

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun–Tiaret
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par :

M^{elle} BENELHADJDJELLOUL Fatima Zahraa

M^{elle} KHANEK Nafissa

Thème

**Effet antibactérien et antibiofilm de trois variétés
de miel Algérien**

Soutenu publiquement le 21/06/2023

Jury :

Président : Mm. BOURABAH Akila

Encadrant : Mr. MOUSSA Ahmed

Examineur : Mr. AKERMI Amar

Grade :

MCA Université Ibn Khaldoun–Tiaret

MCA Université Ibn Khaldoun–Tiaret

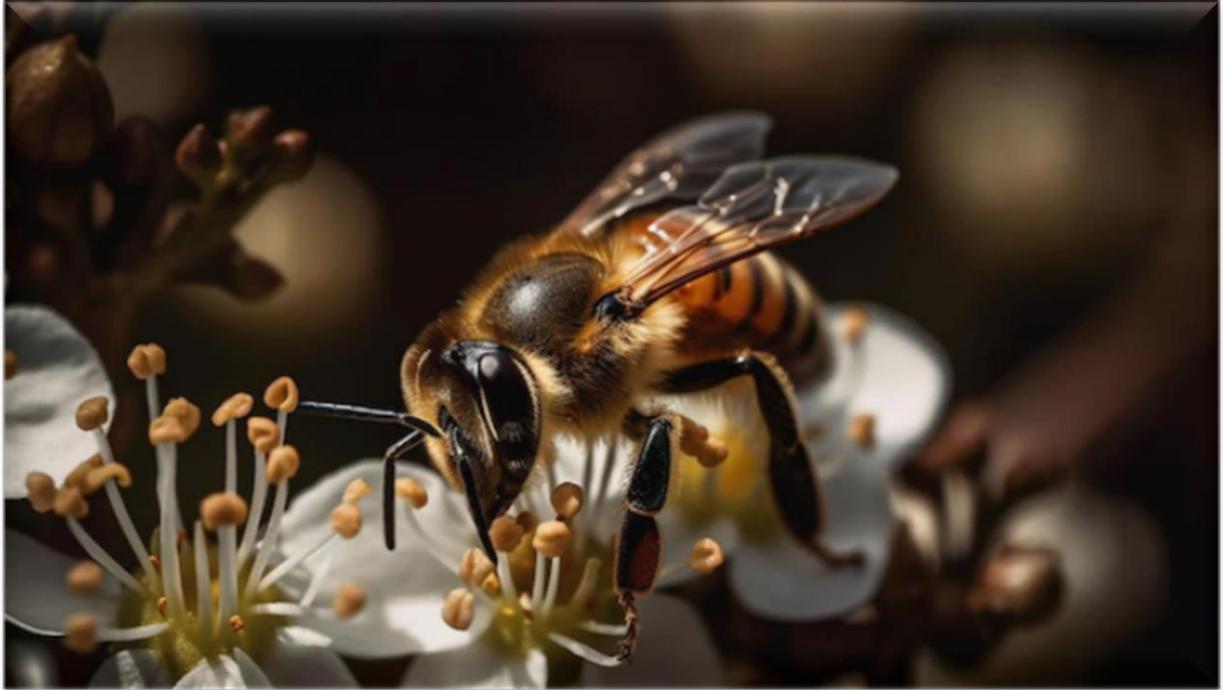
MAA Université Ibn Khaldoun–Tiaret

Année universitaire 2022-2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًّا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلَفٌ أَلْوَنُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾﴾

[النحل ٦٨-٦٩]



Remerciements

Avant tout, Nous tenons à remercier le Dieu tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté, la santé, l'amour du savoir et surtout la patience pour mener ce travail jusqu'à son bout.

Nos remerciements vont à :

*Notre promoteur et directeur de mémoire **Mr. Moussa Ahmed** qui a accepté de nous encadrer et de nous avoir soutenu, suivi et orienté tout au long de la réalisation de notre projet.*

***Mdm. Bourabah Akila** de nous avoir infiniment honorée en acceptant juger ce mémoire et d'assurer la présidence du jury en dépit de ses charges multiples.*

***Mr. Akermi Amar** pour avoir acceptés d'examiner ce mémoire.*

*Un merci particulier à notre chef d'option **Mr. Hocine Laaredj***

***Mr. Negadi Mohamed** Docteur et enseignant à l'université de Tiaret pour son inestimable aide et ses encouragements.*

Aux personnels du laboratoire de la faculté SNV en particulier, les ingénieurs du laboratoire qui nous a aidé à réaliser ce travail dans de bonnes conditions.

*Nos remerciements vont également à **nos chers parents** de tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour nous permettre de suivre nos études dans les meilleures conditions possibles et n'avoir jamais cessé de nous encourager tout au long de nos années d'études.*

Tous les enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Ibn Khaldoun de Tiaret, veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements pour la qualité de votre enseignement.

Enfin, À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace



Grâce à la volonté d'Allah ce travail a été accompli avec succès.

Je dédie ce modeste travail :

À mon grand-père paternel **Medjadded** que je n'ai jamais eu la chance de rencontrer en cette vie, mais les récits et les souvenirs me décrivent un homme admirable et inspirant.

Et à ma chère grande mère maternelle **Badra** qui nous a quittés. Que le souvenir de sa chaleur et de son amour m'accompagne tout au long de ma vie.

Que Dieu le tout-puissant leur fasse miséricorde et les habite dans ses vastes paradis.

À mon cher grand-père **Bakhadda**

Il est mon père et mon ami, et à travers sa sagesse, sa bienveillance et sa tendresse, il est une personne spéciale et inspirante pour moi., et il a joué un rôle majeur dans la construction de ma personnalité. C'est pourquoi je tiens à le remercier et à exprimer ma profonde gratitude pour tout ce qu'il a fait pour moi au fil des nombreuses années passées.

À ma grande mère **Fatma**

Sa présence était toujours accompagnée de ses prières et de son soutien pour moi.

À mes chers parents

Je n'oublierai jamais leurs efforts considérables pour mon éducation et mon orientation vers le succès. Je leur suis reconnaissante pour les valeurs qu'ils ont enracinées en moi.

À mon cher frère **Mohamed El Baker**

À ma tante **Houria**

À mes chers oncles **Fabris** et **Fouad**

À mes chères amies : **Wiam, Hadjer, Zoubida, Izdihar, Ahlem, Chaima** et **Fatima Zahraa**.

À ma très chère amie et ma binôme **Nafisa** et sa famille.

Fatima Zahraa

2023



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

Ce mémoire est dédié aux plus chères à mon cœur. A la meilleure de toutes les mères « Aïcha » Qui m'a soutenu, qui m'a aidé durant toute ma vie, pour son amour infini et sa bienveillance jour et nuit, tu as toujours su trouver les mots qui conviennent pour me remonter la morale dans les moments pénibles, grâce à toi j'ai pu surmonter toutes les difficultés.

A mon cher père « Hadj » qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études, je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me porter depuis mon enfance et j'espère votre bénédiction m'accompagne toujours.

