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 ; Barcella *et al.*, 2016).

Les résultats des observations macroscopiques et microscopiques confirment que la souche de collection récupérée du laboratoire de microbiologie du CUBBAT appartient à l'espèce d'*Escherichia coli*. L'observation macroscopique sur GN montre que les colonies circulaires de 2 mm, blanches, humides, lisses et opaques (Figure 2A).

L'observation microscopique montre que cette souche est à Gram négatif en forme de bacille, et elles se présentent de manière isolées ou en courtes chainettes (Figure 2B).



**Figure 2 :** Observations macroscopiques et microscopiques de la souche de référence *E. coli*

**A :** Observation macroscopique sur milieu GN. **B :** Observation microscopique après coloration de Gram

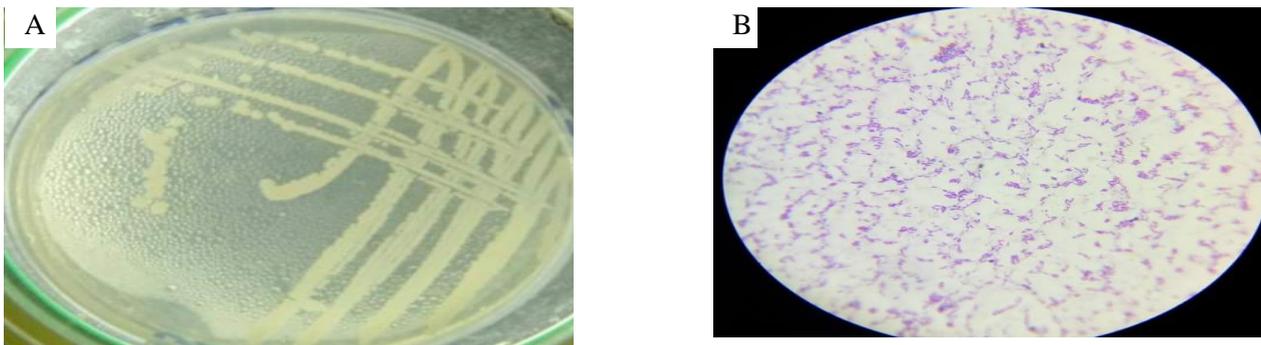
### **2.1.2. La souche *Enterobacter* sp**

Les espèces du genre *Enterobacter* sp sont des bacilles droits à Gram négatif, ils se présentent de manière isolée, groupée, ou en courtes chainettes (Davin, 2015).

Les *Enterobacter* sp forment sur milieu solide, après 18 à 24h d'incubation à 30°C ou 37°C, des colonies rondes, de 1 à 3 mm de diamètre, généralement bombées, lisses et brillantes (Denis *et al.*, 2016).

Les résultats des observations macroscopiques et microscopiques confirment que la souche de collection récupérée du laboratoire de microbiologie du CUBBAT appartient au genre d'*Enterobacter* sp. En effet, l'observation macroscopique montre que sur milieu solide, les colonies apparaissent rondes de 2 mm de diamètre, bombées, lisses avec contours irréguliers (Figure 3A).

L'observation microscopique montre que cette souche est à Gram négatif en forme de bacille, et elles se présentent de manière isolées ou en courtes chainettes (Figure 3B).



**Figure 3:** Observations macroscopiques et microscopiques de la souche de référence *Enterobacter* sp

**A :** Observation macroscopique sur milieu GN. **B :** Observation microscopique après coloration de Gram.

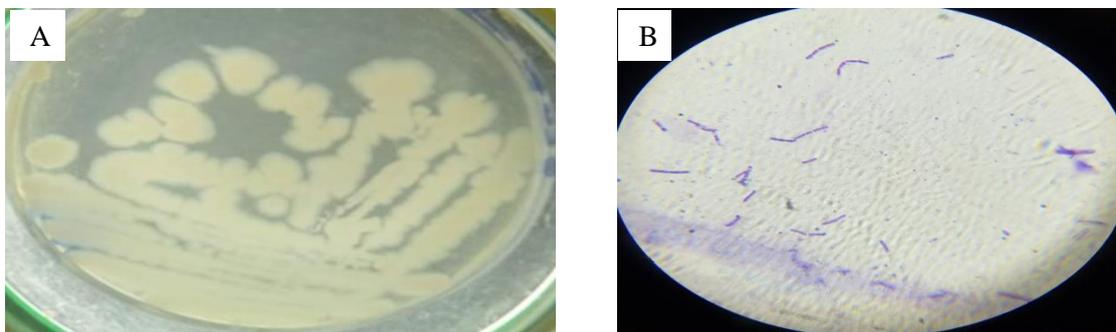
### **2.1.3. La souche *Bacillus cereus***

Les espèces du genre *Bacillus cereus* sont des bactérie en forme de bâtonnet et à extrémités arrondies (Rehman *et al.*, 2015) Gram positif, elles se présentent de manière isolée, groupée, ou en courtes chainettes (Turnbul *et al.*, 1991).

Les *Bacillus cereus* forment 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).

Les résultats des observations macroscopiques et microscopiques confirment que la souche de collection récupérée de laboratoire de microbiologie du CUBBAT appartient à l'espèce *Bacillus cereus*.

En effet, l'observation macroscopique montre que sur milieu solide, les colonies apparaissent rondes de 3 mm de diamètre, légèrement opaque et adhérentes (Figure 4A) L'observation microscopique montre que la bactérie est à Gram positif en forme de bâtonnet (Figure 4B)



**Figure 4:** Observations macroscopiques et microscopiques de la souche de référence *Bacillus cereus*

**A :** Observation macroscopique sur milieu GN. **B :** Observation microscopique après coloration de Gram

### **3. Recherche des propriétés antibactérienne des différentes gommés**

La recherche de propriétés antibactérienne des gommés a été effectuée sur milieu solide (méthode de diffusion sur disque et puits) et sur milieu liquide (effet inhibiteur des gommés sur la croissance des bactéries sur milieu liquide). Ce test a été effectué sur les 3 souches de la collection de notre laboratoire, citées précédemment.

#### **3.1. Préparation des suspensions bactériennes des souches de la collection de notre laboratoire**

##### **3.1.1. Préparation de McFarland 0.5**

Les suspensions bactériennes utilisées pour rechercher les propriétés antibactériennes chez les gommés ont été ajustées, avec de l'eau physiologique stérile, pour avoir visuellement une turbidité égale à la turbidité de 0.5 McFarland (Figure 5).



**Figure5:** Comparaison visuelle entre la turbidité des 3 souches de collection de notre laboratoire et le 0,5 McFarland.

- 1 :** Tube de la solution de 0,5 McFarland, **2 :** Tube de la suspension de *Bacillus cereus* ,  
**3 :** Tube de la suspension d'*E. coli*, **4 :** Tube de la suspension d'*Enterobacter* sp.

### **3.2. La méthode de diffusion sur disque en milieu Müeller-Hinton Agar**

Afin de rechercher l'effet antibactérien des gommés, le test de résistance/sensibilité des souches de la collection de notre laboratoire aux solutions des différentes gommés a été réalisé par la méthode de diffusion sur disque. Les disques de papiers stériles ont été immergés dans les solutions de gommés et déposés sur les boîtes contenant du milieu Müeller-Hinton Agar préalablement ensemencés avec les souches de la collection de notre laboratoire 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  $\leq 8$  mm,

Bactéries sensibles →  $9 \text{ mm} < \text{Diamètre} < 14 \text{ mm}$ ,

Bactéries très sensible →  $15 \text{ mm} < \text{Diamètre} < 19 \text{ mm}$ ,

Bactéries extrêmement sensible → Diamètre  $\geq 20$  mm.

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

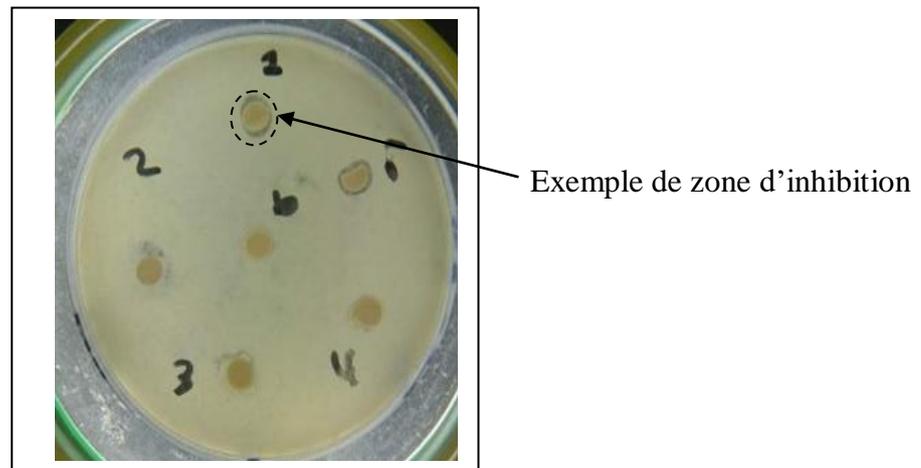
**Tableau2** : Tableau récapitulatif des résultats de résistance et de sensibilité des souches de la collection de notre laboratoire vis-à-vis des différentes gommes par le test de disque.

