



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بو عريريج
Université Mohammed El Bachir El Ibrahim B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie

Intitulé :

**Activités biologiques des huiles essentielles de la gomme résine
de *Boswellia sp.***

Présenté par: M^{elle} Bouzroua Khaoula

M^{elle} Laieb selsabyl

Soutenu le : 24/06/2023

M^{elle} Yousfi Feryal

Devant le Jury :

| | | | |
|--------------------|----------------------------------|-----|----------------------------------|
| Président : | M ^{me} BOUMAIZA Souad | MAA | Université de Bordj Bou Arreridj |
| Encadrant : | M ^{me} GUERGOUR Hassina | MCA | Université de Bordj Bou Arreridj |
| Examineur : | M ^{me} NASRI Meriem | MCB | Université de Bordj Bou Arreridj |

Année Universitaire 2022/2023

Remerciement

Au terme de notre modeste travail, nous tient à remercier tous d'abord Dieu, le tout puissant de nous avoir accordés la volonté, force, santé, détermination et courage afin d'accomplir notre mémoire.

*Nous tenions à exprimer nos profondes gratitude à notre promoteur **GUERGOUR Hassina** pour la manière dont elle nous a encadrés. Nous lui sommes reconnaissants pour la confiance qu'elle nous a accordés. Ses remarques constructives nous avons beaucoup apportés tout au long de ce travail.*

*Nous remercions chaleureusement les membres de jury **M^{me} BOUMAIZA Souad** en sa qualité de président, **M^{me} NASRI Meriem** qui nos ont honorés de leurs présence et d'avoir accepté d'évaluer ce modeste travail à sa juste valeur.*

*On tient à remercier **M^{me} BOUGUERRA Asma** pour ses éclaircissements et son groupe **Boualam, Mahmoud et Djamel** qui font partie de la réalisation de la partie de microbiologie de ce mémoire.*

*Nous remercions vivement **M^r MAKHOUKH NasrEddin** pour son disponibilité et son générosité dans le partage de son savoir-faire.
Nous voulons exprimer notre reconnaissance à
L'ingénieur du laboratoire de biochimie et les
ingénieurs du laboratoire microbiologie de nous avoir
Facilité les accès et les manipulations au sains de leurs laboratoires.*

Que toute personne qui a contribué de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire, veuillez bien trouver ici l'expression de nos sincères remerciements.

Pour finir, nos derniers mots de remerciement vont tout naturellement à nos chers parents, frères et sœurs, pour leurs soutien et leur confiance en nos.



Dédicace

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie que je dédie ce travail :

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur soutien

Que Dieu vous procure bonne santé et longue vie.

À mon grand-père Mohammed El Tahar, pour ses encouragements et ses

Précieux conseils.

À mon cher petit frère Ayoub, pour toute l'ambiance dont il m'a entouré. Puisse Dieu le Tout-

puissant te protège.

À mes chères sœurs Dalal, Hiba pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral .je

leur souhaitent tout le bonheur du monde.

A mon fiancé Nour ddine.

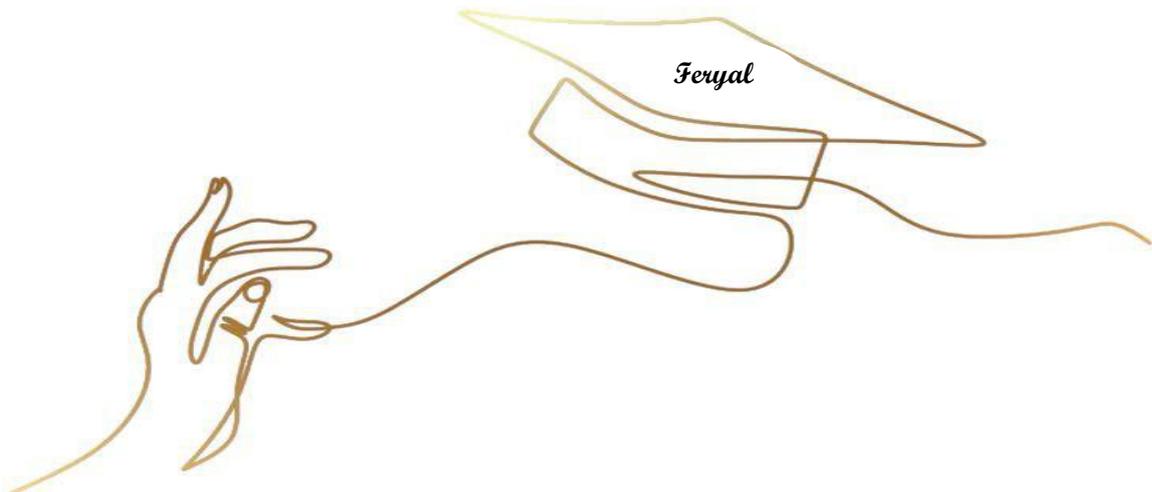
À toutes familles Yousfi et Ben Zid

À Mes binômes Selsabyl, Khaoula avec qui j'ai vécu des beaux moments au cours de

Cette année.

À tous ceux qui m'ont soutenu, de près ou de loin à la réalisation de ce travail

À toi



Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ce qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

À l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite, et tout mon respect : mon cher père Abd El Aziz.

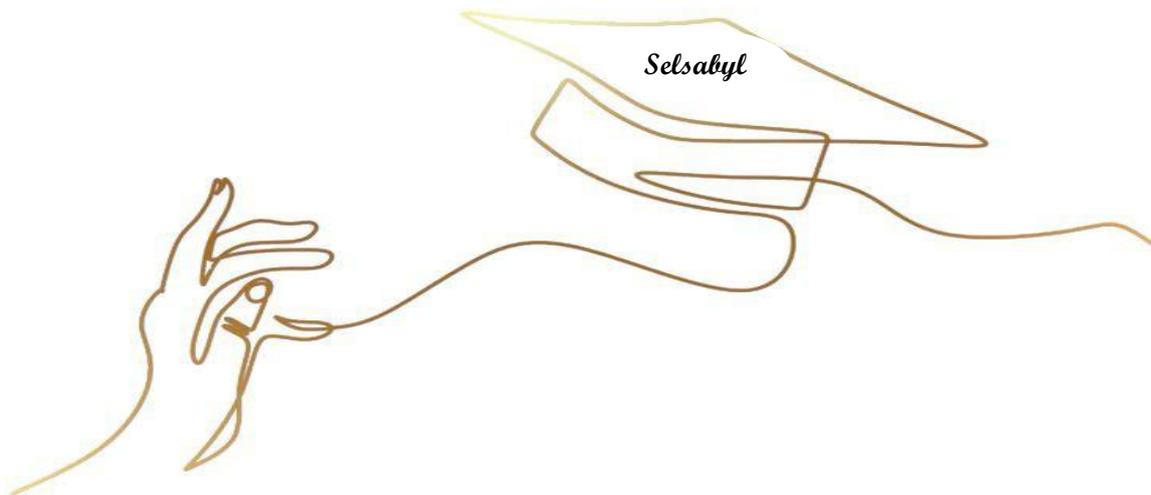
À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non-âmes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable maman.

À mes chères sœurs : Maroua, Nour El Houda, Aya, qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion et n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études, que Dieu les protège et leurs offres la chance et le bonheur.

À mes frères : Ibrahim, Ânes Ismaïl qui savent toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.

À mes proches, Dr Alliat J, ma chère amie Haïfa Sebhi, que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

Sans oublier mes binômes Khaoula et Feryel, pour leurs soutien moral, patience et ses compréhensions tout au long de ce projet.



Dédicace

*Je remercie avant tout ALLAH- le tout-puissant de m'avoir guidé durant toute ma formation
À ma mère qui m'a encouragé à aller de l'avant et qui m'a donné tout son amour pour reprendre
mes études.*

*à mon très chère père Idir qu'aucun mot au présent ne peut égaler tout ce qu'il m'a offert en temps,
attention, amour et soutien pour faire de moi la personne que je suis aujourd'hui.*

À mon cher frère ANES pour vous exprimer toute mon affection et ma tendresse

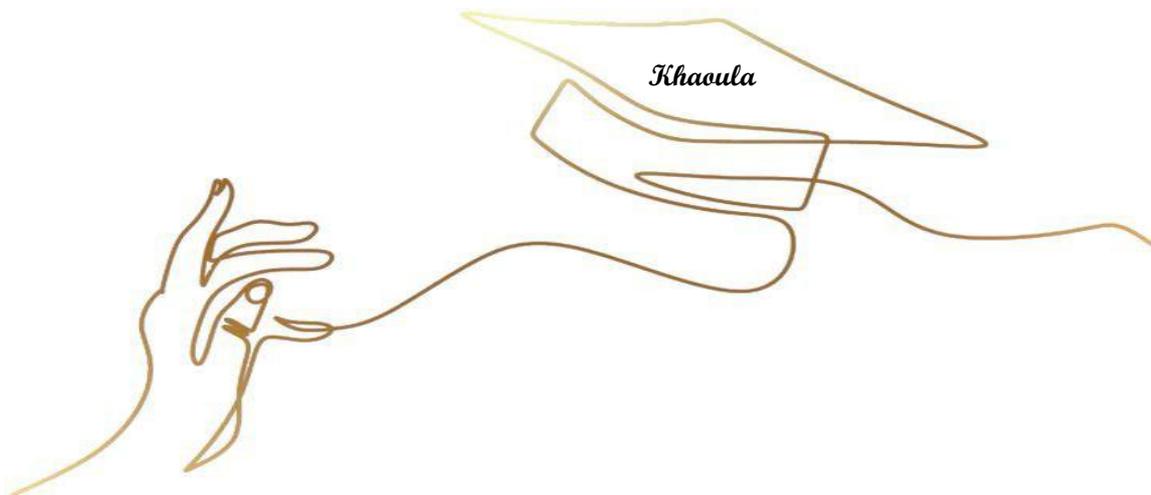
à ma chère tante ANJSSA

À tout la famille BOZRORA

*à mon encadrant CHERGOUR HASSINA pour son dévouement exemplaire et ses conseils
constructifs, pour leur modestie, leur générosité et leur encouragement.*

A mes binômes FERJEL et SELSABYL et mes amis Haïfa, Khouloud, Maroua et Romaisa.

Enfin, à tous ceux qui savent donner sans recevoir, qui aident sans retour et sans être égoïste.



Liste des abréviations

AFNOR : Association française de normalisation.

AINS : anti inflammatoire non stéroïdienne.

ATCC: American Type Culture Collection.

DMSO: Diméthyl sulfoxyde

DPPH: 2,2-diphényle 1-picrylhydrazyle.

HE : Huile essentielle.

IC₅₀ : Concentration inhibitrice à 50%.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

ROS : Espèce réactives de l'oxygène.

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature.