A mon grand-père Djoudi ; que dieu le bénisse et ma grande mère qui nous a laissée tôt, que dieu le plus puissant l'ait en sa sainte miséricorde.

A mes tendres tantes Karima et Nacera et ma cousine Khouloud.

A ma binôme Fatima Zahraa.

A celle qui partage mes joies et mes peines ; ma meilleure amie Chaïma.

A toutes mes amies Linda, Khaldia, Bouchra, Ahlem, Nardjes qui me rendirent ma vie agréable et pleine de bons souvenirs.

A tous la promo de microbiologie appliqué 2022/2023.

Nafissa



Liste des symboles et abréviations

S	Miel de Sidr
E	Miel d'Euphorbe
D	Miel de Cresson
D.O	Densité optique
DAI	Diamètre de l'Auréole d'Inhibition
SA	La combinaison entre le miel de Sidr et l'amidon
DA	La combinaison entre le miel de Cresson et l'amidon
EA	La combinaison entre le miel d'Euphorbe et l'amidon
ORL	Oto-Rhino-Laryngologie
pH	Potentiel d'hydrogène
MH	Muller Hinton
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>P. aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
ERO	Espèce Réactif de l'Oxygène
ROS	Reactif Oxygène Species

Liste des figures

Figure 1: Régions de la récolte des échantillons de miel.	6
Figure 2: Protocole expérimental.....	8
Figure 3: Préparation des boîtes pétrie.....	9
Figure 4: la diffusion sur milieu solide avant l'incubation.	11
Figure 5: Application des disques des antibiotiques.	13
Figure 6: Résultats d'antibiotiques testés vis-à-vis <i>S. aureus</i>	16
Figure 7: Les résultats d'antibiotiques testés vis-à-vis <i>P. aeruginosa</i>	16
Figure 8: Effet de trois échantillons de miel sur <i>S. aureus</i>	17
Figure 9: Effet de trois échantillons de miel sur <i>P. aeruginosa</i>	18
Figure 10: Effet des échantillons de miel en combinaison avec l'amidon sur <i>S. aureus</i>	18
Figure 11: Effet des échantillons de miel en combinaison avec l'amidon sur <i>P. aeruginosa</i>	19
Figure 12: l'effet inhibiteur des miels sur les biofilms de <i>S. aureus</i>	20
Figure 13: l'effet inhibiteur des miels sur les biofilms de <i>P. aeruginosa</i>	20
Figure 14: l'effet inhibiteur de miel+ amidon sur les biofilms de <i>S. aureus</i>	21
Figure 15: l'effet inhibiteur de miel+ amidon sur les biofilms de <i>P. aeruginosa</i>	21

Liste des tableaux

Tableau 1: Présentation des échantillons de miel étudiés	5
Tableau 2: Matériel, solutions et milieux de cultures utilisés pour les activités antibactériennes et antibiofilm.	7
Tableau 3: Présentation des antibiotiques utilisés.	12
Tableau 4: Résultats d'antibiogramme pour <i>S. aureus</i>	15
Tableau 5: Résultats d'antibiogramme pour <i>P. aeruginosa</i>	15
Tableau 6: Effet inhibitrice de miels et miels + amidon sur les deux isolats.....	17
Tableau 7: l'effet inhibiteur des miels et la combinaison miel amidon sur les biofilms de <i>S. aureus</i> et <i>P. aeruginosa</i>	20

Listes des annexes

Annexe I : Composition moyenne de miel (**Clément H, 2014**).

Annexe II : Classification des bactéries étudiées *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Annexe III : Appareillage de laboratoire utilisé.

Annexe IV : Classification de l'abeille *Apis mellifera*

Annexe V : Composition de Muller-Hinton

<i>Liste des symboles et abréviations</i>	<i>ii</i>
<i>Liste des figures</i>	<i>ii</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>iii</i>
<i>Listes des annexes</i>	<i>iv</i>

Sommaire

<i>Introduction</i>	<i>1</i>
---------------------------	----------

Chapitre I : Matériel et méthodes

<i>1. Matériel</i>	<i>5</i>
1.1. Echantillonnage.....	<i>5</i>
1.2. Matériel de laboratoires et produits utilisés	<i>6</i>
<i>2. Méthodes</i>	<i>8</i>
2.1. Protocole expérimental	<i>8</i>
2.2. Évaluation des activités antibactérienne et antibiofilm	<i>9</i>
2.3.1. Evaluation de l'Activité antibactérienne des échantillons de miels.....	<i>10</i>
2.3.2. Evaluation de l'Activité antibiofilm des échantillons de miels.....	<i>10</i>
2.3.3. Antibiogramme.....	<i>12</i>

Chapitre II : Résultats et discussion

<i>II.1. Résultats</i>	<i>15</i>
1. Résultats de l'évaluation de l'activités antibactérienne et antibiofilm de miel	<i>15</i>
1.1. Résultats de l'antibiogramme	<i>15</i>
1.2. Résultats de l'activité antibactérienne	<i>16</i>
1.3. Résultats de l'activité antibiofilm	<i>19</i>
II 2.2. Discussion de résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne et antibiofilm de miel	<i>22</i>
II 2.2.1. Évaluation de l'activité antibactérienne de miel	<i>22</i>

II .2.2.2. Évaluation de l'Activité antibiofilm de miel.....	26
<i>Conclusion</i>	29

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction





Introduction

L'utilisation du miel est connue depuis l'antiquité et sans aucun doute, le miel est considéré comme l'un des plus anciennes denrées alimentaires connues par l'homme (LOUVEAU, 1973).

Le miel a une valeur religieuse importante, il est l'un des aliments bénéfiques pour notre santé qui est mentionné dans le saint coran (Surat « El-Nahl », verset 68-69) et la sunna que le Tout-Puissant nous a accordé. Il est considéré comme un remède pour de nombreux maux et comporte la guérison.

D'après Ibn Abbas, le Prophète (que la paix et les bénédictions de Dieu soient sur lui) a dit : « La guérison se trouve dans trois choses : l'incision de celui qui fait la hijama, une gorgée de miel ou une cautérisation par le feu et j'interdis à ma communauté la cautérisation. » (Rapporté par Boukhari dans son livre n°5681).

Le Prophète (que la paix et les bénédictions de Dieu soient sur lui) a dit : « Le miel est un remède pour toutes les maladies et le Coran est un remède pour l'esprit. Par conséquent, je vous recommande les deux remèdes, soit le Coran et le miel. » (Rapporte par l'imam Boukhari).

Les anciens pensaient que le miel est venu du ciel. Piline écrit : « le miel tombe des airs, il est la sueur du ciel, sorte de salive des astres, ou suc des airs qui se purifient » (Marchenay., 1984).

Le miel est utilisé aussi depuis le 20ème siècle pendant la première et la seconde guerre mondiale pour guérir les blessures des soldats et prévenir les infections et également été utilisé pour traiter des problèmes gastro-intestinaux, des ulcères et des douleurs chroniques. Cependant avec l'avènement de la médecine moderne et des antibiotiques en 1940, l'utilisation du miel a diminué (Ali et al., 2011).