		GC 10%	GAm1 10%	GAm2 10%	GO 30%	GA 30%
<i>Escherichia coli</i>	Diamètre mm	0	0	0	14	8
	Caractéristique de la souche	R	R	R	S	R
<i>Enterobacter sp</i>	Diamètre mm	0	0	0	14	7
	Caractéristique de la souche	R	R	R	S	R
<i>Bacillus cereus</i>	Diamètre mm	1	8	0	10	9
	Caractéristique de la souche	R	R	R	S	S

R : Résistante, S : Sensible.

- Pour la souche *E. coli*, elle est résistante (0 mm de diamètre) aux 3 gommes GC, GAm2 et GAm1 à la concentration de 10% et aussi elle est résistante à la gomme GA (8 mm de diamètre) à la concentration de 30%. Par contre cette souche est sensible à la gomme GO (14 mm de diamètre) à la concentration de 30%.
- Pour la souche *Enterobacter sp*, elle est résistante (0 mm de diamètre) aux 3 gommes GC, GAm2 et GAm1 à la concentration de 10% et aussi elle est résistante à la gomme GA (7 mm de diamètre) à la concentration de 30%. Par contre cette souche est sensible à la gomme GO à la concentration de 30%.
- Pour la souche *Bacillus cereus*, elle est résistante aux 3 gommes GC (1mm de diamètre), GAm1 (8 mm de diamètre) et GAm2 (0 mm de diamètre) à la concentration de 10% et aussi elle est sensible à la gomme GA (9 mm de diamètre) et à la gomme GO (10 mm de diamètre) à la concentration de 30%.

D'après ces résultats, on remarque que les 2 souches de la collection de notre laboratoire Gram négatif, *E. coli* et *Enterobacter sp* résistent d'une façon générale mieux que la souche Gram positif *Bacillus cereus*. 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 biocides (Mann *et al.*, 2000 ; Fauchere et Avril, 2002 ; Bouhdid *et al.*, 2006 in Ben yagoub *et al.*, 2016).



**Figure 6 :**Exemple d'un résultat de résistance/sensibilité de la souche *Bacillus cereus* , vis à vis des gommes, par la méthode de diffusion sur disque.

D'après les résultats obtenus de ce test, on peut constater que :

La gomme GO à 30% est active vis-à-vis des 3 souches de la collection de notre laboratoire. Cependant, la gomme GA n'est active que sur la souche *Bacillus cereus*. Le test de cette gomme à des concentrations plus élevées permet de confirmer la présence ou pas d'activité antibactérienne chez cette gomme vis-à-vis des 2 autres souches de la collection de notre laboratoire *Enterobacter* sp et *E. coli*.

La gomme GAM1 à 10% est à la limite d'être active vis-à-vis la souche de *Bacillus cereus*. En effet, le diamètre d'inhibition de cette souche par cette gomme est de 8 mm. Le test de cette gomme à des concentrations plus élevées permet de confirmer la présence ou pas d'activité antibactérienne chez cette gomme.

Les 2 autres gommes, GC et GAM2, testées à 10%, ne présentent pas d'activité antibactérienne. Le test de ces gommes à des concentrations plus élevées permet de confirmer la présence ou pas d'activité antibactérienne chez ces gommes.

Des études ont montré l'effet antibactérien des gommes (Baïen *et al.*, 2019), mais cette 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 (Al-Assaf, *et al.*, 2005 (a, b); Flindt *et al.*, 2005 ; Hassan *et al.*, 2005; Siddig *et al.*, 2005 in Montenegro *et al.*, 2012). De plus, il a été montré que l'effet antimicrobien des gommes est dû à leur composition chimiques, présence de saponine, de tanin, des terpènes (Benyagoub *et*

al., 2016) et une forte teneur en sel et en polysaccharide et un certain type d'enzymes telles que les oxydases, les peroxydases et les pectinases, dont certaines ont des effets antimicrobiens (Kirtikar et Basu, 1984; Tyler *et al.*, 1997 in Montenegro *et al.*, 2012).

Cette différence dans l'efficacité antibactérienne des différentes gommes testées peut être attribuée aux différences, potentielles, dans leur composition chimique. En effet, il a été montré par exemple, que pour les huiles essentielles, leurs efficacités antimicrobiennes varient en fonction de leur différence dans les composés chimiques qui les constituent et de leurs concentrations (Rota *et al.*, 2008 in Melo *et al.*, 2015). De même, il a été montré que les feuilles des plantes d'*Acacia* possèdent un niveau important d'activité antibactérienne contre un large éventail d'agents pathogènes bactériens, bien que l'étendue de l'activité antibactérienne varie selon le type de l'extrait testé (Sharma *et al.*, 2014).

Afin de confirmer les résultats le même test a été réalisé sur le milieu Mueller-Hinton Agar mais avec utilisation de la méthode des puits que la méthode des disques.

### **3.3. La méthode des puits sur le milieu Mueller-Hinton Agar**

Comme pour la méthode de diffusion sur disque, afin de rechercher l'effet antibactérien des gommes, le test de résistance/sensibilité des souches de la collection de notre laboratoire aux solutions des différentes gommes a été réalisé par la méthode des puits sur milieu Mueller-Hinton Agar préalablement ensemencés avec les souches de la collection de notre laboratoire à tester. Les puits sont ensuite remplis par les solutions de gommes. Les résultats obtenus ont été évalués selon le diamètre de la zone d'inhibition de la même façon que pour la méthode des disques.

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

**Tableau 3 :** Tableau récapitulatif des résultats de résistance et de sensibilité des souches de la collection de notre laboratoire vis-à-vis des différentes gommes par le test des puits

		GC 10%	GAm1 10%	GAm2 10%	GO 30%	GA 30%
<i>Escherichia coli</i>	Diamètre mm	0	0	0	8	7
	Caractéristique de la souche	R	R	R	S	R
<i>d'Enterobacter sp</i>	Diamètre mm	0	0	0	9	7
	Caractéristique de la souche	R	R	R	S	R

R : Résistante, S : Sensible.

- Pour la souche *E. coli*, elle est résistante (0 mm de diamètre) aux 3 gommes GC, GAm2 et GAm1 à la concentration de 10% et aussi elle est résistante à la gomme GA (7 mm de diamètre) à la concentration de 30%. Par contre cette souche est sensible à la gomme GO (8mm de diamètre) à la concentration de 30%.

- pour la souche *Enterobacter* sp, elle est résistante (0 mm de diamètre) aux 3 gommes GC, GAm2 et GAm1 à la concentration de 10% et aussi elle est résistante à la gomme GA (7 mm de diamètre) à la concentration de 30%. Par contre cette souche est sensible à la gomme GO à la concentration de 30%.

On remarque que les résultats des tests de résistance/sensibilité des souches vis-à-vis des souches de la collection de notre laboratoire par la méthode des puits (Tableau 3) sont identiques aux résultats obtenus par la méthode de diffusion sur disque.

### **3.4. Effet inhibiteur des gommes sur la croissance des souches bactériennes**

Pour ce test, dans 10 ml de Bouillon nutritif stérile, des cultures liquides de 24h sont préparées pour chaque souche de la collection de notre laboratoire à tester.

Afin de rechercher l'effet antibactérien des gommes, les bouillons nutritifs inoculés avec les souches de la collection de notre laboratoire sont additionnés des solutions des gommes. Après 24h d'incubation, la DO est mesurée contre des témoins comme indiqué dans la partie Matériel et Méthodes.

Selon Haase *et al.*, 2017, la suspension bactérienne obtenue en absence de la substance testée pour son activité inhibitrice (dans notre cas les gommes) est considérée comme le 100%, ensuite les pourcentages de chaque culture bactérienne en présence des gommes sont calculés (Figure 5). Le résultat de ce test montre la présence d'activité antibactérienne des gommes vis-à-vis des souches de la collection de notre laboratoire. Le pourcentage de croissance des souches bactériennes après traitement, par rapport à la croissance sans le traitement avec les gommes sont représentés dans la Figure 7.

Les résultats de notre étude montrent que pour :

- La gomme GO : absence de croissance de 2 souches de la collection de notre laboratoire *E.coli* et *Enterobacter* sp, par contre, *Bacillus cereus* a pu croître en présence de cette gomme, mais sa croissance est sévèrement affectée (16.86%) (Figure 7A).

- La gomme GA : absence de croissance pour la souche de la collection de notre laboratoire *E.coli* et les croissances des souches de *Bacillus cereus* (23.26%) et de *Enterobacter* sp (33.33%) sont sévèrement affectées (Figure 7B).