Liste des figures

| | |
|---|-----------|
| Figure 01 : Gomme-résine de <i>Boswellia sp</i> (photo originale). | 06 |
| Figure 02 : Montage de l'hydrodistillation (photo original). | 09 |
| Figure 03 : Réduction de DPPH• en présence d'une molécule antioxydante | 10 |
| Figure 04 : Protocole de test de piégeage du radical DPPH | 11 |
| Figure 05 : Protocole d'inhibition de la dénaturation de l'ovalbumine. | 13 |
| Figure 06 : Principe de la méthode de diffusion en puits. | 14 |
| Figure 07 : Réalisation de la méthode de diffusion en puits en milieu Müller Hinton Agar | 15 |
| Figure 08 : Effet de l'huile essentielle de la gomme résine de <i>Boswellia</i> sur la souche bactérienne <i>Escherichia coli</i> (Photo original). | 20 |
| Figure 09 : Effet de l'huile essentielle de la gomme résine de <i>Boswellia</i> sur la souche bactérienne <i>Staphylococcus aureus</i> (Photo original). | 21 |

Liste des tableaux

| | |
|--|-----------|
| Tableau I : Systématique de <i>Boswellia sp.</i> | 07 |
| Tableau II: Rendement en huile essentielle de la gomme résine de <i>Boswellia. sp</i> et leur caractéristique organoleptique. | 16 |
| Tableau III: Valeurs d'IC ₅₀ de l'activité anti-radicalaire d'HE et de l'acide ascorbique. | 17 |
| Tableau IV : Valeurs d'IC ₅₀ de l'activité anti-inflammatoire d'HE et de diclofénac. | 18 |
| Tableau V: Diamètres des zones d'inhibitions de l'HE vis-à-vis la souche <i>Escherichia coli</i> par la méthode des puits. | 19 |
| Tableau VI : Diamètres des zones d'inhibitions de l'HE vis-à-vis la souche <i>Staphylococcus aureus</i> par la méthode des puits. | 20 |

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Remerciements. | |
| Dédicace. | |
| Liste des figures. | |
| Liste des tableaux. | |
| Liste des abréviations. | |
| Introduction | 01 |
| Chapitre I | 06 |
| I. Matériel et Méthodes | 06 |
| I.1. Matériel..... | 06 |
| I.1.1. Matériel végétal..... | 06 |
| I.1.1.1. Présentation de la gomme résine | 06 |
| I.1.1.2. Description de la drogue utilisée..... | 06 |
| I.1.1.3 Classification botanique | 07 |
| I.1.2. Souches bactériennes utilisées..... | 07 |
| I.2. Méthodes..... | 07 |
| I.2.1. Préparation de la poudre | 07 |
| I.2.2. Extraction des huiles essentielles..... | 08 |
| I.2.2.1. Procédé d'extraction | 08 |
| I.2.2.2. Rendement d'huile essentielle | 09 |
| I.2.3. Evaluation des activités biologiques | 09 |
| I.2.3.1. Activité antioxydante <i>in-vitro</i> | 09 |
| I.2.3.1.1. Test de piégeage du radical libre DPPH..... | 09 |
| I.2.3.2. Activité anti-inflammatoire <i>in-vitro</i> | 12 |
| I.2.3.2.1. Test de la dénaturation thermique des protéines | 12 |

| | |
|---|-----------|
| I.2.3.3. Activité antibactérienne <i>in-vitro</i> | 13 |
| I.2.3.3.1. Méthode de diffusion sur disque en milieu Müller-Hinton Agar..... | 14 |
| Chapitre II | 16 |
| II. Résultats et discussion | 16 |
| II.1. Rendement de l'extraction..... | 16 |
| II.2. Caractéristiques organoleptiques..... | 16 |
| II.3. Caractéristiques physiques..... | 16 |
| II.4. Résultats de l'activité antioxydante- <i>in vitro</i> | 17 |
| II.4.1. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényle-1 picrylhydrazyl) | 17 |
| II.5. Résultats de l'activité anti-inflammatoire <i>in vitro</i> | 18 |
| II.5.1. Effet sur la dénaturation protéique | 18 |
| II.6. Résultats de l'activité antibactérienne <i>in vitro</i> | 19 |
| II.6.1. Méthode de diffusion sur disque en milieu Müller-Hinton Agar..... | 19 |
| Conclusion | 22 |
| Références bibliographiques | |
| Annexe | |
| Résumé | |

Introduction

Introduction

Depuis les temps anciens, un régime végétarien est bien connu parmi les humains. Ils ont essayé de trouver des plantes dans l'environnement végétal pour répondre aux besoins quotidiens de la nourriture, des parfums ou de l'hygiène, en particulier pour traiter ses blessures et soulager ses maux (**Bouчекrit, 2018**).

Selon l'OMS, plus 20000 des plantes sont utilisées dans le monde du a ces caractéristiques médicinales importantes et seulement 2000 à 3000 plantes ont été étudiées au niveau scientifique (**Nea, 2021**). Ces plantes médicinales contiennent de nombreux principes actifs, dont certains sont issus du métabolisme secondaire et constituent donc un immense réservoir de composés d'une grande diversité chimique possédant un large éventail des activités biologiques (**Bkhouch, 2018**), où elles sont utilisées dans la fabrication de médicaments avec une activité thérapeutique curative ou préventive (**Nea, 2021**).

Les résines naturelles d'origine végétale ont également servi comme une source importante des métabolites secondaires exsudés par différentes famille d'arbres tels que la famille des Burceraceae qui compte plus de 700 espèces réparti en dix-huit genres (**Hussain et al., 2016**). Ils ont toujours tenu une place importante à travers l'histoire et les civilisations. En Ayurveda, un système traditionnel indien de médicaments, la gomme est utilisée pour traiter un certain nombre de maladies de la peau, des yeux, des gencives, du tractus gastro-intestinal, en plus des troubles inflammatoires respiratoires tels que asthme, bronchite, laryngite, etc (**Iram et al., 2017**).

Le genre *Boswellia* est présentée dans les régions sèches et arides, centrée dans l'Afrique (environ 75% de ses espèces sont endémiques), et sont largement réparties en Inde et dans la péninsule arabe (**Hussain et al., 2013**). La gomme de *Boswellia* est une oléo-gomme-résine récoltée en faisant une incision peu profonde dans le tronc ou les branches et en enlevant une bande étroite (10-20 cm) d'écorce (**Delfaut, 2018**).

Généralement, l'oliban contient environ 5-9% d'huile essentielle, 65-85 % résine soluble dans l'alcool et le reste de la gomme soluble dans l'eau (fraction de polysaccharide) (**Amri et al., 2019**). Les huiles essentielles issues des plantes ou des gommes, sont communément appelées essences, sont des substances odorantes volatiles produites par les végétaux pour se défendre contre tous les phytophages nuisibles. Elles sont obtenues à partir de plantes par entraînement à la vapeur d'eau, et se forment dans un grand nombre de plantes comme produit du métabolisme secondaire (**Touhami, 2017**).

Dans les plantes, les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Elles sont produites dans le cytoplasme des cellules sécrétrices et s'accumulent en général dans des cellules glandulaires spécialisées, situées en surface de la cellule et recouvertes d'une cuticule (**Lardry et Haberkorn, 2007**). Elle peuvent être stockées dans divers organes : fleurs, feuilles, écorce, résine ... (**Amri et al., 2019**).

L'huile essentielle de la gomme- résine autant utilisée pour aromatiser la nourriture, se parfumer, ou comme une huile de massage de la peau. Elle est très utilisée dans le domaine de la pharmacie galénique et de la cosmétologie et cela est du sa composition chimique riche en monoterpènes, famille chimique majoritaire de l'huile essentielle, représentés principalement par le limonène et le E- β ocimènén avec plus faible quantité des pinènes, l' α -thujène et le myrcène et les sesquiterpènes présentés par le E-caryophyllène et l' α -copaène (**Niebler et Buettner, 2016**) et plusieurs chercheurs dans le domaine médical s'intéressent à l'encens et la résine des gommés en raison de ses effets thérapeutiques comme un remède pour traiter les maladies rhumatismales et inflammatoires (**Rashan et al., 2019**).

Lorsque notre organisme génère une surproduction de radicaux libres que nous ne pouvons pas détruire progressivement, cela crée le stress oxydatif (**Pham-Huy et al., 2008**). Ce dernier se définit par un déséquilibre entre la production d'espèces radicalaires (ou réactives) de l'oxygène (ERO) et les capacités cellulaires anti oxydantes (**Haleng et al., 2007**). Il est associé à des dommages à un large éventail de espèces moléculaires, y compris les lipides, les protéines et les acides nucléiques (**Lobo et al., 2010**).

Un radical libre est une molécule ou un atome dont un ou plusieurs électrons non appariés les rendent extrêmement réactifs (**Koudou, 2009**). L'ensemble des radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent appelé espèces réactives de l'oxygène (ROS) (**Favier, 2003**). Ils regroupent l'ensemble des dérivés oxygénés radicalaires ($O_2\cdot$, $OH\cdot$, $NO\cdot$, $ROO\cdot$) mais aussi certains dérivés non radicalaires dont la toxicité est importante tel le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (**Milane, 2004**). La production contrôlée de radicaux apparaît comme un mécanisme essentiel de la signalisation cellulaire qui participe au maintien de l'homéostasie de la cellule (**Migdal et al., 2011**).

Cependant, il est possible de réguler les radicaux libres dans le corps humain, surtout au moyen de molécules antioxydantes, qui signifient des molécules suffisamment stables pour donner un électron à un radical libre déchaîné et le neutralise, réduisant ainsi sa capacité endommagée (**Lobo et al., 2010**).

Il existe plusieurs types de molécules à activité antioxydante : les enzymes antioxydantes directement synthétisées par l'organisme (superoxyde dismutases, glutathion

peroxydases, catalase) et les composés antioxydants d'origine exogène alimentaire (vitamine A, C et E ; les caroténoïdes, les polyphénols ; certains minéraux et oligoéléments comme le magnésium, le zinc, le sélénium et le manganèse). Ces systèmes antioxydants interviennent en protégeant les cellules contre les lésions oxydatives causées par les radicaux libres comme le cancer, l'artériosclérose, le paludisme, la polyarthrite rhumatoïde, les maladies neurodégénératives et les processus de vieillissement (**Pastre et Priymenko, 2007**).

L'utilisation des molécules antioxydantes synthétiques est actuellement en raison des risques toxicologiques potentiels. Il existe un besoin permanent de nouvelles sources végétales d'antioxydants naturels (**Djeddi et al., 2015**).

D'un autre côté, la surproduction des espèces réactives à l'oxygène, au-delà de la capacité antioxydante des systèmes biologiques conduit au stress oxydatif est la première cause de l'apparition des troubles inflammatoires (**Borel et al., 1988**).

L'inflammation est un moyen de défense naturelle des organismes supérieurs contre toute attaque extérieure (infection, dommage, attaque mécanique, etc.). Son rôle principal est l'élimination de l'agent pathogène et la restauration du tissu endommagé. (**Youghbaré-Ziébro, 2016**). Grâce à des médiateurs qui sont libérés sous forme de protéines plasmatiques, ou ils proviennent de cellules comme les mastocytes, les plaquettes, les neutrophiles et les monocytes/macrophages. Ces médiateurs, en fonction de la durée de la blessure déterminée et la sévérité de l'inflammation, sont appelés les facteurs pro-inflammatoires fondamentaux (**Esch et Stefano, 2002**).

Les anti-inflammatoires actuellement utilisés sont les stéroïdiens (glucocorticoïdes) et les non stéroïdiens tels que l'aspirine. Bien que ces substances soient efficaces, elles ont souvent des effets secondaires indésirables qui peuvent entraver leur utilisation à long terme (**Smahia et al., 2016**). L'existence de recettes en médecine traditionnelle qui se sont révélées positives pour le traitement des pathologies inflammatoires conduit à l'agglomérer vers une espèce végétale (**Youghbaré-Ziébro, 2016**).

L'huile essentielle de gomme résine a été largement utilisée pour guérir différentes maladies inflammatoires (**Rashan et al., 2019**). Cet effet anti-inflammatoire est dû aux acides boswelliques, qui ont été identifiés comme le principe actif de l'encens. La structure chimique de ces acides ressemble beaucoup à ceux des stéroïdes mais leurs actions sont différentes que des analgésiques ou des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) (**Hamidpour et al., 2013**).

Les agents antimicrobiens sont des substances utilisées pour tuer ou inhiber la croissance de micro-organismes tels que les bactéries, les virus, les champignons et les parasites. Ils sont

utilisés dans la prévention et le traitement des maladies infectieuses causées par ces micro-organismes **OMS (2021)**. La plupart des antibiotiques inhibent les voies métaboliques, certains agissent comme des antagonistes métaboliques ou des anti-métabolites ou des inhibiteurs compétitifs, tandis que d'autres agissent en altérant ou en interférant avec le fonctionnement normal des micro-organismes (**Yala et al., 2001**).

La maîtrise des infections bactériennes est devenue compliquée par le fait que de nombreuses bactéries ont développé une résistance à la plupart des antibiotiques, qui a été un problème de santé important à l'échelle mondiale (**Abdallah et al., 2019**).

La résistance aux antibiotiques se produit lorsque les bactéries développent la capacité de vaincre les médicaments conçus pour les tuer. Cela signifie que les bactéries ne sont pas tuées et continuent de se développer. Plusieurs mécanismes de résistance bactérienne ont été décrits. Cela peut être le résultat d'une seule mutation qui réduit l'affinité pour les antibiotiques ciblés, de la dégradation ou de la modification des antibiotiques par des enzymes spécifiques sécrétées par la bactérie, ou de la diminution de la concentration de l'agent antibactérien dans la cellule. (**Bakhouch, 2018**).