Le traitement des infections causées par des agents pathogènes Gram positif et à Gram négatif est un problème courant en raison de l'émergence de souches bactériennes multi résistantes. Récemment, une grande variété des bactéries ont montré une résistance aux antibiotiques, notamment *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) et *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) (Ahmed et al., 2013).



Ces dernières années ont vu le développement d'une branche de la médecine alternative connue sous le nom d'apithérapie, qui propose l'utilisation du miel et d'autres produits apicoles pour traiter une variété de maux (**Manisha et Shyampada., 2011**).

Le miel est un liquide visqueux sucré et savoureux produit par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar des fleurs. Il a été utilisé depuis longtemps comme aliment et comme traitement des maladies (**Alvarez-Suarez et al., 2009**).

Le miel a une activité antibactérienne bien connue qui a été signalé pour la première fois en 1892. Et depuis lors on a observé que le miel avait un large spectre d'activité, inhibant à la fois les organismes Gram positif et Gram négatif (**Nolan et al., 2019**).

La composition du miel est dépendue de l'origine botanique des plantes butinés ou des miellats ingérés par les abeilles. Les glucides sont les principaux constituants et représentent à eux seuls environ 95% de la matière sèche du miel. Ce dernier contient également de nombreux autres composants : protéines, enzymes, acides aminés, vitamines, minéraux, polyphénols ... etc. (**Balas, 2015**).

Le miel a été largement utilisé dans la médecine traditionnelle en raison de ses propriétés curatives. Il a été utilisé pour traiter diverses lésions de la peau et des muqueuses, ainsi que pour aider à guérir des brûlures et des plaies post-opératoires. Le miel a également été utilisé pour traiter les troubles gastro-intestinaux tels que la diarrhée, et il a même démontré son efficacité dans le traitement de certains troubles cardiovasculaires, inflammatoires et néoplasiques. En outre, le miel a des propriétés apaisantes pour les maux de gorge et la toux (**Eteraf et Najafi., 2013**).

Le miel a un effet antibiotique sur les espèces qui ont la capacité de former des biofilms telles que les *S. aureus* et *P. aeruginosa* (**Yessad et Balhadi., 2016**).

Le miel est utilisé comme remède naturel pour traiter les infections cutanées et des plaies. Il a la capacité d'inhiber la formation de biofilms bactériens, qui sont des communautés de bactéries résistantes aux antibiotiques et aux défenses immunitaires (**Abbes et al., 2014**).

Les activités antibactériennes et antibiofilm de miel est dû à la présence des composés antibactériens tels que le méthylglyoxal et peroxyde d'hydrogène, ainsi que des flavonoïdes et des acides organiques qui ont une activité antibiofilm et d'autre composants, même sur sa capacité à interférer avec la communication cellulaires des bactéries à inhiber la synthèse de



l'ADN et perturber la matrice extracellulaire qui maintient les bactéries ensemble (**Jervis-Bardy et al., 2011**).

Les propriétés antimicrobiennes des miels sont connues depuis longtemps. En effet, ils ont la capacité de lutter contre les bactéries, les moisissures et les levures grâce à des propriétés uniques qui les rendent bactériostatiques et bactéricides (**Ahmed et al., 2011**). Plusieurs facteurs contribuent à cette activité antibactérienne, notamment la viscosité élevée du miel, qui est principalement dû à sa concentration élevée en sucre et à sa faible teneur en eau. Cette viscosité élevée permet de fournir une barrière protectrice qui prévient les infections. De plus, la légère acidité et la teneur en peroxyde d'hydrogène ont également des effets antimicrobiens évidents (**Nadjla, 2019**).

Le miel peut être appliqué directement sur la peau ou utilisé comme pansement. Il peut également être consommé tel quel.

La qualité du miel est variée en fonction de plusieurs facteurs tels que les conditions biologiques, climatiques et écologiques, ainsi que les méthodes d'extraction (**Bogdanov et al., 2004**).

Au cours de ces dernières années, l'apiculture en Algérie a connu une croissance importante. En effet, le taux de production national a notoirement augmenté. Durant cette période, la production de miel a presque doublé, atteignant 74420 quintaux par an, alors que la consommation par habitant ne dépasse pas 176 grammes par an (**Dagheb, 2020**). Les importations de miel proviennent de Chine, d'Inde et d'Arabie saoudite (150000 tonnes d'importation en 2011) (**Bourkache et Perret., 2014**).

Dans ce travail nous présentons une contribution à l'évaluation de l'effet antibactérien et antibiofilm du miel de Sidr, Cresson et d'Euphorbe.

Notre travail est divisé en deux parties ;

- La première est consacrée pour le matériel et les méthodes utilisés dans la partie expérimentale.
- La seconde partie expose les résultats, présentés et discutés ainsi qu'une conclusion.

Chapitre I: Matériel et Méthodes





Objectif de travail

Notre recherche est portée sur l'évaluation de l'activité antibactérienne et antibiofilm de trois variétés de miels algériens vis-à-vis deux souches à caractère pathogènes (*S. aureus* et *P.aeruginosa*).

Lieu de travail

Notre étude expérimentale a été réalisée au niveau du laboratoire de microbiologie de l'institut des sciences vétérinaire de l'université IBN-KHALDOUN, Tiaret.

1. Matériel

1.1.Echantillonnage

Notre travail est porté sur trois échantillons de miel, qui provenaient de la récolte 2022 dans la région du sud algérien (Tindouf et Laghouat), ils sont conservés dans des flacons en verre et stocké à une température ambiante (20 °C) à l'abri de la lumière.

Tableau 1: Présentation des échantillons de miel étudiés

Echantillons	Date de récolte	Région de récolte	Origine	Nom scientifique	Aspet	couleur	
E	2022	Laghouat	Euphorbe	<i>Euphorbia</i>	Cristallisé	Ambré foncée	
S	2022	Laghouat	Sidr	<i>Zizyphus Lotus</i>	Liquide	Jaune doré	
D	2022	Tindouf	Cresson	<i>Eruca Sativa</i>	Cristallisé	Ambré	

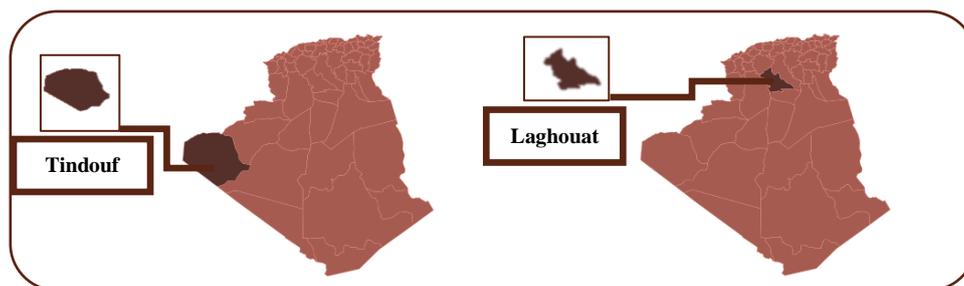


Figure 1: Régions de la récolte des échantillons de miel.