○ La gomme GC : la croissance de la souche *Enterobacter* sp est la moins affectée par cette gomme, suivie de la souche *Bacillus cereus*. Par contre la croissance de la souche *E.coli* est sévèrement affectée (8.82%) (Figure 7C).

○ La gomme GAm1 : les croissances des 3 souches de la collection de notre laboratoire sont moyennement affectées en présence de cette gomme (Figure 7D).

○ La gomme GAm2 : la croissance de la souche *E.coli* est totalement inhibée, aucune croissance n'a été observée. Une faible croissance a été observée pour la souche *Bacillus cereus*, en présence de cette gomme. Par contre la croissance de la souche *Enterobacter* sp est la plus sévèrement affectée en présence de cette gomme (13.93%) (Figure 7E).

D'après les résultats obtenus on remarque que :

▪ La souche *Escherichia coli* est la plus affectée par la présence des gommes. En effet, les 5 gommes testées affectent sévèrement sa croissance sauf la GAm1 qui n'a aucun effet sur la croissance d'*E.coli*.

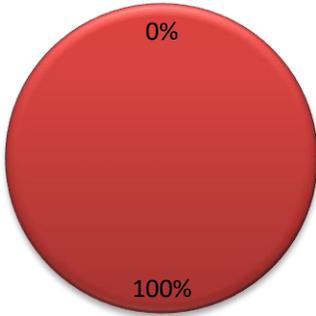
▪ La souche *Enterobacter* sp peut croître en présence de ces gommes sauf pour en présence de la gomme GO où sa croissance est nulle. En présence des gommes GAm1 et GC, la croissance de cette souche est moyennement affectée, par contre les gommes GA et GAm2 affectent sévèrement la croissance de cette souche.

▪ La souche *Bacillus cereus*, elle peut croître en présence de ces gommes mais sa croissance est moyennement affectée par la gomme GAm1, affectée par les gommes GC et GAm2 est sévèrement affectée par les gommes GA, GO.

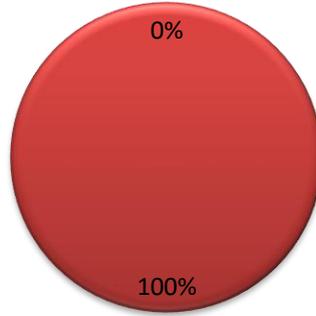
• La gomme GO est la gomme qui possède l'effet antibactérien le plus actif vis-à-vis des 3 souches de la collection de notre laboratoire, en effet, ces 3 souches présentent une croissance sévèrement affectée en présence de cette gomme. Par contre la gomme GAm1 est la gomme qui possède l'effet antibactérien le moins actif vis-à-vis des 3 souches de la collection de notre laboratoire, les 3 souches présentent une croissance moyennement affectée en présence de cette gomme. Les 3 gommes restantes : GA, GAm2 et GC, affectent sévèrement la croissance des 3 souches, sauf pour la gomme GG qui affecte moyennement la croissance de la souche *Enterobacter* sp.

A

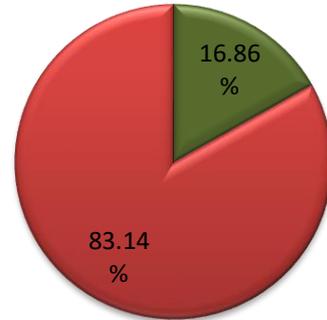
*E.coli*



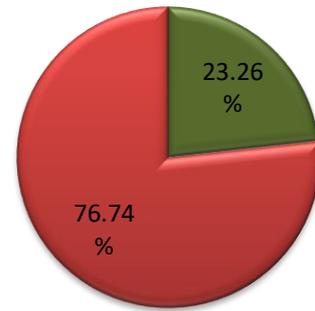
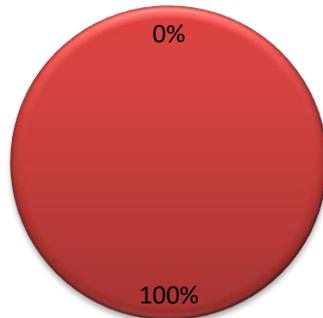
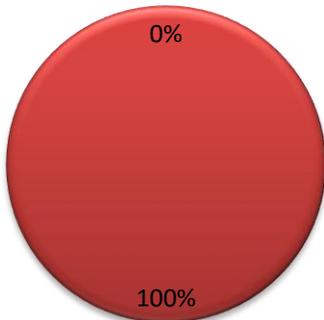
*Enterobacter sp*



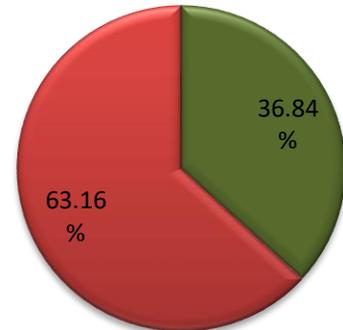
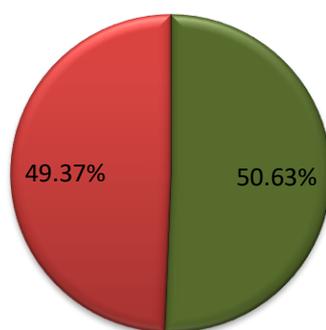
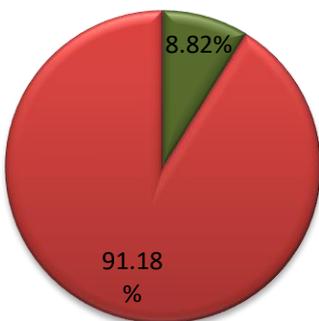
*Bacillus cereus*



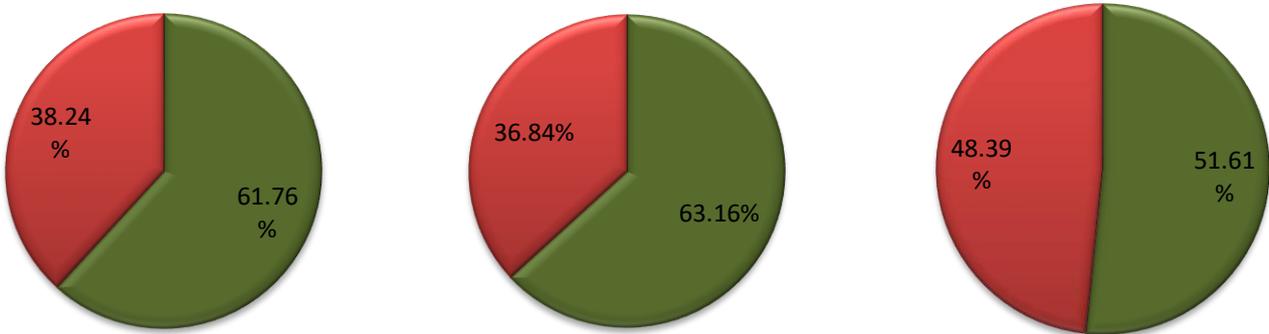
B



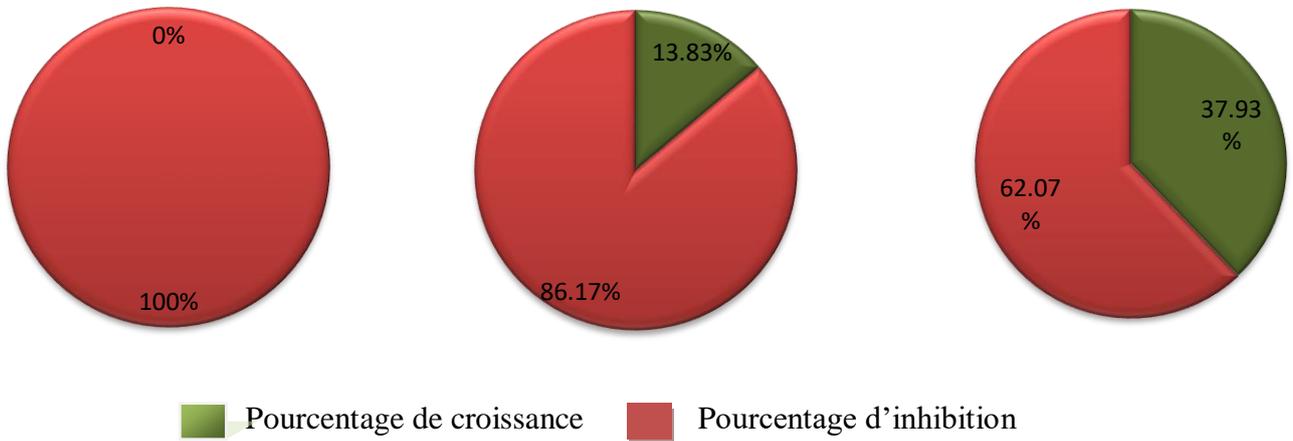
C



D



E



**Figure 7:** Effet des différentes gommes sur la croissance des souches de la collection de notre laboratoire  
**A:** Effet de la gomme GO, **B:** Effet de la gomme GA, **C:** Effet de la gomme GC,  
**D:** Effet de la gomme GAm1, **E:** Effet de la gomme GAm2.