Face au problème de la résistance des micro-organismes aux antibiotiques classiques, il existe un besoin pressant de renouvellement constant des principes actifs, ces molécules ont de nombreuses autres propriétés chimiques et utilisent de nouveaux mécanismes d'action contre ces micro-organismes pathogènes (**Gbogbo et al., 2013**).

Les huiles essentielles ont considérées depuis des siècles pour leurs propriétés anti-infectieuses, peuvent s'avérer être une alternative à «certains antibiotiques». En effet, plusieurs études ont tendance à démontrer leurs propriétés antimicrobiennes réelles (**Fontanay et al., 2015**). Plusieurs études réalisées sur les huiles essentielles de la gomme résine de *Boswellia*, ont montré qu'ils ont riche en ; α thujene, camphene, β -pinene, myrcene, limonene, m-cymene et cis-verbenol, ces composés ont une forte activité antibactérienne (**Ayub et al., 2018**).

Dans ce contexte, le présent travail a pour objectif d'évaluer les activités biologiques de l'huile essentielle extraite de la gomme résine de *Boswellia* y compris ses activités antioxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes. Cette étude est divisée en deux parties principales :

- ✓ La première partie présente une introduction qui est consacrée sur les plantes

médicinales, le genre *Boswellia*, les huiles essentielles de gomme résine, le stress oxydant et l'inflammation.

✓ La seconde partie du manuscrit est consacrée à l'étude expérimentale, qui comprend deux chapitres.

Le premier chapitre du matériel et méthodes décrit les différentes étapes utilisées lors du travail expérimental. Le deuxième chapitre présente les résultats obtenus ainsi que leurs discussions.

Le manuscrit est achevé par une conclusion générale sur l'ensemble des résultats obtenus, dans lesquelles différentes perspectives de recherche sont évoquées.

Chapitre I

Matériel et Méthodes

I.1. Matériel

I.1.1. Matériel végétal

I.1.1.1. Présentation de la gomme résine

L'oliban est une oléo-gomme-résine obtenue par l'exsudation de différents arbres appartenant au genre *Boswellia*, famille des Burceraceae (Hussain et al., 2013). L'incision pratique dans le tronc de l'arbre permet l'excrétion d'un lait qui est ensuite durcit et ramassé sous forme de gomme résine de couleur orange-brun (Delfaut, 2018). Elle se présente sous la forme de stalactites transparentes qui se déchirent, se concrètent à l'air une fois la fraction volatile de surface évaporée.

La gomme-résine a été achetée chez un herboriste au niveau de la ville d'El Anasser, wilaya de Bordj Bou Arreridj (Photo 01). Selon l'étiquette indiquée sur l'emballage, cette gomme a été importée d'Arabie Saoudite –Djeddah- des magasins Al-Wafa.

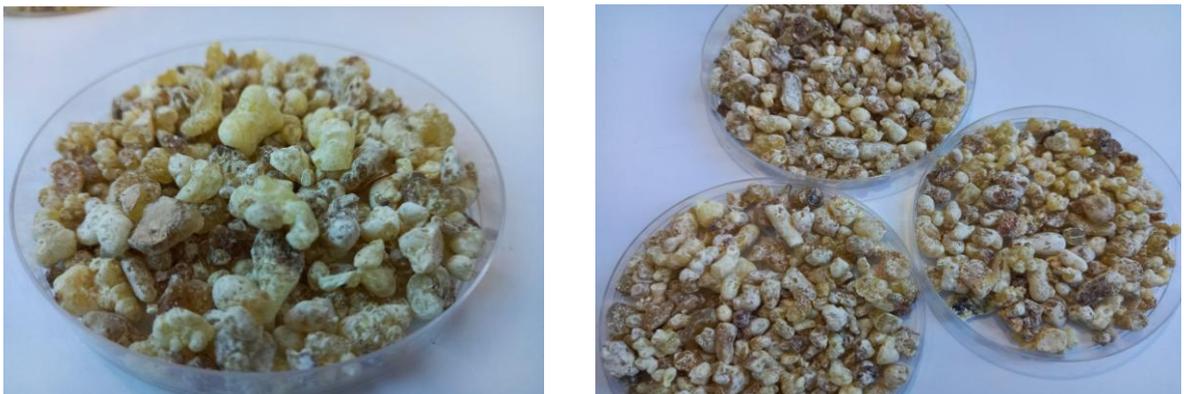


Photo01 : Gomme-résine de *Boswellia sp* (photographie originale)

I.1.1.2. Description de la gomme utilisée

La gomme se caractérise par :

- Des agglomérats de forme arrondie ou irrégulière et de taille variable : jusqu'à 5 cm de long sur 2cm d'épaisseur, substance est fracturée, cassé, cireuse, translucide et couverte d'une poussière grise.
- De forme pâteuse qui ne cristallisent pas mais se brisent néanmoins en fragments conchoïdaux avec une couleur jaune brunâtre parfois brun-rouge.
- Une odeur caractéristique, profonde et fraîche avec un goût aromatique, amer et agréable.

I.1.1.3. Classification botanique

La classification botanique de *Boswellia sp* est indiquée dans le tableau suivant (**tableau I**)
Tableau I : Systématique de *Boswellia sp* selon la liste rouge de L'UNCI des espèces menacées (Miller, 2015).

| Règne | Embranchement | Classe | Ordre | Famille | Genre |
|----------------|----------------------|---------------|--------------|----------------|------------------|
| Plantae | Magnoliophyta | Magnoliopsida | Sapindale | Burceraceae | <i>Boswellia</i> |

I.1.2. Souches bactériennes utilisées

Les souches utilisées sont des souches de référence de l'American type culture collection (ATCC), obtenues auprès de laboratoire de microbiologie de l'université de Sétif.

➤ **Les bactéries à Gram ⁻**

Escherichia coli ATCC 25922

➤ **Les Bactéries à Gram +**

Staphylococcus aureus ATCC 2856

I.2. Méthodes

I.2.1. Préparation de la poudre

➤ **Séchage**

L'oliban est lavé avec de l'eau courante pour enlever toutes impuretés et d'éviter tout type de contamination possible, puis séché sous un coton ou papier imperméable pendant 24h à une température ambiante et à l'ombre bien aérée.

➤ **Broyage**

La gomme-résine résultante est pulvérisée ensuite à l'aide d'un broyeur électrique à fin d'obtenir une poudre très fine.

➤ **Conservation**

La poudre obtenue est conservée dans un récipient en verre stérile, bien fermé afin de la protéger de l'air et de la lumière jusqu'à ce qu'il soit nécessaire de l'utiliser.

I.2.2. Extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont été obtenues par le biais d'une hydrodistillation à l'aide d'un dispositif du type Clevenger, qui consiste à plonger la matière végétale directement dans un ballon rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition. Les vapeurs hétérogènes se condensent sur un réfrigérateur conduisant à l'apparition de deux phases, une phase aqueuse (eau aromatique) et une phase organique (huile essentielle) (Elyemni *et al.*, 2019).

I.2.2.1 Procédé d'extraction

La procédure d'extraction a été réalisée selon le protocole décrit par **Adhri *et al.* (2019)** avec quelques modifications. Une quantité de 80 g de la poudre a été mélangé avec 300 ml de l'eau distillée dans un ballon de 500 ml surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant. L'ensemble est porté à l'ébullition pendant une durée de 4 heures. L'huile essentielle est entraînée à la vapeur d'eau, puis condensée en passant par le condensateur, le liquide recueilli résulte en un distillat avec une couche d'huile mince à la surface qui sera par la suite séparée.

Après extraction, le volume d'huile essentielle obtenu a été mesuré, puis conservé dans un tube en verre bien bouché, paraffiné. Le flacon a été couvert d'un papier aluminium à l'abri de la lumière puis conservé dans un réfrigérateur jusqu'à son usage pour les tests biologiques (**Photo 02**).

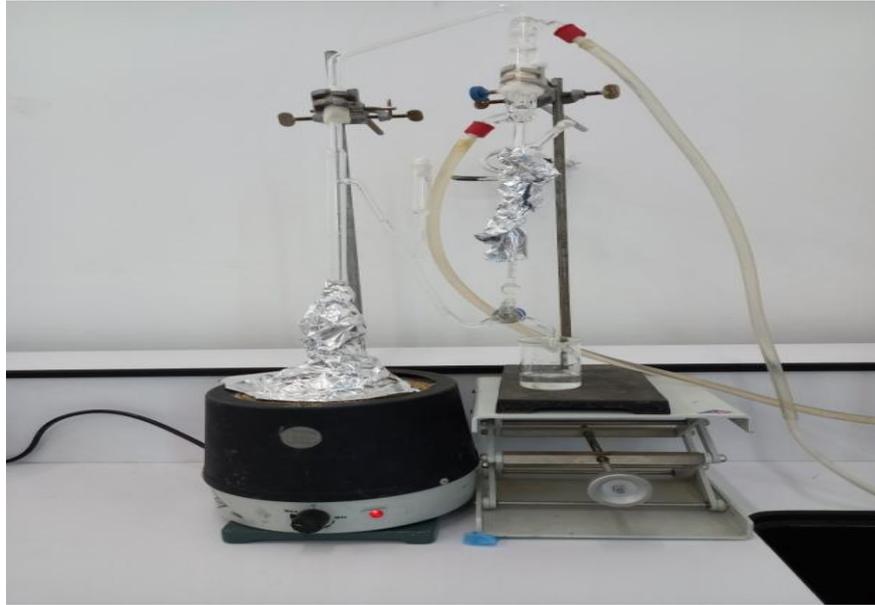


Photo 02 : Montage de l'hydrodistillation (photographie original).

I.2.2.2. Rendement de l'huile essentielle

Le rendement en huiles essentielles, est exprimé par le poids de l'huile essentielle par rapport à la masse de la matière sèche utilisée. Il est donné par l'équation suivante (Zaibet, 2018).

$$\text{Rdt (\%)} = \left[\frac{P_B}{P_A} \times 100 \right]$$

Rdt (%) : rendement en huile essentielle.

P_B : poids de l'huile en g.

P_A : poids de la poudre en g.

I.2.3. Evaluation des activités biologiques

I.2.3.1. Activité antioxydante *in-vitro*

L'activité anti-radicalaire du radical DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl) est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH, d'une coloration violette et d'une absorption caractéristique à 517 nm, à une forme réduit d'hydrazine (non radical, acceptant un atome d'hydrogène) d'une coloration jaune (Bakhouch, 2018) (Figure 1)

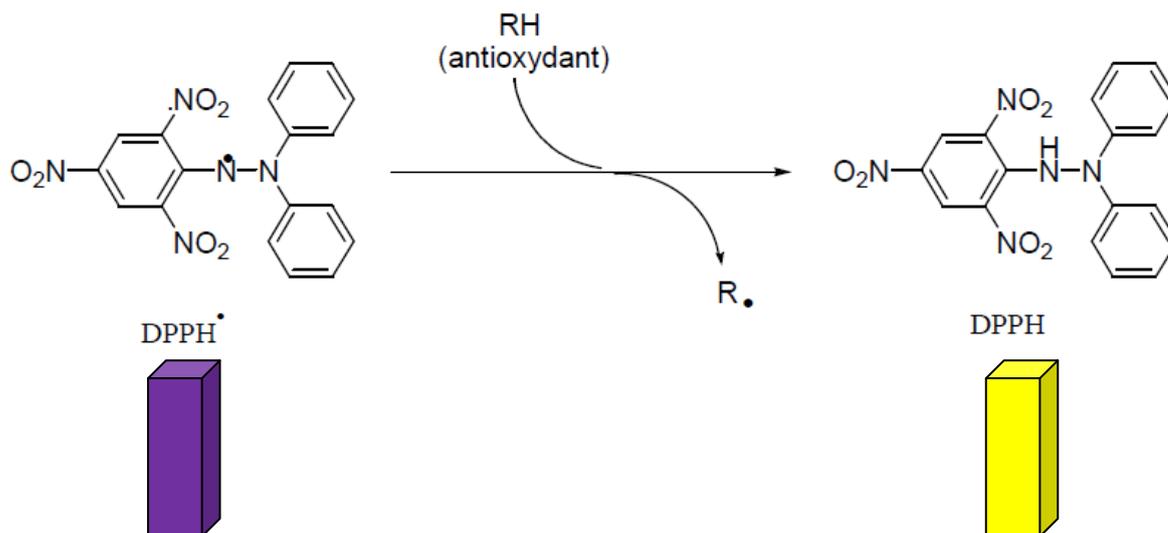


Figure 01 : Réduction de DPPH• en présence d'une molécule antioxydante

- **Mode opératoire**

L'activité anti-radicalaire des huiles essentielles de *Boswellia sp* a été effectuée selon le protocole décrit par **Dieng et al. (2017)** avec quelques modifications.