1.2. Matériel de laboratoires, les produits utilisés

➤ Présentation des bactéries étudiées

Nous avons obtenu deux isolats bactériens pour notre étude à partir du laboratoire de microbiologie de l'institut des Sciences Vétérinaires de la Wilaya de Tiaret. Ces bactéries ont été isolées à partir d'une jument souffrant de métrite (Maladie inflammatoire de l'utérus). Ces isolats ont été choisis en raison de leur fréquence élevée de contamination des aliments et de leur caractère pathogène. Nous avons donc entrepris d'évaluer la sensibilité de ces souches envers le miel récolté pour cette étude. Les isolats étudiés sont *S. aureus* à Gram positif et *P. aeruginosa* à Gram négatif.

- *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est l'un des agents qui provoque les maladies bactériennes le plus courant et le plus répandu (Gordon et al., 2021).

Staphylococcus aureus est l'espèce la plus pathogène du genre *Staphylococcus*, elle se représente sous forme d'une coque de diamètre de 5 - 1 µm, gram positive et catalase positive, non sporulée, immobile, aéro-anaérobie facultatif.

- *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa est un agent pathogène associé à un spectre large des infections aiguës et chroniques chez l'être humain et dévastatrices chez les personnes qui ont un système immunitaire faible (Thi et al., 2020).

Pseudomonas aeruginosa est une espèce de genre *Pseudomonas*, de forme bâtonnet renflé avec un flagelle polaire, de 2 – 4 µm de longueur, de Gram négative non fermentant, de catalase positive, oxydase positive, mobile, aérobie strict, asporulé.

➤ Le matériel et les produits utilisés sont résumés dans le tableau ci-dessous (**Tableau 02**)



Tableau 2: Matériel, solutions et milieux de cultures utilisés pour les activités antibactériennes et antibiofilm.

Appareillage	Matériel consommables et verreries	Solution et milieux
<ul style="list-style-type: none"> • Spectrophotomètre • Balance analytique • Etuve (Heraeus) • Bain marie • Micro-onde (WHIRLPOOL) • Bec bunsen • Autoclave 	<ul style="list-style-type: none"> • Boîtes de pétrie en plastique (90mm, 45 mm) • Ecouillons stériles • Tubes à essais en verre • Flacons en verre 80 ml • Seringues de 5 ml • Pipettes pasteur • Papier absorbant • Spatule • Pissette 	<ul style="list-style-type: none"> • Eau distillée • Muller-Hinton



2. Méthodes

2.1. Protocole expérimental

La figure ci-dessous récapitule la procédure expérimentale adoptée durant cette étude :

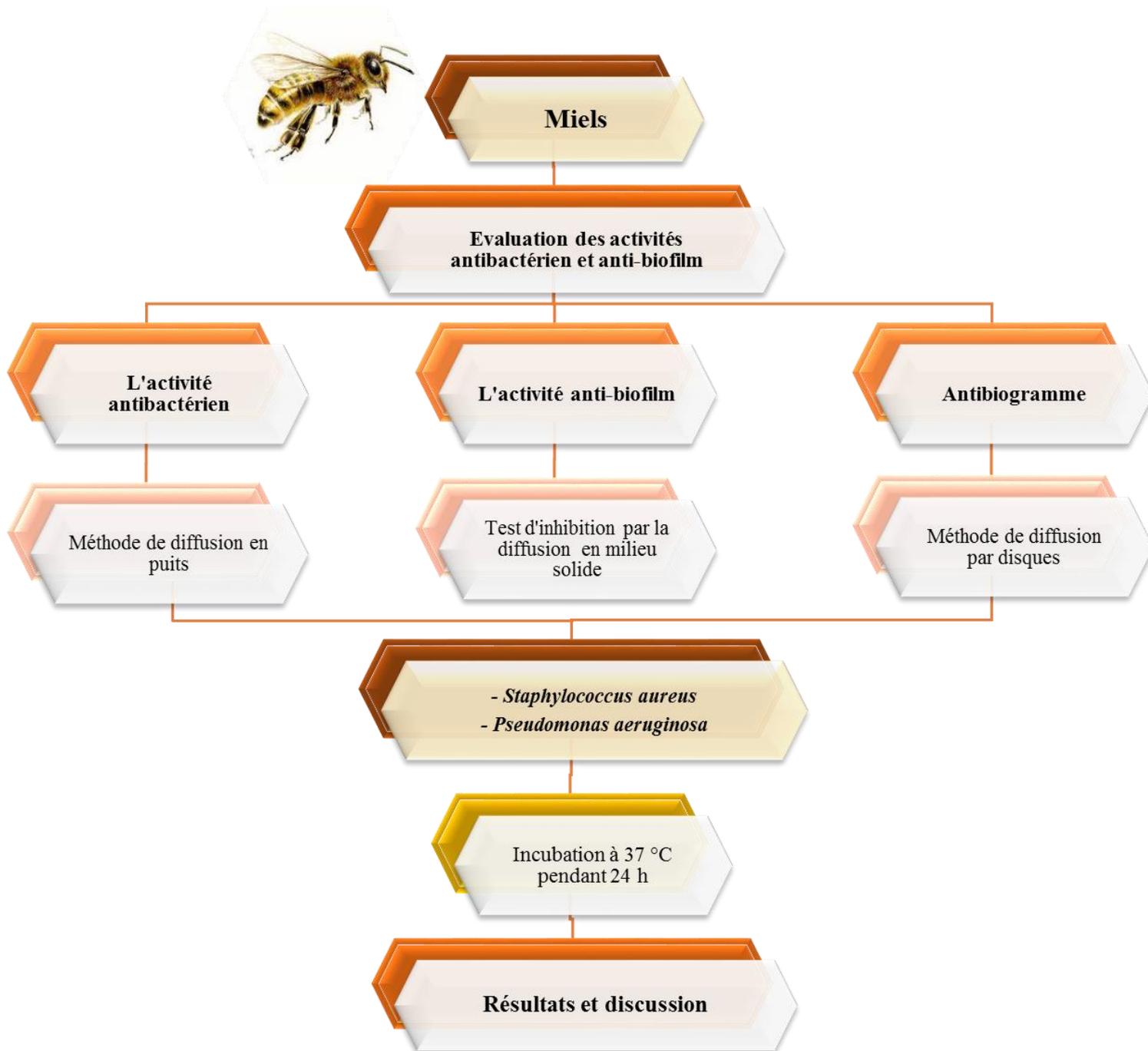


Figure 2: Protocole expérimental



2.2. Évaluation des activités antibactérienne et antibiofilm

➤ Repiquage de bactéries étudiées

Les isolats bactériens à tester ont été repiqués par la méthode des stries, puis incubés à l'étuve à 37 °C pendant 24 heures afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées. Les colonies isolées ont servi à préparer l'inoculum (Moroh *et al.*, 2008).

➤ Préparation des boîtes de pétrie

La gélose de Muller-Hinton (MH) est coulée et répartie dans des boîtes de pétri stériles de 45 mm et 4 boîtes de pétri de 90 mm de diamètre pour l'antibiogramme et sont séchées à une température ambiante.