Une comparaison a été effectuée entre les résultats de la méthode de diffusion sur disque et la méthode sur milieu liquide, comme ce qui a été réalisé par Haase *et al.*, 2017. La comparaison a été effectuée entre les gommes qui ont été testées à 10% pour les 2 tests, c'est-à-dire les gommes GC, GAm1 et GAm2.

D'après ces tests de sensibilité effectués, on remarque qu'il y a une corrélation entre les résultats de la méthode de diffusion sur disque et la méthode sur milieu liquide pour la gomme GAm1. En effet, les 3 souches de la collection de notre laboratoire ont présentées une résistance vis-à-vis de la gomme GAm1 pour le test des puits (Tableau 2) et aussi une bonne croissance sur milieu liquide, en présence de cette gomme (Figure 7C).

D'autre part, pour les autres gommes, GC et GAm2, il n'y a pas de corrélation entre les résultats de la méthode de diffusion sur disque et la méthode sur milieu liquide. En effet, les résultats montrent, par exemple, que la souche *E.coli* est sensible, à ces 2 gommes, pour le test sur milieu liquide (croissance sévèrement affectée)(Tableau 2) alors que pour la méthode des disques elle est résistante à ces 2 gommes.

Pour *Enterobacter* sp, il n'y a pas de corrélation de résultats entre les 2 méthodes pour la gomme GAm2, la souche est sensible à cette gomme. Cette souche est sensible à la gomme GAm2 dans la méthode du milieu liquide, et résistant dans la méthode de diffusion sur disque. Par contre, pour la gomme GC, il y a corrélation entre les résultats, en effet, cette souche est résistante à dans les deux méthodes.

Pour *Bacillus cereus*, dans la méthode du milieu liquide elle est sensible aux 2 gommes, GAm2 et GC, par contre dans la méthode des disques elle est résistante à ces 2 gommes.

On remarque de ces résultats, que lorsqu'il n'y a pas de corrélation entre les résultats des 2 tests, que les souches sont plus sensibles dans le test de la méthode sur milieu liquide que dans la méthode de diffusion sur disque. Cette résistance des bactéries, en présence des gommes, dans le cas de la méthode de diffusion sur disque et pas dans le cas du milieu liquide, peut-être, probablement, expliqué par le fait que dans la méthode de diffusion sur disque, les gommes restent liés aux disques et sont incapable de diffuser dans la gélose ce qui diminue la concentration des gommes suffisante pour avoir un effet sur les souches. Ceci a été démontré par Haase *et al.*, 2017, où le résultat de résistance/sensibilité dépend strictement de la capacité de diffusion et de solubilité de la substance antibactérienne testée dans la gélose environnante et même les agents antibactériens extrêmement efficaces ne montreront aucun effet, s'ils sont incapables de se diffuser dans la gélose, ce qui n'est pas le cas pour le milieu liquide. D'après ce résultat le test sur milieu liquide est plus adapté pour rechercher une activité antibactérienne.

### **3.5. Test de la capacité inhibitrice des isolats des gommes**

Pour ce test 4 isolats (IS1 : isolé de la gomme GC, IS 2 : isolé de la gomme GAm2, IS 3 : isolé de la gomme GO et IS4 : isolé de la gomme GA) récupérées à partir des différentes gommes, testées pour leurs capacités inhibitrices sont déposées par touche sur GN. Les boîtes sont incubées à 30°C pendant 24h. Ce test se base sur le principe de présence d'antagonisme entre les bactéries et implique la détection de l'inhibition de la croissance d'une souche indicatrice (sensible) par une souche test (inhibitrice) (Nirmala et Gaur, 2000).

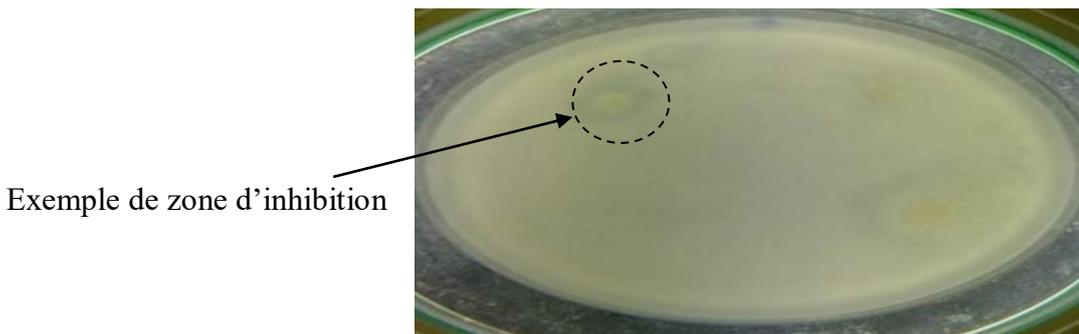
La présence d'une zone claire d'inhibition de la croissance de la souche de la collection de notre laboratoire autour de l'isolat de la gomme, après incubation de 24h à 37°C, indique les capacités inhibitrices de cet isolat vis-à-vis la souche de la collection de notre laboratoire (présence d'antagonisme).

**Tableau 4** :Tableau récapitulatif des résultats de résistance et de sensibilité des souches de la collection de notre laboratoire vis-à-vis des isolats des gommages.

		IS1	IS2	IS3	IS4
<i>Escherichia coli</i>	Diamètre mm	0	0	6	8
	Caractéristique de la souche	R	R	R	R
<i>Enterobacter sp</i>	Diamètre mm	0	0	7	0
	Caractéristique de la souche	R	R	R	R
<i>Bacillus cereus</i>	Diamètre mm	0	0	0	10
	Caractéristique de la souche	R	R	R	S

R : Résistante, S : Sensible.

Comme pour les tests des diffusions par disque et des puits, la résistance ou la sensibilité des souches, vis à vis des isolats des gommages, ont été évalués selon le diamètre de la zone d'inhibition et selon les indication de Jules *et al.*, 2017.



**Figure 8** : Exemple du test des capacités inhibitrices des isolats des gommages sur la souche d'*Escherichia coli*.

D'après les résultats obtenus de ce test, on remarque que les 3 souches de la collection de notre laboratoire sont résistantes aux 4 isolats, sauf la souche *Bacillus cereus* qui est sensible à l'isolat IS4.

- La souche *E. coli*, est résistante aux 4 isolats testés.
- La souche *Enterobacter* sp, est résistante aux 4 isolats testés.
- La souche *Bacillus cereus*, est résistante aux 3 isolats (IS1, IS2 et IS3), est sensible à l'isolat IS4.

Une zone d'inhibition de 0 mm est observée autour des isolats IS1 et IS2 vis-à-vis des 3 souches de la collection de notre laboratoire, c'est-à-dire aucun effet inhibiteur de ces 2 isolats. Cependant, l'isolat IS3, même s'il ne peut pas être considéré comme inhibiteur vis-à-vis des souches mais il a la capacité de former une zone d'inhibition de 6 mm vis-à-vis d'*E.coli* et de 7 mm pour *Enterobacter* sp, de même pour l'isolat IS4 quia la capacité de former une zone d'inhibition de 8 mm vis-à-vis d'*E.coli*. Par contre, la souche *Bacillus cereus* est inhibée par l'isolat IS4 et il y a formation d'une zone d'inhibition de 10 mm.

La capacité d'une bactérie à inhiber la croissance d'une autre bactérie est due à sa capacité à produire des bactériocines pour lesquels l'autre bactérie est sensible. Les bactériocines sont un groupe extrêmement hétérogène de substances qui varient d'une espèce bactérienne à une autre (Allouche *et al.*, 2010 in Bouzaid *et al.*, 2016) et qui peuvent présenter un effet bactéricide ou bactériostatique contre les espèces bactériennes sensibles (Nandane *et al.*, 2007), c'est ce qui a été observé pour l'isolat IS4 contre la souche *Bacillus cereus* (Tableau 4).

Dans certains tests, il a été observé que malgré l'absence d'inhibition de la croissance de la souche sensible autour de la souche inhibitrice, une zone de halo très faible était visible (Nirmala et Gaur, 2000), c'est ce qui a été observé pour l'isolat IS3 contre les souches *E. coli* et *Enterobacter* sp, et pour l'isolat IS4 contre la souche *E. coli* (Tableau 4).

Par contre, l'action létale des bactériocines peut être limitée à certaines souches et d'autres peuvent résister (Nandane *et al.*, 2007), ce qui explique que certains isolats n'ont pas eu un effet inhibiteur sur les souches de la collection de notre laboratoire.