Dans des tubes secs, on a introduit 25µl d'huile essentielle à différentes concentrations de 44.25, 265.5, 398.2, 531mg /ml, puis un volume de 975µl de la solution DPPH (0.1 mM) a été ajouté. Un contrôle est préparé en mélangeant 25µl de méthanol avec 975µl d'une solution méthanolique de DPPH. Un blanc pour chaque extrait a été préparé en mélangeant 975µl de méthanol avec 25µl de solution d'extrait.

Après 30 min d'incubation à l'obscurité, les absorbances ont été mesurées à 517 nm à l'aide de spectrophotomètre. Trois essais ont été effectués pour chaque concentration. L'acide ascorbique a été utilisé comme un standard (Figure 2).

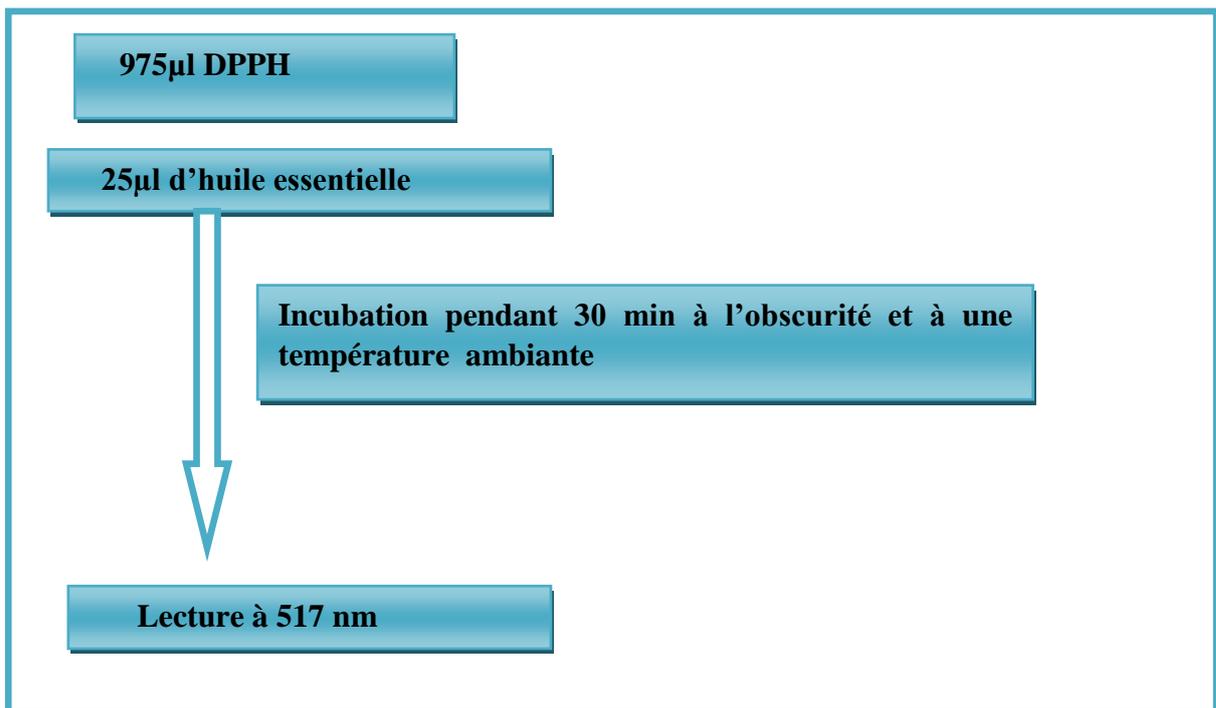


Figure 02 : Protocole de test de piégeage du radical DPPH

- **Calcul de pourcentage d'inhibition**

Le pourcentage d'inhibition (%) du radical libre DPPH a été calculé avec la formule suivante. (Leitao *et al.*, 2002).

$$\text{PI \%} = [(A0 - A) / A0] \times 100$$

PI : Pourcentage d'inhibition exprimé en %.

A0 : Absorbance de la solution du DPPH sans échantillon (contrôle négatif).

A : Absorbance de la solution du DPPH en présence de l'échantillon.

L'IC₅₀ ou la concentration inhibitrice de 50% est la concentration de l'échantillon ou de l'acide ascorbique nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH (Dieng *et al.*, 2017). Elle est calculée graphiquement par les régressions linéaires de courbes tracées de pourcentage d'inhibition en fonction de différentes concentrations testées.

I.2.3.2. Activité anti-inflammatoire *in vitro*

I.2.3.2.1. Test de la dénaturation thermique des protéines

- **Principe**

La dénaturation protéique est l'une des causes bien connues de l'inflammation et de diverses maladies inflammatoires. La capacité d'une substance à inhiber la dénaturation des protéines représente donc un potentiel évident d'activité anti-inflammatoire. (**Habibur et al., 2015; Osman et al., 2016**).

- **Réalisation de test**

Pour évaluer l'activité anti-inflammatoire des huiles essentielles de *Boswellia* sp, nous avons opté pour le test d'inhibition de la dénaturation thermique des protéines décrite par **Habibur et al. (2015) ; Fetni et Bertella, (2020)** avec quelques modifications.

Une solution de 5ml, composée de 0,2ml d'albumine d'œuf, 2.8ml de solution saline de tampon phosphate (PBS, pH 6.4) et 2ml d'huile essentielle avec des concentrations de 10, 40,60 µl/ml préparées préalablement. Le diclofénac a été utilisé comme un médicament de référence avec des concentrations de 50, 100, 150 µl/ml. Un volume double d'eau distillée a servi comme contrôle négatif. Les mélanges sont incubés à 37±2°C pendant 15 min puis chauffé à 70°C pendant 5 min. Après refroidissement, les absorbances sont mesurées à 660 nm (Figure 3).

- **Calcul de pourcentage d'inhibition**

Le pourcentage d'inhibition (%) de la dénaturation des protéines a été calculé avec la formule suivante :

$$\text{PI \%} = [(A0 - A) / A0] \times 100$$

- **PI** : Pourcentage d'inhibition exprimé en %.
- **A0** : Absorbance de la solution du DPPH sans échantillon (contrôle négatif).
- **A** : Absorbance de la solution du DPPH en présence de l'échantillon.

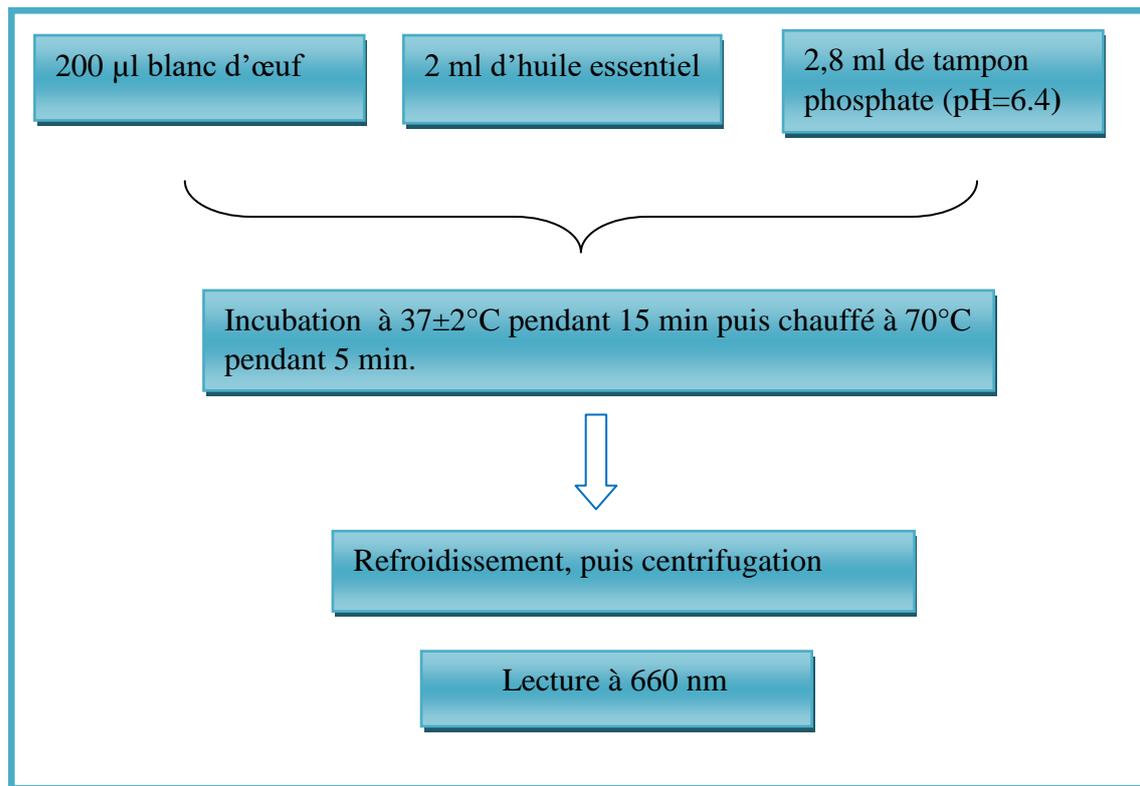


Figure 03 : Protocole d'inhibition de la dénaturation de l'ovalbumine

I.2.3.3. Activité antibactérienne *in-vitro*

- **Préparation de la culture bactérienne**

On dissout 20 g de gélose nutritive dans 1000 ml d'eau pour déminéraliser, chauffer le mélange sur une plaque chauffante puis autoclavé pendant 15 minutes à une température de 121°C. Le mélange a été laissé refroidir puis versé sur des boîtes de Pétri. Après solidification de la gélose nutritive, un isolat pur des bactéries *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* a été cultivé sur des plaques de gélose séparées dans un incubateur à 37°C pendant 24 heures (Shehu et al., 2018).

- **Préparation du milieu Mueller-Hinton Agar**

La gélose Mueller Hinton a été préparé en en dissolvant 38 g dans 1000 ml d'eau distillée ; le mélange a été chauffé et autoclavé à 121°C pendant 15 minutes. Il a ensuite été refroidi et versé dans des boîtes de Pétri (Shehu et al., 2018).

- **Stérilisation du matériel**

Tout le matériel utilisé à savoir de l'eau distillée, les tubes à essai, le milieu de culture et les est stérilisé dans un autoclave à 121 °C pendant 15 min.

I.2.3.3.1. Méthode de diffusion des puits en milieu Müller-Hinton Agar

La méthode de diffusion des puits utilisée pour la détermination de l'activité antibactérienne des huiles essentielles et celle décrite par **Gulluce et al. (2007)**.

- **Principe**

Des puits, d'environ 6mm, sont creusé sur de la gélose préalablement ensemencé par la bactérie recherchée (Figure 04) dans lequel sera coulée une quantité d'huile essentielle. Après incubation, des zones d'inhibition de la croissance bactérienne sont observées et mesurées (**Gulluce et al., 2007**).