Figure 3: Préparation des boîtes pétrie.

➤ Préparation de l'inoculum standard des isolats

A partir d'une culture jeune de 24 h sur milieu d'isolement MH. Prélever à l'aide d'une pipette pasteur quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques. Décharger la pipette dans 10 ml d'eau distillée stérile. L'inoculum doit être ajustés pour correspondre à la turbidité de l'échelle de 0,5Mc Farland et dilué avec l'eau distillée jusqu'à l'obtention d'un inoculum de 10^7 cellules/ ml (Ahmed *et al.*, 2016).

La suspension préparée doit idéalement être employés dans les 15min qui suivent sa préparation (Soussy *et al.*, 2010).



2.3.1. Evaluation de l'Activité antibactérienne

2.3.1.1. Méthode de diffusion en puits

➤ **Les extraits**

- Le miel (**S, D et E**)
- Mélange de miel + amidon (miel de Sidr + amidon (**SA**), miel de cresson + amidon (**DA**) et miel d'Euphorbe + amidon (**EA**)).
- L'évaluation de l'activité antibactérienne de nos miels a été réalisée par la méthode de diffusion en puits décrite par (**Osho et Bello, 2010**).

Après inoculation par écouvillonnage avec une suspension de 0,5Mc Farland, creusée des puits de 6mm de diamètres à l'aide de l'extrémité large d'une pipette pasteur flambées dans la flamme du bec bunsen, afin de produire un seul puit par boîte. Puis nous avons rempli les puits par les trois variétés de miels ; Certains puits sont remplis par le miel seul et d'autre par le mélange de l'amidon avec les trois variétés de miel. Les boîtes sont incubées en position plats à 37°C pendant 24h à l'étuve. L'action du miel se manifeste par la formation d'une auréole d'inhibition autour du puits.

2.3.1.2. Lecture

Le potentiel antibactérien des composés testés a été déterminé sur la base du diamètre moyen de la zone d'inhibition autour de puits en mm. Chaque test a été répété deux fois.

Merah et al, (2010) ont considérés que si le diamètre de la zone d'inhibition est :

- Inférieure à 10mm : Souche résistante.
- Egale à 10mm : Souche à sensibilité intermédiaire.
- Supérieure à 10mm : Souche sensible.

2.3.2. Evaluation de l'activité antibiofilm des échantillons de miels

2.3.2.1. Méthode d'inhibition dans un milieu gélosé

L'évaluation de l'activité antibiofilm est déterminée par la technique d'inhibition dans un milieu gélosé décrite par (**Ziad et Yahyaoui, 2020**).

Après que les boîtes de 45mm doivent être couler par la gélose MH, un ensemencement est réalisé avec les deux suspensions bactériennes standardisées à 0,5Mc Farland et d'une DO (0,08 – 0,13).



Laisser les boîtes sécher pendant 15min ; Déposer les deux fils de suture chaqu'un de ces fils est de longueur de 5cm dans ; l'un est stérile et l'autre et imbibée dans le miel. Dans un autre essai on a déposé un fil imbibé dans un mélange de miel et de l'amidon.

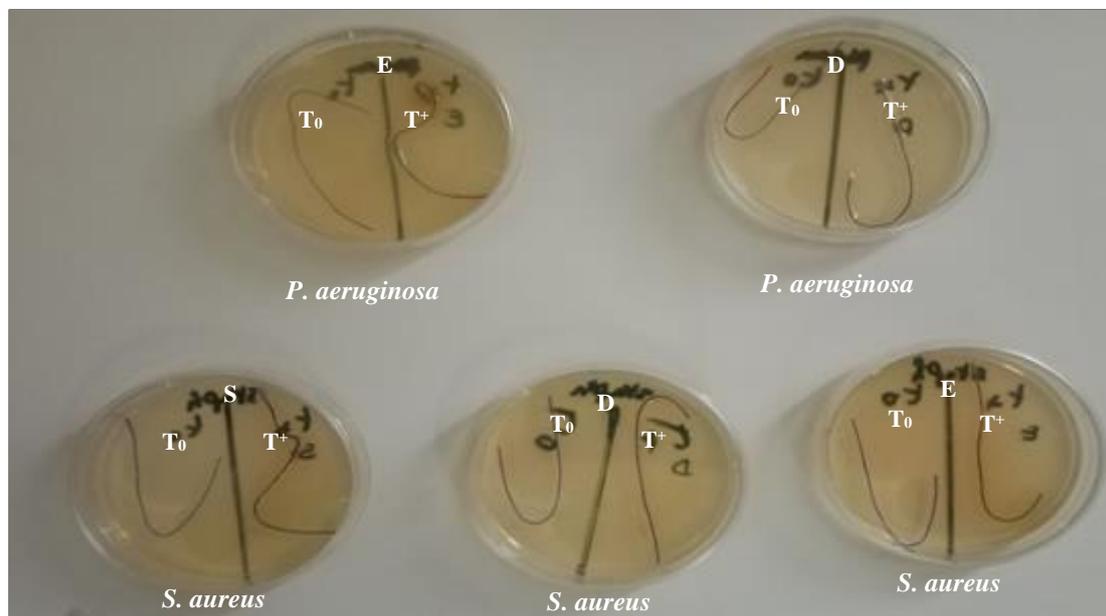


Figure 4: la diffusion sur milieu solide avant l'incubation.

T : Fil suture seulement

T+ : - Fil suture imprégné dans le miel

- Fil suture imprégné dans le miel + amidon

Les boîtes sont mises à incuber et placées d'une position plate dans un étuve réglée à 37°C pendant 24h.

2.3.2.2. Lecture

L'action de miel et du mélange de miel et amidon se manifeste par la formation d'une auréole d'inhibition autour du fils. L'activité antibiofilm a été déterminée en mesurant, à l'aide d'une règle graduée, le diamètre de la zone d'inhibition déterminée par le miel (**El-shaer et ghanem, 1966**).



2.3.3. Antibiogramme

L'antibiogramme est un outil de décision thérapeutique : C'est un test qui permet de mesurer la résistance bactérienne *in vitro*. Il permet de classer les bactéries en bactéries sensibles (S) ; intermédiaire (I) ; résistante (R) (Caron, 2012). La sensibilité aux antibiotiques est étudiée par la technique d'antibiogramme décrite par (Mostefa et al., 2010). L'antibiogramme a été évalué à l'aide de la méthode de diffusion par disques.

➤ Les antibiotiques utilisés

Tableau 3:Présentation des antibiotiques utilisés.

Les antibiotiques	Charge de disque	Abréviations
Novo Biochine	15 µg	MY
Spiromycine	100 µg	SP
Métronidazole	5 µg	MT
Chloramphénicol	30 µg	C
Tétracycline	30 µg	TE
Kanamycine	30 µg	K
Vancomycine	30 µg	VA
Gentamicine	10 µg	CN
Licomycin	30 µg	C 30
-	30 µg	CF

➤ Application des disques d'antibiotiques

Les micro-organismes sont ensemencés par la méthode de striées à partir d'une suspension d'une opacité de 0,5Mc Farland et de 10^8 cellules/ml sur le milieu MH gélosé dans des boîtes de pétries de 90mm. Déposer 5 disques d'antibiotiques par boîtes à l'aide d'une pince stérile à la surface de la gélose avec une légère pression sur chaque disque. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant une nuit. Le profil de sensibilité des bactéries aux antibiotiques est déterminé par la mesure des diamètres des zones d'inhibition autour des disques sur boîtes.