#### 4. Discussion général

Depuis des milliers d'années, l'homme a toujours utilisé des sources naturelles pour le traitement des différentes maladies. Durant les dernières années, la recherche d'activités antimicrobiennes dans différentes sources et en particulier chez les plantes et leurs dérivés les huiles essentielles, les exsudats... (Banerjee *et al.*, 2014), a considérablement augmentée et

commencent à avoir beaucoup d'intérêt pour être utilisés comme source potentielle de molécules naturelles bioactives (Yakhlef et al., 2011). C'est pour cela nous sommes intéressés à rechercher des propriétés antibactériennes chez des gommages collectés à Ain - Témouchent, Tizi-Ouzou, Tlemcen et Oran.

Pour cette étude de recherche d'activité antibactérienne au niveau des gommages, 3 tests de détection d'activité antibactérienne ont été effectués (sur milieu solide par la méthode de diffusion sur disque et la méthode des puits, et sur milieu liquide par suivi de la DO de la croissance des bactéries).

Les résultats des tests résistance/sensibilité par la méthode des disques et des puits ont révélés la présence d'activité antibactérienne pour la gomme GO. Cette gomme testée à 30% est active vis-à-vis des 3 souches de la collection de notre laboratoire. Pour l'autre gomme testée à 30% elle active seulement sur la souche de référence *Bacillus cereus*.

Les 3 gommages testés à 10%, GC, GAM1 et GAM2 n'ont pas activité antibactérienne sur les 3 souches testées, des concentrations plus élevées doivent être testées pour rechercher des activités antibactériennes au niveau de ces gommages.

Les résultats du test résistance/sensibilité sur milieu liquide a révélé la présence d'un effet inhibiteur de la croissance bactérienne avec des degrés différents. Les gommages GO et GA, sont les plus actives des 5 gommages testés sur les souches *E. coli* et *Enterobacter* sp et une faible activité sur *Bacillus cereus*.

L'activité antibactérienne de la gomme arabique est probablement due aux différents agents chimiques présents dans cet exsudat polysaccharidique comme la saponine, le tanin, et les terpènes (Saini et al., 2008 in Montenegro et al., 2012 ; Benyagoub et al., 2016), et aussi en raison de la présence d'un certain type d'enzymes qui ont des effets antimicrobiens telles que les oxydases, les peroxydases et les pectinases (Kirtikar et Basu, 1984; Tyler et al., 1997 in Montenegro et al., 2012).

Ensuite une comparaison a été effectuée entre les résultats, de l'effet antibactérien, obtenus lors des tests sur milieu solide et sur milieu liquide. Cette comparaison a été effectuée seulement pour les gommages GC, GAM1 et GAM2 qui ont été testés à 10% dans les 2 tests.

Cette comparaison a montré la présence d'une corrélation entre les deux tests pour la gomme GAM1. En effet, les 3 souches de la collection de notre laboratoire ont présentées une résistance vis-à-vis de la gomme dans les deux tests.

D'autre part, pour les autres gommages, GC et GAm2, il a été remarqué qu'il n'y a pas toujours corrélation entre les résultats des 2 tests et quand il n'y a pas de corrélation entre les 2 tests, les souches sont plus sensibles dans la méthode sur milieu liquide que dans la méthode de diffusion sur disque. Par exemple, il a été remarqué que la souche *E. coli* est sensible, à ces 2 gommages, pour le test sur milieu liquide mais résistante dans la méthode des disques et des puits.

Ceci peut être expliqué par le fait que les gommages n'ont pas bien diffusé dans la gélose ce qui diminue la concentration nécessaire pour avoir un effet antibactérien sur les souches de la collection de notre laboratoire. D'après ce résultat de comparaison, le test sur milieu liquide est plus adapté pour rechercher une activité antibactérienne et pour la quantifier.

Ensuite pour voir si l'effet antibactérien des gommages était dû à sa composition chimique ou bien à sa microflore, nous avons isolés des bactéries à partir de chaque gomme et on a testé si ces bactéries avaient un effet inhibiteur sur les souches de la collection de notre laboratoire.

Les résultats obtenus ont montré que les 4 isolats testés n'ont pas d'effet inhibiteur sur les souches de la collection de notre laboratoire, sauf l'isolat IS4 qui a la capacité d'inhiber la croissance de la souche *Bacillus cereus*.

Bien que les autres isolats ne sont pas considéré comme inhibiteurs (zone d'inhibition inférieur à 8 mm) mais dans certain cas ils avaient la capacité à former une zone d'inhibition, comme par exemple, l'isolat IS3 qui a la capacité de former une zone d'inhibition vis-à-vis d'*E. coli* et *Enterobacter* sp.

Ces résultats préliminaires suggèrent que l'effet antibactérien est probablement dû à sa composition chimique que sa microflore.

# ***C**onclusion et perspectives*

Pour cette étude des gommages ont été récoltées de l'arbre de cerisier à Tizi-Ouzou (GC), de l'arbre d'amandier à Ain-Temouchent (GAm1), de l'arbre d'amandier à Tlemcen (GAm2). 2 gommages ont été achetées du commerce à Tizi-Ouzou (GO) et à Oran (GA).

Ensuite, les activités antibactériennes de ces gommages, vis-à-vis des souches de la collection de notre laboratoire : *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp, *Bacillus cereus*, ont été recherchées. Pour cela, 3 tests de recherche d'effet inhibiteur des gommages sur la croissance de ces souches, ont été effectués : deux tests sur milieu Mueller-Hinton Agar (la méthode de diffusion sur disque et la méthode des puits) et un test sur milieu liquide (la méthode mesure de la DO<sub>600nm</sub> de la croissance).

Les résultats de la méthode de diffusion sur disque et les puits montrent que les 3 souches de la collection de notre laboratoire résistent aux 3 gommages testés à 10% (GAm1, GAm2 et GC), Cependant, la gomme GAm1 à 10% est à la limite d'être active vis-à-vis de *Bacillus cereus*. En effet, le diamètre d'inhibition de cette souche par cette gomme est de 8mm. Des concentrations plus élevées de ces gommages doivent être testées pour confirmer la présence ou pas d'effet antibactérien de ces gommages.

La gomme GO testée à 30% est celle qui possède l'activité antibactérienne la plus forte et elle influence sur la croissance des souches testées. La gomme GA, testée elle aussi à 30%, n'est active que sur *Bacillus cereus*. Cette différence de l'effet antibactérien de ces gommages est, potentiellement, due à leur différence de composition chimique, qui elle-même est influencée par l'origine et l'arbre de récolte de la gomme.

Pour les résultats du test de l'effet inhibiteur des gommages (testées toutes à 10%) sur milieux liquide et contrairement aux tests sur milieu solide, les différentes gommages présentent un effet inhibiteur sur la croissance bactérienne avec des degrés différents.

La gomme GO possède un effet antimicrobien le plus actif vis-à-vis des 3 souches testées (croissance sévèrement affectée), tandis que la gomme GAm1 possède l'effet antimicrobien le moins actif vis-à-vis des 3 souches testées (croissance moyennement affectée). Pour les 3 autres gomme GA GAm2 et GC, elles possèdent une bonne activité antibactérienne et affectent sévèrement la croissance des 3 souches sauf la GC qui affecte moyennement la souche *Enterobacter* sp.

La comparaison entre les tests sur milieu solide et sur milieu liquide a montré que les gommages étaient plus actives et les souches plus sensibles dans la méthode sur milieu liquide que sur milieu solide, un résultat du, probablement, à une moins bonne diffusion de la gomme

dans la gélose. D'après, cette comparaison, le test de milieu liquide est plus adapté pour la recherche d'activité antimicrobienne.

La recherche de capacités inhibitrices des isolats des différentes gommes sur les souches de la collection de notre laboratoire a montré l'absence de ces capacités chez les différents isolats, sauf pour l'isolat IS4 (isolé de la gomme GA) qui présente un effet inhibiteur sur la croissance de la souche *Bacillus cereus*.

Afin de mieux comprendre l'effet antimicrobien de ces gommes, d'autres tests de recherche et de caractérisation doivent être effectués comme par exemple :

- La détermination de Concentration Minimale d'Inhibition (CMI).
- Le test de l'effet de ces gommes 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 gommes sont dotées d'un large spectre d'activité antimicrobienne.
- La détermination du mode d'action antimicrobien que possèdent ces gommes (biocide ou biostatique).

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.
- Voir si l'effet inhibiteur des gommes est dû à leur composition chimique ou bien à la présence de microorganismes qui produisent des substances antimicrobiennes.