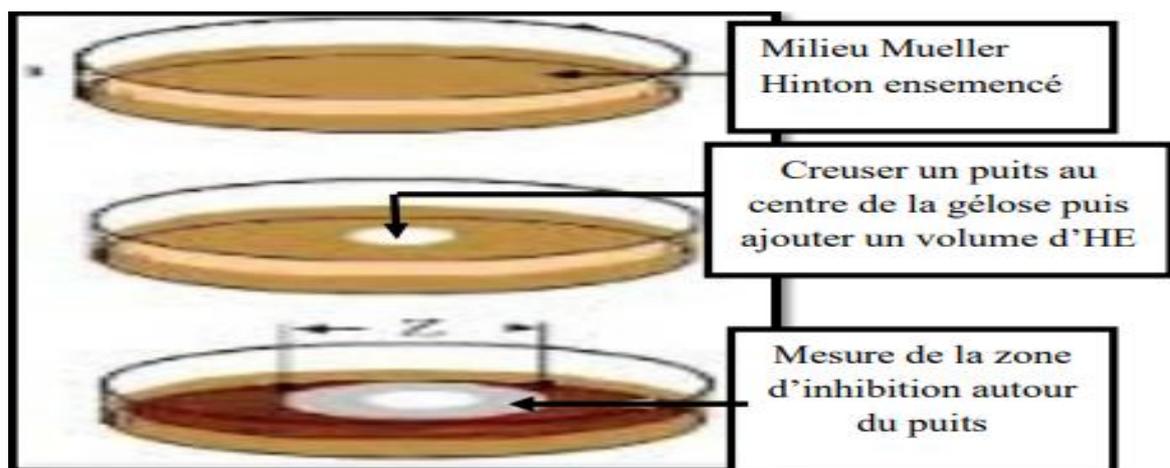


Figure 04 : Principe de la méthode de diffusion en puits (**Maroua, 2019**).

- **Mode opératoire**
 - ✓ **Suspension bactérienne**

A partir d'une culture bactérienne jeune (18h), une suspension de chaque bactérie est préparée dans 5 ml de l'eau physiologique stérile, puis l'absorbance est ajustée à une valeur de 0,08-0.1 correspondant à une charge de 10^6 UFC/ml, à la longueur d'onde $\lambda = 625$ nm (**Bakhouch, 2018**).

- ✓ **Ensemencement**

Après solidification de la gélose Muller Hinton la suspension bactérienne est ensemencée en utilisant des écouvillons.

✓ **Dépôts de l'huile essentielle dans les puits**

A l'aide d'une pipette Pasteur stérilisée des puits de 6 mm de diamètre ont été réalisés dans la gélose. Un volume de 30µl de l'huile essentielle à différentes concentrations de 50%, 25%, 12.5%, 6.25% sont transférés dans les puits. Pour permettre la diffusion d'huile. Les boîtes sont incubées à 37 °C/24 h (Figure5).

✓ **Expression des résultats**

La lecture des résultats de la méthode des puits se fait par mesure des diamètres d'inhibitions autour du puits en millimètre en tant que moyenne ± écart type (Chaque essai est répété en double)

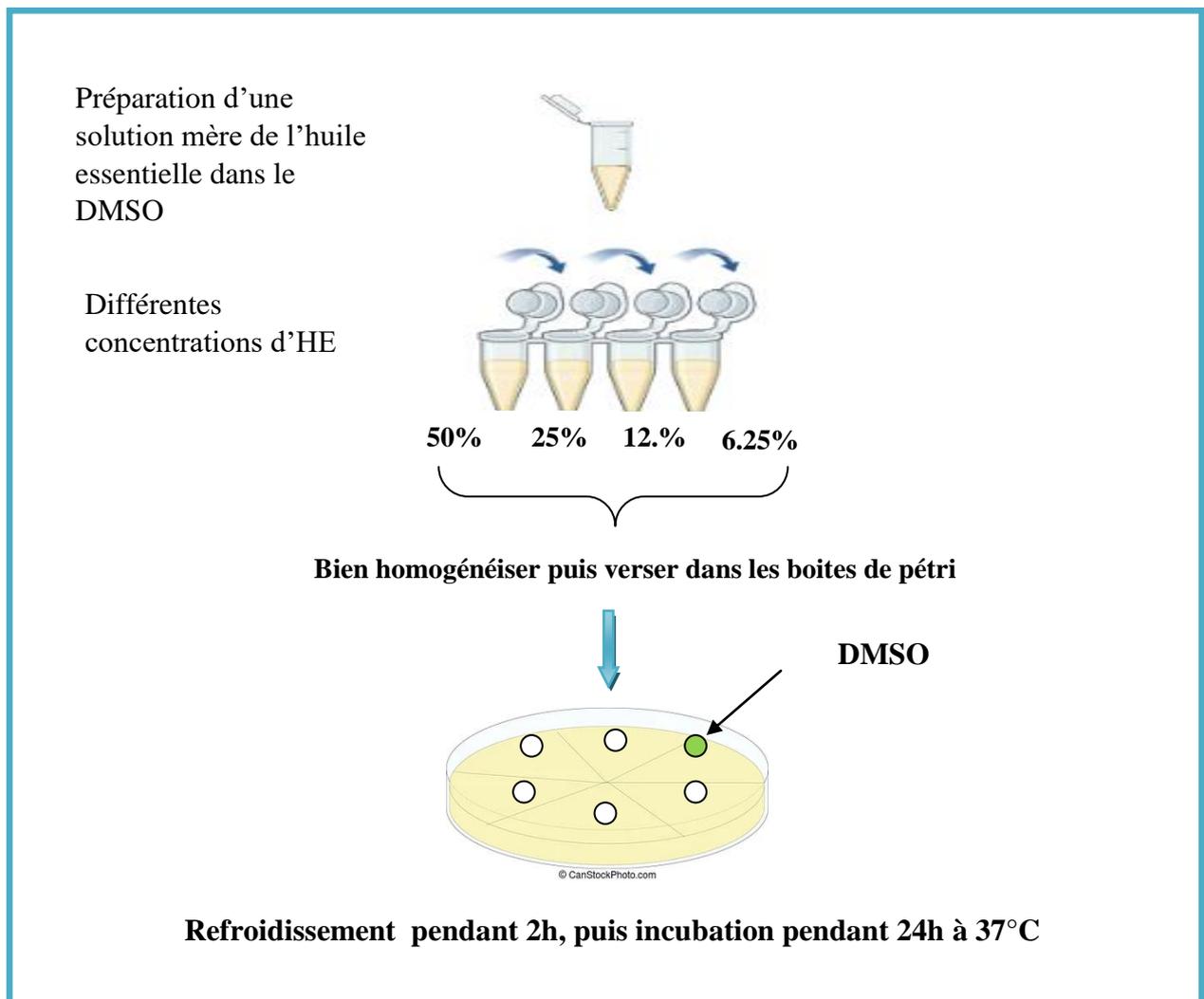


Figure 05 : Protocole de la méthode de diffusion en puits sur milieu Müller-Hinton Agar.

Chapitre II

Résultats et discussion

II. Résultats et discussion

II.1. Rendement d'extraction

L'hydrodistillation de la gomme résine de *Boswellia sp* a fournit un rendement en huile essentielle de l'ordre de 0.55%, ce rendement peut être considéré faible comparativement à ce qui a été obtenue par **Yadav. (2018)** ; **Amri et al. (2019)**, qui ont trouvé un rendement d'ordre de 2,8%, 2,7% respectivement. Il convient de noter aussi que l'ensemble de ces huiles essentielles ont été obtenues par hydrodistillation dans un Clevenger pendant 3-4 heures d'extraction.

Selon **Bakkali et al. (2008)**, le produit d'extraction peut présenter des variations de qualité, de quantité et de composition. Ces différences sont dues à plusieurs facteurs : la technique d'obtention, les facteurs environnementaux (la température et l'humidité), l'espèce végétale elle-même, l'organe végétal, la période et le lieu géographique de cueillette, le stade de la croissance et les conditions de culture de la plante, et aussi le mode d'extraction.

II.2. Caractéristiques organoleptiques

Notre huile est liquide, d'un aspect limpide et d'une couleur jaune claire très caractéristique. Elle dégage une forte odeur ressemblant à l'odeur du cinéol et le camphre (**Tableau II**).

Tableau II : Caractéristique organoleptique d' huile essentielle de la gomme résine de *Boswellia sp*.

| Aspect | Consistance | Couleur | Odeur |
|---------|-------------|--------------|------------------------------------|
| Limpide | Liquide | jaune claire | rappelant le cinéol et le camphre. |

II.3. Caractéristiques physiques

- ✓ L'huile soluble dans les solvants organiques, et très peu soluble dans l'eau.
- ✓ Liquide à température ambiante.
- ✓ Volatile
- ✓ Leur densité inférieur à celle de l'eau.

II. 4. Activité antioxydante- *in vitro*

II.4.1. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényle-1 picrylhydrazyl)

La méthode de piégeage du radical libre DPPH a été retenue pour évaluer l'activité antioxydante de notre huile essentielle, car elle est reconnue comme étant simple, rapide et efficace avec une grande stabilité du radical (Bozin *et al.*, 2008).

Ce radical se caractérise par son adaptation à une variété d'échantillons, il est donc suffisamment sensible pour détecter de faibles concentrations de molécules bioactives (Katalinic *et al.*, 2006).

Les valeurs obtenues ont permis de tracer une courbe représentant le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration d'HE de *Boswellia sp* (Annexe)

L'ensemble des résultats de l'activité antioxydante de l'HE ainsi que le standard utilisé est exprimée en IC₅₀ dans le **Tableau III**.

Tableau III: Valeurs d'IC₅₀ de l'activité anti-radicalaire d'HE et de l'acide ascorbique.

| Extrait | IC ₅₀ |
|-------------------|----------------------|
| Huile essentielle | 340,425 mg/ml ±2,542 |
| Acide ascorbique | 0,684µg/ml ± 0,22 |

Les résultats obtenus montrent que la capacité antioxydante de l'huile essentielle étudiée reste inférieure avec un IC₅₀ d'ordre de 340,425 mg/ml ±2,542 en comparaison avec celle de l'antioxydant de référence, la vitamine C, qui a montré une très puissante activité avec un IC₅₀ d'ordre de 0,684 µg/ml ±0,22.

De plus, nos résultats ont montré que HE possède un faible effet scavenger du radical DPPH en comparaison avec celui mentionné par Hussain *et al.* (2016) pour *Boswellia socotrana*, *Boswellia ameero* et *Boswellia elongata* qui ont rapporté des valeurs d'IC₅₀ d'ordre de 121.4, 211.2, 175.2 µg/ml respectivement.

En effet, plusieurs facteurs peuvent affecter le potentiel antioxydant et la cinétique de la réduction, en particulier les conditions de la réaction (durée, rapport antioxydant/DPPH, type de solvants, pH) (Popovici *et al.*, 2010).

Selon **Beghelli et al. (2017)**, il faut convenir de prêter attention à la qualité des extraits des échantillons commerciaux.

De plus la faible activité antioxydante de cette huile essentielle peut être due à l'absence de composés phénoliques à savoir thymol et carvacrole et les flavonoïdes. (**Hussain et al., 2016**).

II.5. Activité anti-inflammatoire *in vitro*

II.5.1. Effet sur la dénaturation protéique

Nous avons opté pour le modèle anti-dénaturation de l'Albumine d'œuf, afin d'évaluer l'effet anti-inflammatoire *in-vitro* de notre huile essentielle de la gomme-résine de *Boswellia*. La variation du pourcentage de protection vis-à-vis de la dénaturation thermique de l'ovalbumine en fonction des différentes concentrations d'HE a permis de tracer une courbe de pourcentage d'inhibition. (**Annexe**)

L'ensemble des résultats de l'activité anti-inflammatoire de l'HE ainsi que le standard (diclofénac) utilisé est exprimée en IC_{50} (**Tableau IV**).

Tableau IV: Valeurs d' IC_{50} de l'activité anti-inflammatoire d'HE et de diclofénac.

| Extrait | IC_{50} |
|-------------------|------------------------------|
| Huile essentielle | 70 mg/ml \pm 0.34 |
| Diclofénac | 0.345 μ g/ml \pm 0.123 |

L'analyse de nos résultats indique que l'effet anti-inflammatoire de l'huile est considérée inférieure (IC_{50} d'ordre de 70 mg/ml) en comparaison avec celui obtenu par le standard utilisé qui est le diclofénac dont l' IC_{50} est d'ordre de 0,345 μ g/ml.

De plus, les résultats obtenus ont montré une bonne activité anti-inflammatoire en comparaison avec d'autres études réalisées par **Araba et Ghuila, (2022)** pour l'extrait aqueux de la gomme-résine de *Boswellia sacra*. Une bonne activité anti-inflammatoire de la gomme-résine pourrait être justifiée par l'existence des acides boswelliques, ces molécules bioactives se caractérisent comme possédant un potentiel anti-inflammatoire très efficace (**Machenaud, 2017**).