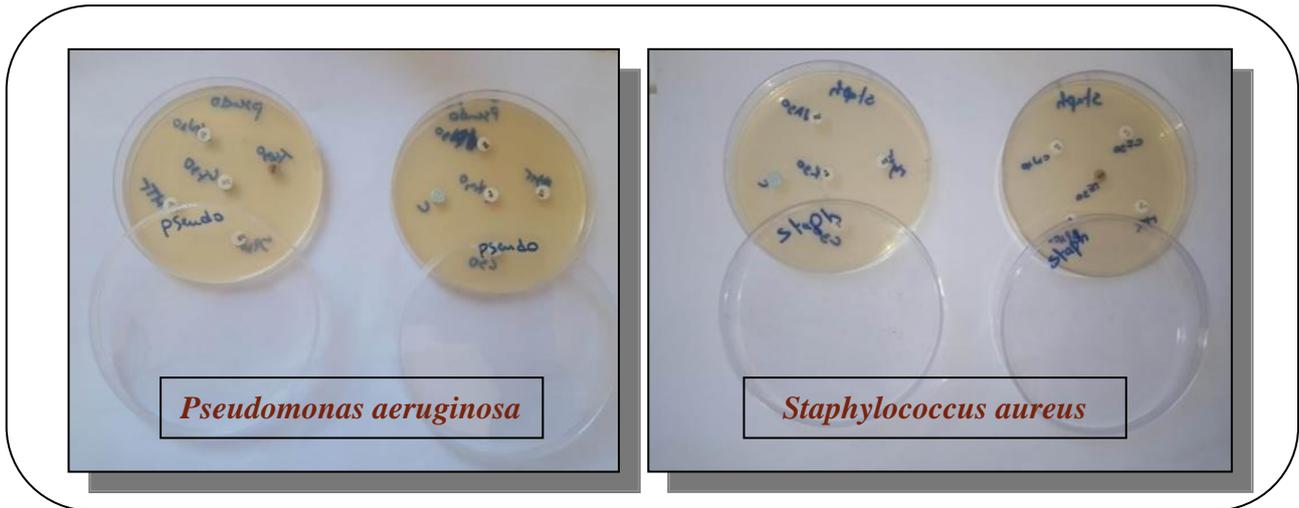


Figure 5: Application des disques des antibiotiques.

Chapitre II:

Résultats et discussion





II.1. Résultats

1. Résultats de l'évaluation de l'activités antibactérienne et antibiofilm de miel

1.1. Résultats de l'antibiogramme

Les antibiotiques sont des substances chimiques produites par des microorganismes, ayant la capacité de détruire ou d'inhiber la croissance de d'autres microorganismes (Moulai et al., 2022).

Les résultats de la résistance des isolats étudiés (*S. aureus* et *P. aeruginosa*) aux antibiotiques figurant dans les tableaux suivants :

Tableau 4: Résultats d'antibiogramme pour *S. aureus*.

Antibiotique	MY	SP	MT	C	TE	K	VA	CN	C ₃₀	CF
Diamètre (mm)	34	22	0	30	0	22	11	20	27	11
La sensibilité	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S

Tableau 5: Résultats d'antibiogramme pour *P. aeruginosa*.

Antibiotique	MY	SP	MT	C	TE	K	VA	CN	C ₃₀	CF
Diamètre (mm)	34	24	ND	27	ND	23	18	19	27	16
La sensibilité	S	S	R	S	R	S	S	S	S	S

Les résultats indiquent que *S. aureus* est sensible aux 80% d'antibiotiques (la Novo Biochine (34 mm), Chloramphénicol (30 mm), Licomycin (27 mm), Spiromycine et Kanamycine (22 mm), Gentamicine (20 mm), Vancomycine et CF (11 mm)), d'autre part la bactérie présente une résistance de 20 % aux antibiotiques (Métronidazole et Tétracycline).



Figure 6: Résultats d'antibiotiques testés vis-à-vis *S. aureus*.

Par ailleurs révèlent que *P. aeruginosa* est sensible aux antibiotiques testés notamment la Novo Biochine (34 mm), Chloramphénicol et Licomycin (27mm), Spiromycine (24 mm), Kanamycine (23 mm), Gentamicine (19 mm), Vancomycine (18mm), ainsi CF (16 mm) et présente une résistance aux Métronidazole et Tétracycline.



Figure 7: Les résultats d'antibiotiques testés vis-à-vis *P. aeruginosa*.

1.2. Résultats de l'activité antibactérienne

On utilise couramment Cette technique pour étudier l'activité antimicrobienne des substances naturelles. Elle repose sur l'utilisation de puits comme réservoirs contenant la solution des substances à tester (Krichen et Guetatlia, 2019).



L'évaluation de l'effet inhibiteur est exprimée par le Diamètre de l'Auréole d'Inhibition (DAI). Lors de cette méthode les DAI ont été mesurés à l'aide d'une règle graduée et les résultats sont présentés dans les Tableaux ci-dessous ;

Tableau 6: Effet inhibitrice de miels et miels + amidon sur les deux isolats.

	Isolats étudiées	<i>S. aureus</i>			<i>P. aeruginosa</i>		
		S	E	D	S	E	D
Diamètre en (mm)	Miel	9	18	17,5	11	11	10
	Miel + amidon	22	25	9	10,5	7	11

A travers les résultats obtenus, nous pouvons constater que les isolats testés ont été affectés par les types de miel dans les deux cas, seuls ou en combinaison avec l'amidon.

La bactérie *S. aureus* est sensible aux actions des échantillons de miel (**E** et **D**) avec des zones d'inhibition de 18 mm et 17,5 mm respectivement. Cependant la bactérie a montré un effet résistant aux actions de miel (**S**) avec une zone d'inhibition de 9mm (**fig.08**).



Figure 8: Effet de trois échantillons de miel sur *S. aureus*.

P. aeruginosa est sensible aux actions des échantillons de miel (**E** et **S**) avec des zones d'inhibition de 11 mm. Tandis que pour l'échantillon (**D**) la bactérie a démontré une sensibilité intermédiaire avec une zone d'inhibition de 10mm. (**fig.09**).

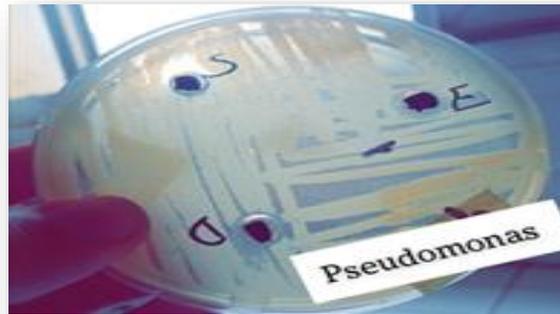


Figure 9: Effet de trois échantillons de miel sur *P. aeruginosa*.