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

# ***Références bibliographiques***

1. **Akinpelu, D. A., Abioye, E. O., Aiyegoro, O. A., Akinpelu, O. F., et Okoh, A. I. (2015).** Evaluation of antibacterial and antifungal properties of *Alchornea laxiflora* (Benth.) Pax. & Hoffman. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015.
2. **Allen, U. D., Allen, U. D., Société canadienne de pédiatrie (SCP), et Comité des maladies infectieuses et d'immunisation. (2006).** Les produits antimicrobiens à domicile: Le problème de l'antibiorésistance. *Paediatrics & Child Health*, 11(3), 177-182.
3. **Alves, R. R., et alves, H. N. (2011).**The faunal drugstore: Animal-based remedies used in traditional medicines in Latin America. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 7(1), 9.
4. **Amedei, A., et M D'Elios, M. (2012).**New therapeutic approaches by using microorganism-derived compounds. *Current medicinal chemistry*, 19(22), 3822-3840.
5. **Andrews, J. M. (2006).** BSAC standardized disc susceptibility testing method (version 5). *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 58(3), 511-529.
6. **Asselin, A. (1993).** Quelques enzymes végétales à potentiel antimicrobien. *Phytoprotection*, 74(1), 3-18.
7. **Athanassiadis, B., Abbott, P. V., et Walsh, L. J. (2007).** The use of calcium hydroxide, antibiotics and biocides as antimicrobial medicaments in endodontics. *Australian dental journal*, 52, S64-S82.
8. **Baien, S. H., Seele, J., Henneck, T., Freibrodt, C., Szura, G., Moubasher, H., eKietzmann, M. (2019).** Antimicrobial and immunomodulatory effect of Gum arabic on human and bovine granulocytes against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Frontiers in Immunology*, 10.
9. **Banerjee S, Chanda A, Adhikari A, Das AK, Biswas S. (2014).** Evaluation of Phytochemical Screening and Anti Inflammatory Activity of Leaves and Stem of *Mikania scandens* (L.) Wild. *Annals of Medical and Health Sciences Research* 4 : 532-536
10. **Barcella, L., Barbaro, A. P., & Rogolino, S. B. (2016).** Colonial morphology of *Escherichia coli*: impact of detection in clinical specimens. *Microbiologia Medica*, 31(2).

11. **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: Promising Nitrogen fixing trees for sustainable development in arid and semi-arid areas]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8(1), 46.
12. **Ben-Mahdi, M. H., Djellout, B., Bouzagh-Belazouz, T., Yahiaoui, F., et Ben-Mahdi, N. R. (2010).** Intérêt de l'huile essentielle de thym dans l'amélioration des performances zootechniques et sanitaires du poulet de chair. *Livestock Research for Rural Development*, 22(6), 112.
13. **Benyagoub, E., Boulanouar, A., Ahmed, M. S., Nebbou, N., et 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*, 85, 237-252.
14. **Borges, A., J Saavedra, M., et Simoes, M. (2015).** Insights on antimicrobial resistance, biofilms and the use of phytochemicals as new antimicrobial agents. *Current medicinal chemistry*, 22(21), 2590-2614.
15. **Bouharb, H., El Badaoui, K., Zair, T., Chakir, S., et Alaoui, T. (2014).** Sélection de quelques plantes médicinales du Zerhoun (Maroc centrale) pour l'activité antibactérienne contre *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Applied Biosciences*, 78(1), 6685-6693.
16. **Boutabia, L., Telailia, S., Bouguetof, I., Guenadil, F., et Chefrour, A. (2016).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie). *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 85, 174-189.
17. **Bouzaid, M., Chatoui, R., Latrache, H., et Hasib, A. (2016).** Activité antimicrobienne des souches de bactéries lactiques isolées de viande hachée de dromadaire et du lait cru de vache (Maroc). *Microbiol. Ind. San et Environn*, 10(1), 1-12.
18. **Bouzouita, N., Kachouri, F., Ben Halima, M., et Chaabouni, M. M. (2008).** Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 10, 119-125.
19. **Broekaert, W. F., Cammue, B. P., De Bolle, M. F., Thevissen, K., De Samblanx, G. W., Osborn, R. W., et Nielson, K. (1997).** Antimicrobial peptides from plants. *Critical reviews in plant sciences*, 16(3), 297-323.

20. **Bulet, P. (1999).** Les peptides antimicrobiens de la drosophile.
21. **Calame, W., Weseler, A. R., Viebke, C., Flynn, C., et Siemensma, A. D. (2008).** Gum arabic establishes prebiotic functionality in healthy human volunteers in a dose-dependent manner. *British Journal of Nutrition*, 100(6), 1269-1275
22. **Chambon, M., Bailly, J. L., et Peigue-Lafeuille, H. (1999).** Antiseptiques, désinfectants chimiques et virus en secteur médical. *Virologie*, 3(5), 367-78.
23. **Chandra, H., Bishnoi, P., Yadav, A., Patni, B., Mishra, A. P., et Nautiyal, A. R. (2017).**Antimicrobial resistance and the alternative resources with special emphasis on plant-based antimicrobials—a review. *Plants*, 6(2), 16.
24. **Chevalier, A. (1927).** Notes sur quelques Acacia africains. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 74(5), 953-960.
25. **Chevallier, M. H., Brizard, J. P., Diallo, I., et Leblanc, J. M. (1994).** La diversité génétique dans le complexe Acacia senegal. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 240(240), 5-12.
26. **Chew AL, Jessica JJ, Sasidharan S (2012).** Antioxidant and antibacterial activity of different parts of Leucasaspera. *AsianPac J Trop Biomed*; 2: 176-180.
27. **Cornet, F. (1982).** Etude comparative de l'efficacité des souches de Rhizobium d'Acacia isolées de sols du Sénégal et effet de la double symbiose Rhizobium \_ Glomus mosseae sur la croissance de Acacia holosericea et Acacia raddiana. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 198(198), 3-15.
28. **Costa-Neto, E. M. (2005)a.** Animal-based medicines: biological prospection and the sustainable use of zootherapeutic resources. *Anais da Academia Brasileira de ciências*, 77(1), 33-43. Pdf 28
29. **Costa-Neto, E. M. (2005)b.** Entomotherapy, or the medicinal use of insects. *Journal of Ethnobiology*, 25(1), 93-114. Pdf 31
30. **Coutinho, H. D. M., Lobo, K. M., Bezerra, D. A. C., et Lobo, I. (2008).**Peptides and proteins with antimicrobial activity. *Indian journal of pharmacology*, 40(1), 3.
31. **Cushnie, T.T.,et Lamb, A.J.(2005).**Antimicrobial activity of flavonoids. *International journal of antimicrobial agents*, 26(5), 343-356.
32. **Dauqan, E., et Abdullah, A. (2013).**Utilization of gum arabic for industries and human health. *American Journal of Applied Sciences*, 10(10), 1270-1279.
33. **Davin-Regli, A. (2015).** Enterobacter aerogenes and Enterobacter cloacae; versatile bacterial pathogens confronting antibiotic treatment. *Frontiers in microbiology*, 6, 392.
34. **Denis, F., Cattoir, V., Martin, C., Ploy, M. C.,et Poyart, C. (2016).** *Bactériologie médicale: techniques usuelles*. Elsevier Masson. Page 303.304

35. **Denyer, S. P., et Maillard, J. Y. (2002).** Cellular impermeability and uptake of biocides and antibiotics in Gram-negative bacteria. *Journal of applied microbiology*, 92, 35S-45S.
36. **Desmond, C., Ross, R. P., O'callaghan, E., Fitzgerald, G., et Stanton, C. (2002).** Improved survival of *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 in spray-dried powders containing gum acacia. *Journal of applied microbiology*, 93(6), 1003-1011.
37. **Dione et Vassal 1998 =Dione, M., et Vassal, J. (1998).** Gommose et rythme de production gommier chez *Acacia senegal* (L.) Willd. *L'acacia au Sénégal. IRD Editions, France*, 123-134.
38. **El Ouarti, A., Hassi, M., Sqalli, H., Aarab, L., Ennabili, A., Houari, A., ... et Iraqui, M. (2011).** Activité antimycobactérienne extra et intracellulaire de l'écorce des racines de *Berberis hispanica*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 149, 67-84.
39. **Epand, R. M., Walker, C., Epand, R. F., et Magarvey, N. A. (2016).** Molecular mechanisms of membrane targeting antibiotics. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)- Biomembranes*, 1858(5), 980-987.
40. **European Committee for Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST) of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases (ESCMID). (2003).** Determination of minimum inhibitory concentrations (MICs) of antibacterial agents by broth dilution. *Clinical Microbiology and Infection*, 9(8), ix-xv.
41. **Fleming, H. P., Etchells, J. L., et Costilow, R. N. (1975).** Microbial inhibition by an isolate of *Pediococcus* from cucumber brines. *Appl. Environ. Microbiol.*, 30(6), 1040-1042.
42. **Giffard, P. L. (1966).** Les Gommiers: *Acacia senegal* Willd. *Acacia laeta* R. Br.
43. **Giffard, P. L. (1975).** Les gommiers, essences de reboisement pour les régions sahéliennes. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 161(161), 3-21.
44. **Girard, M. (2000).** Les maladies infectieuses émergentes.
45. **Gislin, D., Sudarsanam, D., Raj, G. A., et Baskar, K. (2018).** Antibacterial activity of soil bacteria isolated from Kochi, India and their molecular identification. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16(2), 287-294.
46. **Guilhelmelli, F., Vilela, N., Albuquerque, P., Derengowski, L., Silva-Pereira, I., et Kyaw, C. (2013).** Antibiotic development challenges: the various mechanisms of action of antimicrobial peptides and of bacterial resistance. *Frontiers in microbiology*, 4, 353.
47. **Haase, H., Jordan, L., Keitel, L., Keil, C., et Mahltig, B. (2017).** Comparison of methods for determining the effectiveness of antibacterial functionalized textiles. *PLoS One*, 12(11), e0188304.