II.6. Activité antibactérienne *in vitro*

II.6.1. Méthode de diffusion en puits sur milieu de Müller-Hinton Agar

Les diamètres des zones d'inhibitions de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Boswellia sp* vis-à-vis la souche bactérienne *E. coli* obtenus par la méthode de diffusion en puits sont exprimés dans le **Tableau V**.

Les données ont été exprimées sous forme de moyenne \pm écart type.

Selon **Elaissi et al. (2011)**, la largeur du diamètre de la zone d'inhibition peut exprimer comme suit :

- Non sensible (-) : pour un diamètre égal à 8 mm ou moins.
- Sensible (+) : pour un diamètre compris entre 8 et 14 mm.
- Très sensible (++) : pour diamètre 14 et 20 mm.
- Extrêmement sensible (+++) : pour diamètre égal ou supérieur à 20 mm.

Tableau V : Diamètres des zones d'inhibitions de l'HE vis-à-vis la souche *Escherichia coli* par la méthode de diffusion en puits.

| | <i>Escherichia coli</i> | |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Zone d'inhibition (mm) | Sensibilité bactérienne |
| DMSO (contrôle négatif) | 0.0 \pm 0.0 | |
| 50% | 9 \pm 0,81 | + |
| 25% | 14,66 \pm 5,43 | ++ |
| 12.5% | 11,5 \pm 4,020 | + |
| 6.25% | 9,16 \pm 2,46 | + |

Les résultats illustrés dans le **Tableau V** indiquent que la souche *Escherichia coli* a montré une sensibilité importante pour l'HE testée avec les concentrations de 50%, 25%, 12.5% et 6.25% dont les zones d'inhibitions varient entre 9 \pm 0,81 ; 14,66 \pm 5,43 ; 11,5 \pm 4,020 ; 9,16 \pm 2,46 respectivement.

La **Photo 03** montre clairement l'effet de huile essentielle de la gomme résine de *Boswellia* sur la souche bactérienne *Escherichia coli* surtout pour les dose de 25% et 12.5%.

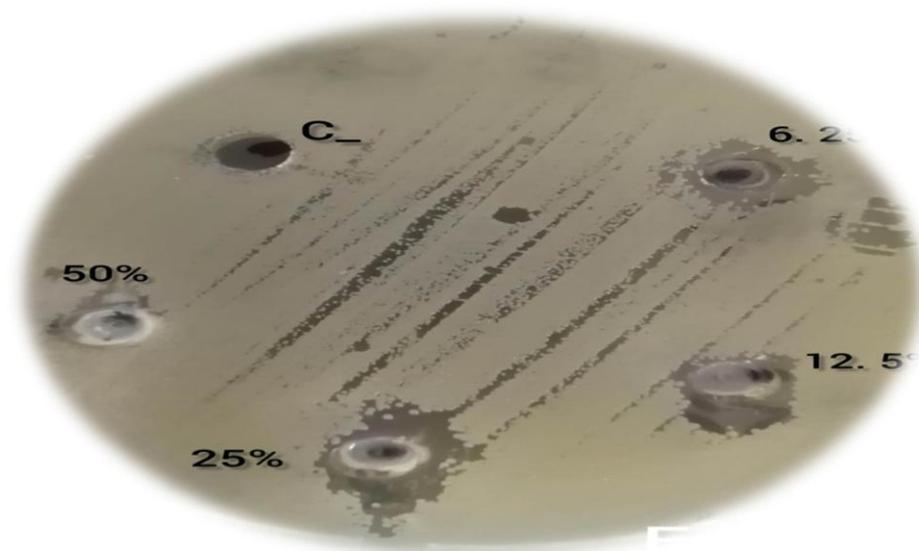


Photo 03 : Effet de l'huile essentielle de la gomme résine de *Boswellia* sur la souche bactérienne *Escherichia coli*.

Le **Tableau VI** indique les diamètres de zones d'inhibition pour la souche bactérienne *Staphylococcus aureus*.

Tableau VI : Diamètres des zones d'inhibitions de l'HE vis-à-vis la souche *Staphylococcus Aureus* par la méthode de diffusion en puits.

| <i>Staphylococcus aureus</i> | | |
|--------------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Zone d'inhibition (mm) | Sensibilité bactérienne |
| DMSO (contrôle négatif) | 0.0± 0.0 | |
| 50% | 10,25 ± 1,06 | + |
| 25 % | 10 ± 1,41 | + |
| 12.5% | 8,25 ± 0,35 | + |
| 6.25 % | 8,75 ± 0,35 | + |

Les diamètres des zones d'inhibitions obtenues varient entre; $10 \pm 1,41$ mm à $10,25 \pm 1,06$ mm pour les doses les plus élevées de 50 % et 25% et 8,25 mm à 8,75 mm pour les deux les plus faibles de 12.5% et 6.25 %.

La **Photo 04** montre clairement l'effet de l'huile essentielle de la gomme résine de *Boswellia* sur la souche bactérienne *Escherichia coli* surtout pour les doses de 25% et 12.5%.

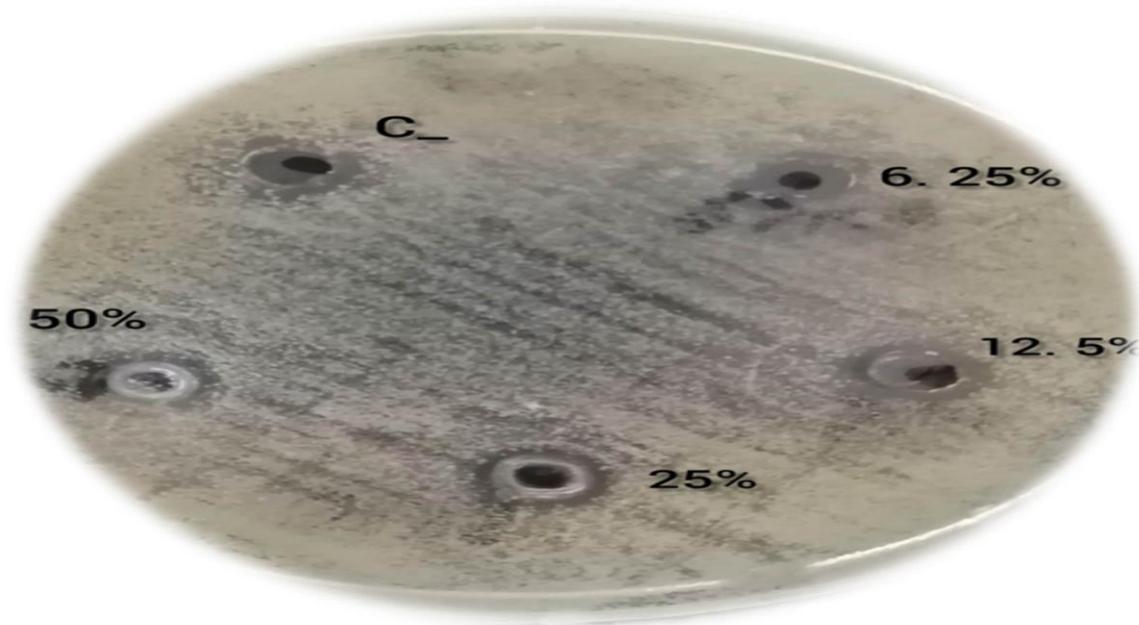


Photo 04 : Effet de l'huile essentielle de la gomme résine de *Boswellia* sur la souche bactérienne *Staphylococcus aureus*.

D'après les valeurs enregistrées dans le tableau ci-dessus, on peut conclure que la souche *Staphylococcus aureus* a révélé une sensibilité importante pour l'huile essentielle testée.

Nos résultats sont en accord avec ceux réalisés par **Shareef. (2011)** ; **Hussain et al. (2016)** pour l'huile essentielle de gomme résine de *Boswellia* qui ont trouvé une activité antibactérienne modérée vis-à-vis *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* avec une sensibilité remarquable au pouvoir antibactérien.

En outre, il a été suggéré par **Hussain et al. (2016)**, que le potentiel antibactérien de genre de *Boswellia* peut être dû à la présence du pourcentage relativement plus élevé des monoterpènes oxygénés tels que α -fenchol, borneol, camphre et terpinen-4-ol.

Conclusion

Conclusion

L'utilisation de la médecine traditionnelle pour la résolution de problèmes de santé n'est pas une idée nouvelle, le règne végétal est rempli d'espèces et de types de plantes qui ont été utilisés depuis des temps immémoriaux pour guérir les gens à travers différentes civilisations à travers l'histoire.

L'huile essentielle de la gomme résine de *Boswellia sp* a été considérée comme un trésor grâce à ses applications aromatiques et médicinales.

L'objectif principal de la présente recherche a consisté à l'évaluation *in-vitro* de l'activité antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne de l'huile essentielle extraite de cette gomme-résine.

Dans le présent travail, l'extraction de l'huile essentielle d'oliban a été effectuée par la méthode d'hydrodistillation qui a permis d'obtenir un liquide aromatique volatil de couleur jaune pâle avec un rendement atteint 0.55%.

L'activité antioxydante d'huile essentielle a été étudiée par la méthode de piégeage de radicaux libres DPPH, a montré que l'HE de la gomme a une capacité anti-radicalaire faible par rapport à l'antioxydant de référence qui est l'acide ascorbique.

De plus, l'huile essentielle a révélé une inhibition efficace de l'ovalbumine au cours du test de l'inhibition de la dénaturation protéique pour l'activité anti-inflammatoire.

L'étude de pouvoir antibactérien de l'HE par la méthode de diffusion en puits, a démontré un bon pouvoir inhibiteur vis à vis des deux souches bactériennes testées Gram⁺ (*S. aureus*) et Gram⁻ (*E. coli*).

Le rendement et les activités biologiques d'huile essentielle de la gomme résine de *Boswellia sp* peuvent être influencés par les méthodes de stockage et les conditions de transport. Ces résultats restent préliminaires et requièrent d'autres études détaillées à différents niveaux de l'approche.

L'activité antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne doit être évaluée dans un autre système *in vivo*, dans le but de mieux identifier les interactions moléculaires de cette huile par rapport à leurs cibles. L'étude de l'efficacité de cette huile dans le domaine agricole afin de déterminer son utilité en tant que pesticide naturel. Il serait également important de

suivre cette étude par des travaux *in vivo* en étudiant la toxicité de l'huile essentielle de la gomme résine de *Boswellia* pour examiner leurs effets sur plusieurs paramètres tels que les organes, fonction cellulaire et les réactions allergiques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Abdallah , R., Frikha, D., Sassi, S. (2019). Evaluation in vitro l'activité antibactérienne et antifongique de quatre espèces algales marines in vitro evaluation of the antibacterial and antifungal activities of marines algae. *Journal de l'Information Médicale de Sfax*, 38.

Amri, A., Jesil, A., Salim, A., Saravanam, A. (2019). Extraction of essential oil from Frankincense using steam distillation. *Int. J. Trend Res. Dev*, 6 (3).

Araba Imen ., Ghouila, D. (2022). Etude phytochimique et activités biologiques de la gomme-résine de *Boswellia sacra*. Mémoire de master. Université de Bordj Bou Arreridj.

Ayub, M., Hanif, M., Sarfraz, R., Shahid, M. (2018). Biological activity of *Boswellia serrata* Roxb. Oleo gum resin essential oil: effects of extraction by supercritical carbon dioxide and traditional methods. *International Journal of Food Properties*, 21(1), 808-820.

Akar, Z., Küçük, M., Doğan, H.(2017). A new colorimetric DPPH• scavenging activity method with no need for a spectrophotometer applied on synthetic and natural antioxidants and medicinal herbs. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 32(1), 640-647.

B

Bakkali ,F., Averbek, S., Averbek, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.

Beghelli, D., Isani, G., Roncada, P., Andreani, G., Bistoni, O., Bertocchi, M., Lupidi, G., Alunno, A. (2017). Antioxidant and *Ex Vivo* Immune System Regulatory Properties of *Boswellia serrata* Extracts. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 74(6).

Borel, J. P., Monboisse, J., Bellon, G. (1988). Inflammation, collagène et radicaux libres oxygénés. *médecine/sciences*, 5(4) ,304-310.