Toutes les bactéries testées sont sensibles à l'effet inhibiteur du miel utilisés, mais chacune à des degrés différents en fonction de son type et de la bactérie.

D'après les résultats de la combinaison (miel + amidon) nous constatons que tous les échantillons de miel examiné ont un effet antibactérien sur *S. aureus* avec des zones d'inhibition vont de 9 mm à 25 mm, dont l'effet inhibiteur le plus prononcé est obtenu avec l'échantillon (E) avec 25 mm de diamètre, suivi par le miel (S) avec 22 mm de diamètre, et la zone d'inhibition la plus faible est présenté par l'échantillon (D) avec 9 mm de diamètre (fig.10).



Figure 10: Effet des échantillons de miel en combinaison avec l'amidon sur *S. aureus*.



Concernant *P. aeruginosa* le diamètre des zones d'inhibition varient entre 7 mm et 11 mm, dont la valeur maximale est attribuée avec l'échantillon (D) avec 11 mm de diamètre, suivi par l'échantillon (S) avec 10.5 mm de diamètre, et la valeur minimale est présentée par l'échantillon (E) avec un diamètre de 7 mm (fig. 11).



Figure 11: Effet des échantillons de miel en combinaison avec l'amidon sur *P. aeruginosa*.

Donc nous constatons que *S. aureus* a montré une sensibilité aux actions des échantillons (S et E) contrairement pour l'échantillon (D) où elle est résistante. Tandis que pour *P. aeruginosa* nous avons remarquées une sensibilité aux échantillons (D et S) et une résistance à l'échantillon (E).

En se fondant ces résultats, nous avons observé que l'activité antibactérienne de la combinaison (miel + amidon) sur *S. aureus* est plus élevée par rapport aux résultats obtenus avec le miel pur.

Parmi les trois échantillons nous observons que l'échantillon (E) présente le meilleur effet antibactérien surtout pour la bactérie *S. aureus*.

1.3. Résultats de l'activité antibiofilm

Ces études ont été réalisées pour évaluer l'effet antibiofilm des fils de suture imprégnés dans les échantillons du miel étudiées et miel + amidon sur différents types de biofilms de *S. aureus* et *P. aeruginosa*.

Le tableau suivant représente les résultats de l'effet inhibiteur de miels et de miel + amidon sur les biofilms de *S. aureus* et *P. aeruginosa*.



Tableau 7: l'effet inhibiteur des miels et la combinaison miel amidon sur les biofilms de *S. aureus* et *P. aeruginosa*.

	Isolats étudiées	<i>S. aureus</i>			<i>P. aeruginosa</i>		
		S	E	D	S	E	D
Diamètre en (mm)	Miel	18	22	11	21	11	4
	Miel + amidon	16	12	10	3	0	0

Les résultats obtenus indiquent que tous les échantillons de miel montrent une activité antibiofilm contre *S. aureus* avec des zones d'inhibitions oscillent de 11 mm et 22 mm de diamètre (**fig. 12**).



Figure 12: l'effet inhibiteur des miels sur les biofilms de *S. aureus*.

D'ailleurs, pour *P. aeruginosa* nos résultats indiquent que les échantillons (S et E) montrent une activité antibiofilm avec un diamètre des zones d'inhibition arrivant à 21 mm (**fig.13**).

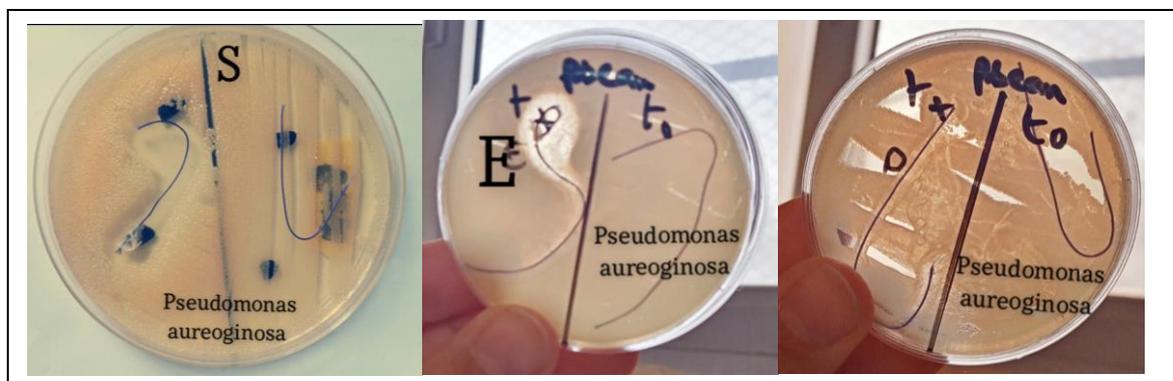


Figure 13: l'effet inhibiteur des miels sur les biofilms de *P. aeruginosa*.



La prolifération des *S. aureus* autour du fil de suture est moins importante para port aux bactéries *P. aeruginosa*, ce qui nous laisse à dire que le fil de suture imprégné dans le miel a un effet inhibiteur sur *S. aureus* en comparent par *P. aeruginosa*. Par contre le fil de suture seul n'a aucun effet.

D'après les résultats précédemment cités dans le **tableau 7**, nous avons remarqué que *S. aureus* est plus sensible à la combinaison miel et amidon de chaque échantillon examiné contrairement aux biofilms de *P. aeruginosa* qui montrent une résistance à l'effet de la combinaison miel et amidon.



Figure 14: l'effet inhibiteur de miel+ amidon sur les biofilms de *S. aureus*.

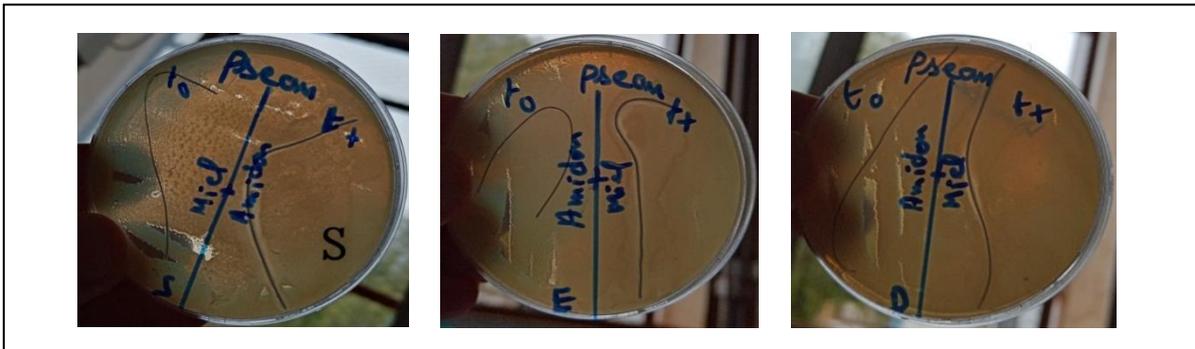


Figure 15: l'effet inhibiteur de miel+ amidon sur les biofilms de *P. aeruginosa*.