48. **Harris, J. (2012).** F, Ryan, ET, and Calderwood, SB. Cholera. *Lancet*, 379, 2466-2476.
49. **HOCHART, S., Barrier, F., Durand-Joly, I., Horrent, S., Decaudin, B., et Pascal, O. D. O. U. (2008).** Les antifongiques systémiques: Partie 1: éléments pharmaceutiques. *Le Pharmacien Hospitalier*, 43(173), 103-109.
50. **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.
51. **Hudzicki, J. (2009).** Kirby-Bauer disk diffusion susceptibility test protocol.
52. **Ickowicz, A., Friot, D., et Guérin, H. (2005).** Acacia senegal, arbre fourrager sahélien?. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 284(284), 59-69.
53. **Jenssen, H., Hamill, P., et Hancock, R. E. (2006).** Peptide antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 19(3), 491-511.
54. **Johari, J., Kianmehr, A., Mustafa, M. R., Abubakar, S., et Zandi, K. (2012).** Antiviral activity of baicalein and quercetin against the Japanese encephalitis virus. *International journal of molecular sciences*, 13(12), 16785-16795.
55. **Jules, K. N. G., Witabouna, K. M., Kouadio, G. N., et Fernique, K. K. (2017).** Evaluation de l'activité antibactérienne des feuilles de *Spondias mombin* L.(Anacardiaceae) sur la croissance in-vitro de souches d'entérobactéries productrices de beta-lactamases à spectre élargi (EBLSE) et tri phytochimique [Evaluation of the antibacterial activity of leaves *Spondias mombin* L.(Anacardiaceae) on the in vitro growth of producing Enterobacteriaceae of beta-lactamases at extended. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 20(2), 431-440.
56. **Kapoor, G., Saigal, S., et Elongavan, A. (2017).** Action and resistance mechanisms of antibiotics: A guide for clinicians. *Journal of anaesthesiology, clinical pharmacology*, 33(3), 300.
57. **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 Metema Woreda, North-Western Ethiopia. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 14(1), 37.
58. **Kishimoto, A., Ushida, K., Phillips, G. O., Ogasawara, T., et Sasaki, Y. (2006).** Identification of intestinal bacteria responsible for fermentation of gum arabic in pig model. *Current microbiology*, 53(3), 173-177.

59. **Kull, C. A., et Rangan, H. (2008).**Acacia exchanges: wattles, thorn trees, and the study of plant movements. *Geoforum*, 39(3), 1258-1272.
60. **Le Roux, J. J., Mavengere, N. R., et Ellis, A. G. (2016).**The structure of legume–rhizobium interaction networks and their response to tree invasions. *AoB plants*, 8.
61. **Lei, J., Sun, L., Huang, S., Zhu, C., Li, P., He, J., ... et He, Q. (2019).** The antimicrobial peptides and their potential clinical applications. *American journal of translational research*, 11(7), 3919.
62. **Lemmens, R. H. M. J., Louppe, D., et Oteng-Amoako, A. A. (2012).** Ressources végétales de l'Afrique tropicale. *Bois d'œuvre. Fondation PROTA, Pays-Bas*.
63. **Lianet, M. (2014).** Editorial (Thematic Issue: Development of Natural Products as Anti-Parasitic Agents). *Current clinical pharmacology*, 9(3), 181-186.
64. **Lucca, A. D., Cleveland, T. E., et Wedge, D. E. (2005).** Plant-derived antifungal proteins and peptides. *Canadian journal of microbiology*, 51(12), 1001-1014
65. **Mahamadou, C., Amadou, B., et Ousseini, M. M. M. (2018).** Effets de substitution du tourteau de coton par les gousses d'Acacia raddiana (SAVI) sur les performances laitières du Zébu Azawak au Niger Title: Substitution effects of cotton seed cake by Acacia raddiana pods (SAVI) on milk performance of Zebu Azawak in. *ANNALES DE L'UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI DE NIAMEY*, 113.
66. **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.
67. **Maillard, J. Y. (2002).** Bacterial target sites for biocide action. *Journal of applied microbiology*, 92, 16S-27S.
68. **Malu, S. P., Obochi, G. O., Tawo, E. N., et Nyong, B. E. (2009).**Antibacterial activity and medicinal properties of ginger (*Zingiber officinale*). *Global Journal of Pure and Applied Sciences*, 15(3-4).
69. **McDonnell, G., et Russell, A. D. (1999).**Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clinical microbiology reviews*, 12(1), 147-179
70. **Melo, A. D. B., Amaral, A. F., Schaefer, G., Luciano, F. B., de Andrade, C., Costa, L. B., et Rostagno, M. H. (2015).**Antimicrobial effect against different bacterial strains and bacterial adaptation to essential oils used as feed additives. *Canadian journal of veterinary research*, 79(4), 285-289.

71. **Miller, J. T., Murphy, D. J., Brown, G. K., Richardson, D. M., et González-Orozco, C. E. (2011).** The evolution and phylogenetic placement of invasive Australian Acacia species. *Diversity and Distributions*, 17(5), 848-860
72. **Montenegro, M. A., Boiero, M. L., Valle, L., et Borsarelli, C. D. (2012).** Gum Arabic: more than an edible emulsifier. *Products and applications of biopolymers*, 51, 953-978.
73. **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), 363-370.
74. **Nandane, A. S., Tapre, A. R., et Ranveer, R. C. (2007).** Applications of Bacteriocins as bio-preservatives in foods: A review. *ADIT J of Engg*, 4(1), 50-55.
75. **Nasir, O., Artunc, F., Saeed, A., Kambal, M. A., Kalbacher, H., Sandulache, D., ... et Lang, F. (2008).** Effects of gum arabic (*Acacia senegal*) on water and electrolyte balance in healthy mice. *Journal of Renal Nutrition*, 18(2), 230-238.
76. **Ncube, N. S., Afolayan, A. J., et Okoh, A. I. (2008).** Assessment techniques of antimicrobial properties of natural compounds of plant origin: current methods and future trends. *African journal of biotechnology*, 7(12).
77. **Nicolas-Chanoine, M. H., Bertrand, X., et Madec, J. Y. (2014).** *Escherichia coli* ST131, an intriguing clonal group. *Clinical microbiology reviews*, 27(3), 543-574.
78. **Nirmala, J., & Gaur, Y. D. (2000).** Detection of bacteriocinogenic strains of *Cicer-Rhizobium* by modified simultaneous antagonism method. *Current Science*, 79(3), 286-287.
79. **Noureddine, N. E., Amrani, S., et Aïd, F. (2010).** Statut symbiotique et souches de rhizobia associées à l'*Acacia tortilis* subsp. *raddiana* [*Acacia raddiana* ss], mimosoïdée des régions désertiques de l'Algérie. *Botany*, 88(1), 39-53.
80. **Odds, F. C., Brown, A. J., et Gow, N. A. (2003).** Antifungal agents: mechanisms of action. *Trends in microbiology*, 11(6), 272-279.
81. **Park, Y. K., et Hahm, K. S. (2005).** Antimicrobial peptides (AMPs): peptide structure and mode of action. *BMB Reports*, 38(5), 507-516.
82. **Patel, S., et Goyal, A. (2015).** Applications of natural polymer gum arabic: a review. *International Journal of Food Properties*, 18(5), 986-998.