Boualam K ., Kraïffi , F. (2021). Extraction et caractérisation de quelques huiles essentielles des plantes Utilisés dans la thérapie grippale (*Thymus lanceolatus*, *Eucalyptus globulus*).mémoire de master.Université de Biskra.

Bouhekrit, M. (2018). *Etude de la composition chimique et de l'activité biologique des huiles essentielles de deux apiaceae *Elaeoselinum asclepium* (L.) Bertol. Et *Margotia gummifera* (Desf.) Lange* .Doctoral dissertation.

Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Goran, A., Igić, R. (2008). Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food chemistry*, 111(4), 925-929.

C

CDC. Antibiotic Resistance Threats in the United States, (2019). Atlanta, GA: U. Department of Health and human services

D

Delfaut, B. (2018). *Boswellia serrata* Roxb. ex Colebr.: une plante ancienne aux propriétés nouvelles. Diplôme d' état de docteur en pharmacie. Université de Bordeaux .

Djeddi, S., Yannakopoulou, E., Papadopoulos, K.,Skaltsa, H. (2015). Activités anti-radicalaires de l'huile essentielle et des extraits bruts de *Thymus numidicus* Poiret., Algérie. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 11(2), 58-65.

Dieng, S., Fall, A., Diatta-Badji, K., Sarr, A., Sene, M., Sene, M., Bassene, E. (2017). Evaluation de l'activité antioxydante des extraits hydro-ethanoliques des feuilles et écorces de *Piliostigma thonningii* Schumach. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(2), 768-776.

Durand, D., Damon, M., Gobert, M. (2013). Le stress oxydant chez les animaux de rente: principes généraux. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 48(5), 218-224.

E

Ellaissi, A., Hadj, S., Mabrouk, S., Khouja M., Chemli, R.,Skhiri, F.(2011). Antibacterial activity and chemical composition of 20 Eucalyptus species essential oils. *Food chemistry*,1427-1434

Elyemni, M., Louaste, B., Nechad, I., Elkamli, T., Bouia, A., Taleb, M., Eloutassi, N. (2019). Extraction of essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. by two different methods: Hydrodistillation and microwave assisted hydrodistillation. *The Scientific World Journal*.

Esch, T., Stefano, G. (2002). Proinflammation: a common denominator or initiator of different pathophysiological disease processes. *Signature* , 8(5), 9.

F

Favier, A. (2003). Le stress oxydant. *L'actualité chimique*, 108(10), 863-832.

Fetni,S., Bertella, N. (2020). *In vitro* study of anti-inflammatory properties of methanolic extract fruits from *Rosa canina* L.(Rosaceae. Etude *in vitro* des propriétés anti-inflammatoires de l'extrait méthanolique des fruits de *Rosa canina* L.(Rosacées)]. *Société Algérienne de Nutrition*,09(02),117-125.

Fontanay, S., Mougenot, M., Duval , R. (2015). Évaluation des activités antibactériennes des huiles essentielles et/ou de leurs composants majoritaires. *Hegel*, 5(2), 109-118.

Fournet, A., Hocquemiller, R., Roblot, F., Cavé, A., Richomme, P., Bruneton, J. (1993). Les chimanines, nouvelles quinoléines substituées en 2, isolées d'une plante bolivienne antiparasitaire: *Galipea Longiflora*. *Journal of natural products*, 56(9), 1547-1552.

G

Gali, L., Bedjou, F. (2019). Antioxidant and anticholinesterase effects of the ethanol extract, ethanol extract fractions and total alkaloids from the cultivated *Ruta chalepensis*. *South African Journal of Botany*, 120, 163-169.

Gbogbo, K., Agban, A., Woegan, Y., Amana, E., Hoekou, P., Batawila, K., Akpagana, K. (2013). Evaluation de l'activité antimicrobienne de *Momordica charantia* (cucurbitaceae), *Psidium guajava* (myrtaceae) et *Pteleopsis suberosa* (combretaceae). *European scientific journal*, 9(36).

Gulluce, M., Sahin, F., Sokmen, M., Ozer, H., Daferera, D., Sokmen, A., Ozkan, H. (2007). Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* L. ssp. *longifolia*. *Food chemistry*, 103(4), 1449-1456.

H

Habibur, R., Chinna, E., Dutta, A. (2015). In-vitro anti-inflammatory and anti-arthritic activity of *Oryza sativa* Var. *Joha* Rice (An Aromatic Indigenous Rice of Assam). *American-Eurasian Journal Agric & Environ Sci*, 15 (1) . 115-121.

Hamma, S., Nouri, N., Fergani, I., Lekhal, A., Cheriet, S. (2015) Biologie des espèces réactifs et stress oxydant. *Journal algérien de la médecine*. 23(2). 48-53.

Haleng, J., Pincemail, J., Defraigne, J., Charlier, C., Chapelle, J. (2007). Le stress oxydant. *Revue médicale de Liège*, 62(10).

Hamidpour, R., Hamidpour, S., Hamidpour, M., Shahlari, M. (2013). Frankincense (*Boswellia* Species): From the selection of traditional applications to the novel phytotherapy for the prevention and treatment of serious diseases. *Journal of traditional and complementary medicine*, 3(4), 221-226.

Hussain, H., Al-Harrasi, A., Al-Rawahi, A., Hussain, J. (2013). Chemistry and biology of essential oils of genus *boswellia*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1-12.

Hussain, H., Al-Harrasi, A., Green, I. (2016). Frankincense (*Boswellia*) Oils. In *Essential Oils in Food Preservation*, *Flavor and Safety*, 431-440.

I

Iram, F., Khan, S., Husain, A. (2017). Phytochemistry and potential therapeutic actions of Boswellic acids: A mini-review. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 7(6), 513-523.

Ismaili, R., Houbairi, S., Sanâa, L., Khadija, M., Abdeslam, L. (2017). Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles des plantes aromatiques et médicinales marocaines. *European Scientific Journal*, 13(12), 323.

K

Koudou, P. (2009). Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines. Thèse de doctorat. Université d'Ouaghadougou.

L

Leitão, G., Leitão, S., Vilegas, W. (2002). Quick preparative separation of natural naphtha-opyanone with antioxidant activity by high-speed countercurrent chromatography. *Zeitschrift für Naturforschung*, 57(11), 1051-1055.

Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy reviews*, 4(8), 118.

M

Machenaud, J. (2017). Étude bibliographique et analytique des acides β -boswelliques et des guggulstérones, molécules constitutives des résines d'encens et de myrrhe, excipients d'un médicament à usage humain dans un nouveau contexte réglementaire. Sciences pharmaceutiques. Diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Bordeaux .

Marwa, B. (2019) Évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de certaines plantes de l'est algérien sur des souches résistantes aux antibiotiques. Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba.

Migdal, C., Serres, M. (2011). Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydant. *Médecine sciences*, 27(4), 405-412.

Milane, H. (2004). La quercétine et ses dérivés: molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres; études et applications thérapeutiques. (Doctoral dissertation), Strasbourg 1.

Miller, A. (2015) *Boswellia* sp. The IUCN Red List of Threatened Species.

N

Nea, F. (2021). Etude phytochimique et biologique de deux plantes médicinales de Côte d'Ivoire: *Lantana camara* et *Lantana rhodesiensis* (Verbenaceae). Thèse de doctorat. Université de Liège.

Niebler, J., Buettner, A. (2016). Frankincense revisited, part I: Comparative analysis of volatiles in commercially relevant *Boswellia* species. *Chemistry & Biodiversity*, 13(5), 613-629.

O

Osman, N., Sidik, N., Awal, A., Adam, N., Rezali, N. (2016). In vitro xanthine oxidase and albumin denaturation inhibition assay of *Barringtonia racemosa* L. and total phenolic content analysis for potential anti-inflammatory use in gouty arthritis. *Intercult Ethnopharmacol*, 5 (4), 343 – 349.

P

Pastre, J., Priyenko, N. (2007). Intérêt des anti-oxydants dans l'alimentation des carnivores domestiques. *Revue de médecine vétérinaire*, 1(4), 180-189.

Pham-Huy, L., He, H., Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International journal of biomedical science: IJBS*, 4(2), 89.

Popovici ,C., Saykova, I.,Tylkowski B., (2010) Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH, revue de génie industriel,(4), 1313-8871.

R

Rashan, L ., Hakkim, F., Idrees, M., Essa, M., Velusamy, T., Al-Baloshi, M., Hasson, S. (2019). Boswellia gum resin and essential oils: potential health benefits– an evidence based review. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 9(2),53-71.

S

Shareef, A. (2011). Evaluation of antibacterial activity of essential oils of Cinnamomum sp. and Boswellia sp. *Journal of Basrah Researches Sciences*, 37(5), 60-71.

Shehu, Z., Lamayi, D., Sabo, M., Shafiu, M. (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.

Smahia, R., Nasser, B., Khaled, S., Abdelkrim, C. (2016). Evaluation de l'activité anti-inflammatoire d'extraits aqueux de feuilles Limoniastrum feei (plumbaginacea). *Algérien journal arid environment* , 6(1),80-86.

T

Touhami, A. (2017). Etude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différents genres Thymus récoltées dans les régions de l'Est Algérien pendant les deux périodes de développement. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar ,Annaba.

Y

Yala, D., Merad, A., Mohamedi, D., Ouar, M. (2001). Classification et mode d'action des antibiotiques. *Médecine du Maghreb*, 91(1), 5-12.

Yougbaré-Ziébrou, M., Ouédraogo, N., Lompo, M., Bationo, H., Yaro, B., Gnoula, C., Guissou, I. (2016). Activités anti-inflammatoire, analgésique et antioxydante de l'extrait aqueux des tiges feuillées de Saba senegalensis Pichon (Apocynaceae). *Phytothérapie*, 14(4), 213-219.

Annexes

Annexe 01 : Préparation de la poudre



(1)

(2)

(3)

Figure 01 : Étapes de préparation de la poudre de la gomme résine de *Boswellia sp* : (1) échantillonnage, (2) séchage, (3) broyage (**Photo original**)

Annexe 02 : Les courbes

❖ Piégeage du radical DPPH

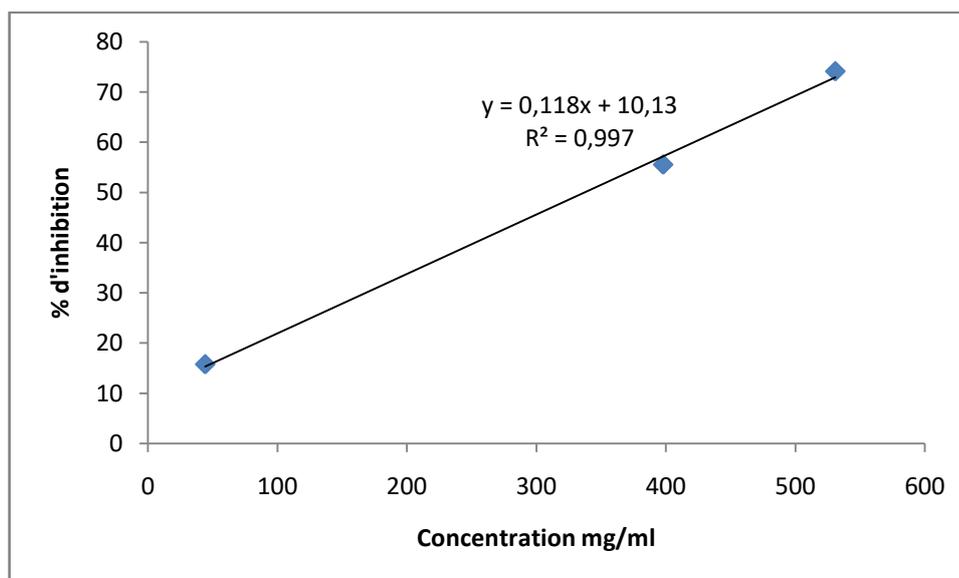


Figure 01 : Pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations de HS de la gomme résine *Boswellia sp*.