83. **Peršin, Z., Kleinschek, K. S., et Mozetič, M. (2014).** The effects of storage gases on the durability of ammonia plasma effects with respect to wound fluid absorption and the biostatic activity of viscose non-wovens. *Textile Research Journal*, 84(7), 751-763.
84. **Phillips GO, Williams P (2001).** Tree exudate gums: natural and versatile food additives and ingredients. *Food Ingred Anal Int* 23:26–28
85. **Pulcini, C., Naqvi, A., Gardella, F., Dellamonica, P., et Sotto, A. (2010).** Résistance bactérienne et prescription antibiotique: perceptions, attitudes et connaissances d'un échantillon de médecins généralistes. *Médecine et maladies infectieuses*, 40(12), 703-709.
86. **Rehman, H. U., Siddique, N. N., Aman, A., Nawaz, M. A., Baloch, A. H., et Qader, S. A. U. (2015).** Morphological and molecular based identification of pectinase producing *Bacillus licheniformis* from rotten vegetable. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 13(2), 139-144.
87. **Sanchez, C., Nigen, M., Tamayo, V. M., Doco, T., Williams, P., Amine, C., et Renard, D. (2018).** Acacia gum: History of the future. *Food Hydrocolloids*, 78, 140-160.
88. **Sarr, A., Faye, A., Oihabi, A., Houeïbib, M. A. O., Neyra, M., et Lesueur, D. (2005).** Inoculation en station et au champ d'Acacia senegal avec des souches sélectionnées du *Rhizobium*. *Bois et forêts des tropiques*, (283), 5-17.
89. **Satrani, B., Ghanmi, M., Farah, A., Aafi, A., Fougrach, H., Bourkhiss, B., ... et Talbi, M. (2007).** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Cladanthus mixtus*. *Bull Soc Pharm Bordeaux*, 146, 85-96.
90. **Sharma, A. K., Kumar, A., Yadav, S. K., et Rahal, A. (2014).** Studies on antimicrobial and immunomodulatory effects of hot aqueous extract of *Acacia nilotica* L. leaves against common veterinary pathogens. *Veterinary medicine international*, 2014.
91. **Shehu et al 2018 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), 23-29.
92. **Shirin, P.R., S. A., et Prakash, J. (2010).** Chemical composition and antioxidant properties of ginger root (*Zingiber officinale*). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(24), 2674-2679.

93. **Silva, F., Lourenço, O., Queiroz, J. A., et Domingues, F. C. (2011).**Bacteriostatic versus bactericidal activity of ciprofloxacin in *Escherichia coli* assessed by flow cytometry using a novel far-red dye. *The Journal of antibiotics*, 64(4), 321-325.
94. **Srividya, A. R., Saritha, G. S., et Suresh, B. (2008).**Study of the soil isolates for antimicrobial activity. *Indian journal of pharmaceutical sciences*, 70(6), 812.
95. **Taarabt, K. O., Koussa, T., et alfeddy, M. N. (2017).** Caractéristiques physicochimiques et activité antimicrobienne de l'huile essentielle du *Laurus nobilis* L. au Maroc. *Afrique SCIENCE*, 13(1), 349-359.
96. **Tatsumi, Y., Nagashima, M., Shibunushi, T., Iwata, A., Kangawa, Y., Inui, F., ... et Nishiyama, Y. (2013).**Mechanism of action of efinaconazole, a novel triazole antifungal agent. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 57(5), 2405-2409.b
97. **Thabaut, A., et Durosoir, J. L. (1979).** L'Antibiogramme: Méthodes classiques et Méthodes automatisées. *Médecine et Maladies Infectieuses*, 9(9), 490-495.
98. **Thiele-Bruhn, S., et Beck, I. C. (2005).**Effects of sulfonamide and tetracycline antibiotics on soil microbial activity and microbial biomass. *Chemosphere*, 59(4), 457-465.
99. **Torquato, D. S., Ferreira, M. L., Sá, G. C., Brito, E. S., Pinto, G. A. S., et Azevedo, E. H. F. (2004).** Evaluation of antimicrobial activity of cashew tree gum. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20(5), 505-507.
100. **Turnbull, P. C., Kramer, J. M., et Melling, J. (1991).** *Bacillus*. *Manual of clinical microbiology*, 5, 296-303.
101. **Valgas, C., Souza, S. M. D., Smânia, E. F., et Smânia Jr, A. (2007).**Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian journal of microbiology*, 38(2), 369-380.
102. **Wu, Q., Patočka, J., et Kuča, K. (2018).** Insect antimicrobial peptides, a mini review. *Toxins*, 10(11), 461.
103. **Yakhlef, G., Laroui, S., Hambaba, L., Aberkane, M. C., et Ayachi, A. (2011).** Évaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* et de *Laurus nobilis*, plantes utilisées en médecine traditionnelle. *Phytothérapie*, 9(4), 209.
104. **Zorofchian Moghadamtousi, S., Abdul Kadir, H., Hassandarvish, P., Tajik, H., Abubakar, S., et Zandi, K. (2014).**A review on antibacterial, antiviral, and antifungal activity of curcumin. *BioMed research international*, 2014.

## Résumé

Il a été démontré que les plantes et leurs dérivés présentent une forte activité antimicrobienne. La gomme des plantes est un biopolymère comestible obtenu à partir d'exsudats d'arbres suite à une blessure au niveau du tronc et des branches de ces derniers. Elle a été utilisée depuis longtemps dans le traitement de plusieurs maladies et en particulier celle causée par les microorganismes. Afin de tester et de rechercher des activités antibactériennes de ces gommes sur des bactéries, 5 gommes, qui proviennent des différents arbres et de différentes régions, ont été testées, sur milieu solide et milieu liquide, pour leurs capacités inhibitrices sur la croissance de 3 souches de la collection de notre laboratoire. *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp et *Bacillus cereus*. Les résultats de ces tests ont montré la présence d'activité antibactérienne de toutes les gommes testées à une concentration de 10%, lorsque ces tests sont effectués sur milieu liquide. Par contre, lorsque les gommes GC, GAM1 et GAM2 sont testées à cette même concentration sur milieu solide leur activité antibactérienne n'est pas détectée. Le test sur milieu liquide est potentiellement, le plus adapté pour rechercher des activités antibactériennes. Enfin, le test des capacités inhibitrices des bactéries isolées à partir des gommes sur les souches de la collection de notre laboratoire a montré que la majorité des isolats n'ont pas un effet inhibiteur sur les souches de référence.

**Mots clés :** la gomme des plantes, activité antibactérienne, capacités inhibitrices, bactéries, *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp et *Bacillus cereus*.

## Abstract

Plants and their derivatives have been shown to have strong antimicrobial activity. Plant gum is an edible biopolymer obtained from tree exudates following an injury to the trunk and branches of trees. It has long been used in the treatment of several diseases, particularly those caused by microorganisms. In order to test and research the antibacterial activities of these gums on bacteria, 5 gums from different trees and different regions were tested, on solid and liquid media, for their inhibitory capacities on the growth of 3 strains from our laboratory collection. *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp and *Bacillus cereus*. The results of these tests showed the presence of antibacterial activity of all the gums tested at a concentration of 10%, when these tests were carried out on liquid medium. On the other hand, when GC, GAM1 and GAM2 gums are tested at the same concentration on solid media their antibacterial activity is not detected. The liquid test is potentially the most suitable test for antibacterial activity. Finally, testing of the inhibitory capacity of bacteria isolated from gums on strains from our laboratory collection showed that the majority of isolates do not have an inhibitory effect on the reference strains.

**Keywords:** plant gum, antibacterial activity, inhibitory capacities, bacteria, *Escherichia coli*, *Enterobacter* sp and *Bacillus cereus*.

## ملخص

تم إظهار أن النباتات ومشتقاتها لها نشاط قوي مضاد للميكروبات. الصمغ النباتي هو بوليمر حيوي صالح للأكل الذي تم الحصول عليه من إفرازات الشجرة بعد إصابة الجذع وفروع الشجرة. وقد تم استخدامها منذ فترة طويلة في علاج العديد من الأمراض ولاسيما تلك التي تسببها الكائنات الحية الدقيقة. من أجل اختبار والبحث عن الأنشطة المضادة للبكتيريا من هذا الصمغ على البكتيريا، تم اختبار 5 عينات من صمغ ذات مصادر مختلفة ومناطق مختلفة، على وسط صلب ووسط سائل من أجل قدرتها المثبطة على تكاثر ثلاث سلالات من مجموعتنا المختبرية. *Escherichia coli* و *Enterobacter* sp و *Bacillus cereus* أظهرت نتائج هذه الاختبارات وجود نشاط مضاد للجراثيم لجميع عينات الصمغ التي تم اختبارها بتركيز 10%، عندما يتم إجراء هذه الاختبارات على وسط سائل. من ناحية أخرى، عندما يتم اختبار الصمغ GC و GAM1 و GAM2 عند نفس التركيز على وسط صلب، لا يتم الكشف عن نشاطها المضاد للبكتيريا. من المحتمل أن يكون الاختبار على الوسط السائل هو الأنسب للبحث عن الأنشطة المضادة للبكتيريا. أخيرًا، أظهر اختبار القدرات التثبيطية للبكتيريا المعزولة من الصمغ على سلالات مجموعة المختبر لدينا أن غالبية العزلات ليس لها تأثير مثبط على السلالات المرجعية.

**الكلمات المفتاحية:** الصمغ النباتي، النشاط المضاد للبكتيريا، القدرات المثبطة، البكتيريا، *Escherichia coli*، *Enterobacter* sp و *Bacillus cereus*