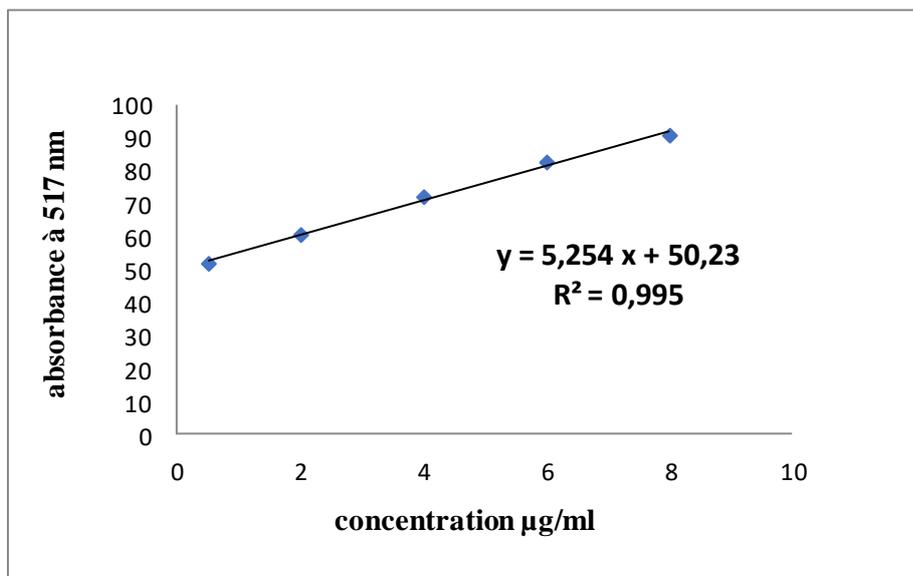


Figure02 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.

❖ **Inhibition de la dénaturation protéique**

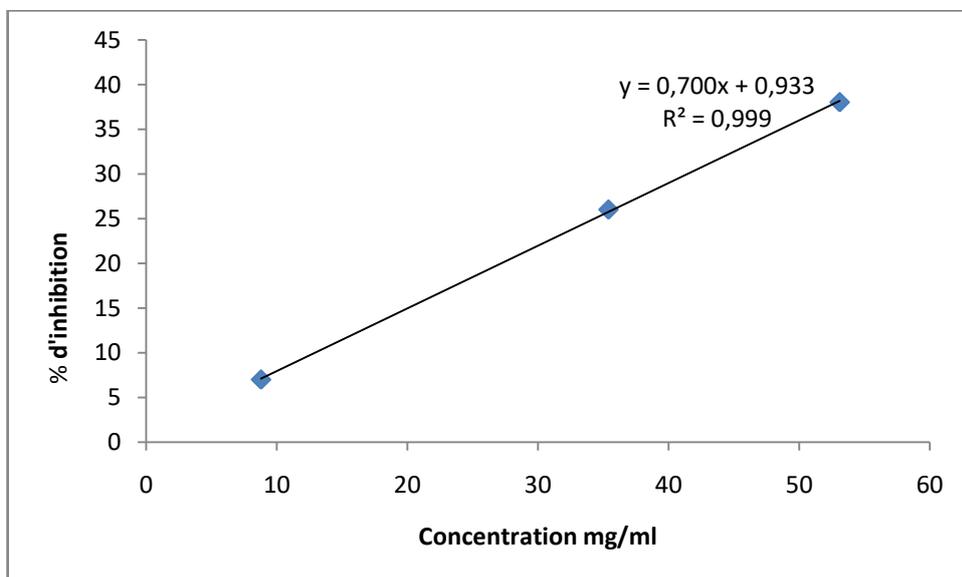


Figure 03 : Pourcentage d'inhibition de la dénaturation d'albumine en fonction de différentes concentrations de HS de la gomme-résine *Boswellia sp.*

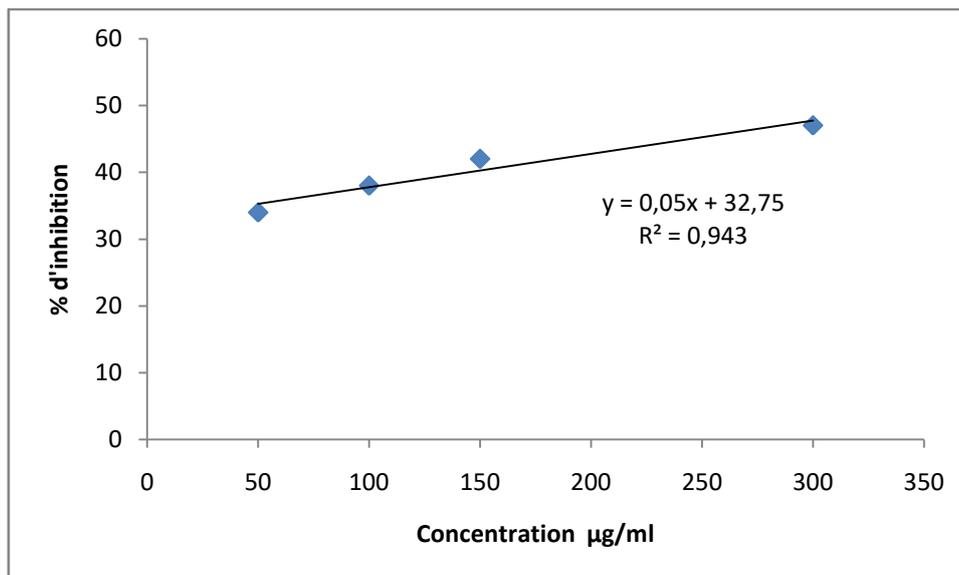


Figure 04 : Courbe d'étalonnage de diclofénac.

Annexe 03 : Tests réalisés

❖ Piégeage du radical DPPH.

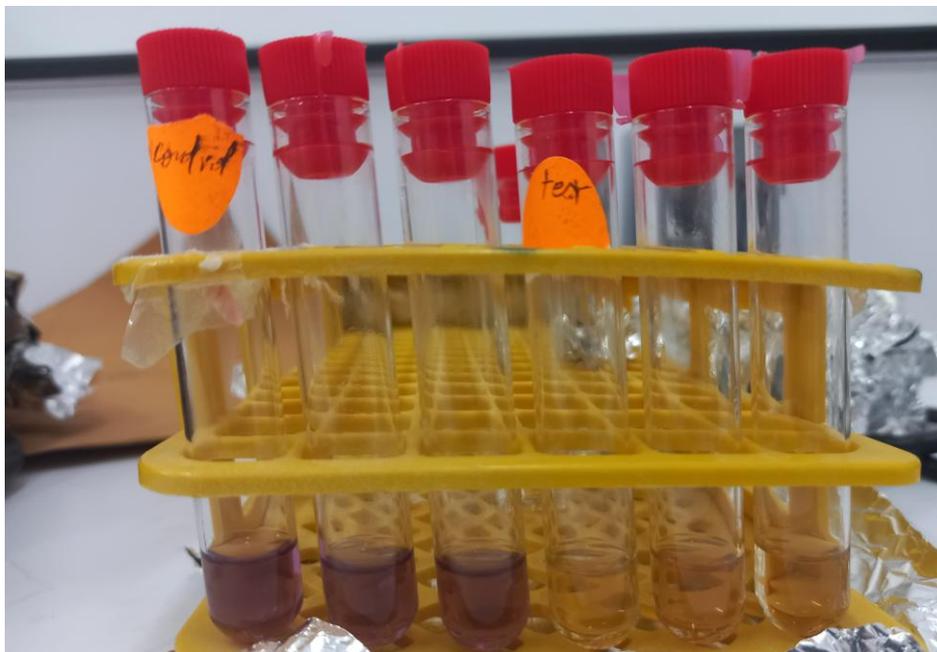


Photo 01 : Piégeage du radical DPPH (Photographie originale).

Résumé

La gomme résine de *Boswellia* connue sous le nom vernaculaire «Luban dhakar» contient environ 5 à 9 % d'huile essentielle, qui a été utilisée pendant des siècles en médecine traditionnelle pour soigner diverses maladies. Dans le cadre de la valorisation des gommages, nous avons entrepris un travail qui consiste à évaluer l'activité antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne d'huile essentielle de la gomme résine de *Boswellia sp*. L'huile essentielle a été extraite par hydrodistillation au moyen d'un dispositif de type Clevenger. L'étude de l'activité antioxydante a été évaluée *in vitro* par le test de scavenging de DPPH. L'activité anti-inflammatoire *in vitro* est réalisée par un test d'inhibition de la dénaturation des protéines. Afin de tester l'activité antibactérienne, la méthode de diffusion en puits a été choisie vis-à-vis deux souches bactériennes *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*. Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle de l'oliban a un pouvoir antioxydant considérable avec IC_{50} de 340,425 mg/ml \pm 2,542. Il protège significativement l'ovalbumine avec une valeur d' IC_{50} remarquable de 0,345mg/ml. Cependant, il montre une activité antibactérienne modérée. Nous pouvons conclure que l'huile essentielle de la gomme-résine de *Boswellia sp*, pourraient être exploitée comme un phytomédicament pour soulever le problème de stress oxydatif, l'inflammation et les infections causées par les bactéries.

Mots clés : Gomme-résine de *Boswellia sp* ; L'huile essentielle ; Activité antioxydante ; Activité anti-inflammatoire ; Activité antibactérienne ; *Escherichia coli* ; *Staphylococcus aureus*.

Abstract

Gum resin of *Boswellia* known under the vernacular name «Luban dhakar» contains 5-9% essential oil, has been used for centuries in traditional medicine to treat various diseases. As part of the valorization of this gum, we have undertaken work which consists of evaluating the antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial activity of the essential oil of the gum resin of *Boswellia sp*. Essential oil was extracted by hydrodistillation using a Clevenger-type device. The study of antioxidant activity was evaluated *in vitro* by a DPPH scavenging test. Anti-inflammatory activity is evaluated by a protein denaturation inhibition test. In order to test the antibacterial activity, the method of diffusion on the wells was chosen vis-à-vis two bacterial strains *Escherichia Coli*, *staphylococcus aureus*. The results obtained show that olibanum essential oil has considerable antioxidant power, with an IC_{50} of 340.425 mg/ml \pm 2.542. It significantly protects ovalbumin with a remarkable IC_{50} of 0.345 mg/ml. However, it has moderate antibacterial activity. We can conclude that the essential oil of the gum-resin of *Boswellia* could be exploited as a phytomedicine to raise the problem of oxidative stress, inflammation and infections caused by bacteria.

Key words: Gum resin of *Boswellia sp*; Essential oil; Antioxidant activity; Anti-inflammatory activity; Antibacterial activity; *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*.

ملخص

يحتوي راتنج *Boswellia* المعروف بالاسم العامي "Luban dhakar" على 5-9% من الزيت الأساسي والذي استعمل لعدة قرون في الطب التقليدي لعلاج أمراض مختلفة. كجزء من تنمية الراتنج، قمنا بعمل يتمثل في تقييم النشاط المضاد للأكسدة والمضاد للالتهابات والمضاد للبكتيريا للزيوت الأساسية لصمغ *Boswellia*. استخرج الزيت العطري بالتقطير المائي باستخدام جهاز من نوع Clevenger. دراسة النشاط المضاد للأكسدة تم باستخدام اختبار الحد من الجذور الحرة DPPH، النشاط المضاد للالتهابات تم باختبار تثبيط تفكك البروتين. من أجل اختبار النشاط المضاد للبكتيريا، طريقة الانتشار في الثقوب اختيرت ضد سلالتين من البكتيريا (*Staphylococcus aureus*) (*Escherichia Coli*). أظهرت النتائج أن الزيت العطري لديه فعالية لمضاد للأكسدة ب 340.425 IC₅₀ مساوي IC₅₀ مجم / مل 2.542. تحمي الزيوت الأساسية بشكل كبير زلال البيض بـ IC₅₀ ملحوظة 0.345 mg/ml. إلا أنه أظهر نشاطاً معتدلاً كمضاد للبكتيريا. في نهاية هذا العمل يمكننا أن نستنتج أن الزيت العطري الراتنج صمغ *Boswellia* يمكن استغلاله كأدوية نباتية للحد من الإجهاد التأكسدي والالتهابات خصوصاً التي تسببها البكتيريا.

الكلمات الرئيسية: راتنج الصمغ *Boswellia* ; زيت عطري ; نشاط مضاد للأكسدة ; نشاط مضاد للالتهابات ; نشاط مضاد للجراثيم ، *Escherichia coli* ; *Staphylococcus aureus*