II.2. Discussion

II.2.2. Évaluation de l'activité antibactérienne et antibiofilm de miel

II.2.2.1. Évaluation de l'activité antibactérienne de miel

Le miel est largement reconnu comme l'un des agents antimicrobiens les plus efficaces. Diverses études ont mise en évidence ses propriétés curatives, qui en font un remède naturel aux usages multiples pour des problèmes tels que les brûlures, les plaies, les ulcères, les gastrites, ainsi que pour les maladies affectant le foie et l'estomac, Le miel peut être utilisé aussi pour soigner les affections de la bouche, de la gorge et de la toux (**Halah, 2018**).

D'autre part **Najla'a (2011)** confirme que le miel obtenu à l'université de Bagdad permet aux tissus brûlés de guérir rapidement.

Des cultures de plaies infectées ont montré que *P. aeruginosa* est le pathogène le plus fréquemment isolé représentant 44% suivis par *S. aureus* à 30% (**Rafa't, 2011**). Une autre étude par (**Najla'a, 2011 ; Chibi, 2015**) a montré que *S. aureus* et *P. aeruginosa* sont responsables d'un nombre croissant d'infections nosocomiales où ils ont les plus répandues dans les plaies infectées. Ces bactéries peuvent envahir les plaies ouvertes provoquant leur purulent parce qu'ils ont possèdent des facteurs de virulence tels que les entérotoxines et les exotoxines. Ces pathogènes sont devenues résistantes à de nombreux antibiotiques, rendant leur traitement difficile (**Riazi, 2011**). Ces bactéries ont la capacité de causer des infections aiguës et chroniques, largement attribuées à leur capacité d'adhérer aux surfaces biotiques et abiotiques. Elles sont responsables d'infections cutanées, muqueuses et des septicémies, qui sont généralement acquises pendant l'hospitalisation (**Attar et Lacheheb, 2019**).

Les résultats obtenus dans notre étude montrent que tous les échantillons de miels étudiés possèdent une activité antibactérienne contre toutes les bactéries testées.

Les valeurs des zones d'inhibition varient de 9mm à 18mm pour *S. aureus* et de 10mm à 11mm pour *P. aeruginosa*.

Sur ce, nous avons remarqué que les isolats étudiés *S. aureus* et *P. aeruginosa* présentent une sensibilité modérée à l'effet des échantillons de miel examinés. Cette affectation traduit par les zones d'inhibitions qui sont apparaît autour de puits avec des différences d'un



type à un autre et d'une bactérie à une autre, ou *S. aureus* est plus sensible aux trois échantillons de miel que *P. aeruginosa* qui présente une faible sensibilité avec des zones d'inhibition qui ne dépasse pas 11 mm. Cela confirme que ces miels ont un large spectre d'action antibactérienne.

Nos résultats obtenus sont inférieurs à lesquels trouvés par **Bouacha et al** en (2022) dans leur étude sur l'évaluation de l'effet antibactérien de 14 échantillons de miel algérien, par rapport au miel de Manuka, par l'utilisation de la méthode de diffusion en puits, ou ils ont trouvé des valeurs qui variaient de 14 à 38 mm pour les bactéries Gram-positives et de 8 à 28 mm pour les bactéries Gram-négatives.

On observe une différence de sensibilité des bactéries vis-à-vis les miels testés, cette variation peut être expliquée par l'origine florale de miel.

Nous constatons que le miel d'Euphorbe de la région de Laghouat présente le meilleur effet antibactérien, ceci pourrait être dû à leur faible pH (3,38). Selon **Bilsel et al., (2002)**, le pH du miel à un rôle crucial dans la prévention de la croissance de nombreuses bactéries. D'autre part **Haniyeh et al., (2010)** ont confirmé à travers leurs études que le miel acide peut agir comme un facteur important dans leur activité antibactérienne ou le pH bas contribue à renforcer son potentiel antibactérien contre ces pathogènes spécifiques. Cet échantillon à donner des diamètres des zones d'inhibition qui varient de 11mm à 18mm contre les deux bactéries étudiées cela peut être traduit par l'origine botanique de la plante elle-même, *Euphorbia* est une végétale très riche en constituants diterpéniques notamment les esters de diterpène qui sont des hydrocarbures isopréniques qui ont des propriétés biologiques intéressantes telles que l'activité antimicrobienne (**Melissa, 2017**).

Le miel de Sidr a montré aussi une activité antibactérienne contre les deux bactéries testées.

Selon **Fahim et al. (2014)**, le miel de Sidr (aussi connu comme le miel de jujubier) a démontré une activité antibactérienne contre la bactérie Gram positif, *S. aureus*, ainsi que les bactéries Gram négatif *Escherichia coli (E. Coli)* et *P. aeruginosa*. De plus, **Chougar et Kebdi. (2018)** ; **Benbareka et al. (2019)** ont confirmé que les miels de Sidr (*Zizyphus lotus L*) ont un effet antibactérien contre *E. coli (ATCC 25922)*, *S. aureus (ATCC 25923)* et *P. aeruginosa (ATCC 27853)*.

La sensibilité de la bactérie Gram-positives *S. aureus* à l'activité antibactérienne du miel est plus élevée que celle de la bactérie Gram-négatives *P. aeruginosa*. En raison de leur structure de paroi qui comprend une membrane externe, les bactéries Gram-négatives sont



dotées d'une protection supplémentaire pour leur peptidoglycane, ce qui les rend moins perméables aux agents antimicrobiens (**Feknous et Boumendjel., 2022**). Ce constat est similaire à celui fait par **Ghania et al. (2021)**.

D'après l'étude menée par **Abdellah et al. (2020)** sur deux échantillons de miel de la steppe algérienne provenant de différentes sources florales (*Euphorbia cheiradenia* et *Noaea mucronata*) ont montré une capacité inhibitrice de la croissance des bactéries suivantes: *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 33862).

Dans une étude menée par **Rafa't (2011) ; Estelle (2022)** sur l'usage médical du miel, où a-t-ils ont prouvés que l'effet du miel sur les bactéries est lié à trois points généraux représentés dans :

- La forte concentration de sucre dans le miel et la faible quantité d'eau qu'il contient créent un effet osmotique.
- Le miel présente un pH acide, avec une plage typique de 3,2 à 5,5 sur l'échelle de pH.
- Le peroxyde d'hydrogène produit par le glucose oxydase.

D'autre part **Nadjla (2019) ;** a expliqué à travers une étude sur le Pouvoir antibactérien du miel que la forte teneur en sucre du miel crée une pression osmotique sur les cellules bactériennes, entraînant la sortie d'eau des cellules par osmose. Cela conduit à la déshydratation des cellules, les empêchant de se développer et de se multiplier dans une solution hypertonique de sucre. Cette concentration élevée de sucre et la faible activité de l'eau empêchent la croissance de nombreux micro-organismes, tels que *S. aureus*.

D'après **Alexandra (2011)** le pH acide de miel renforce sa capacité à empêcher la prolifération et la croissance de plusieurs espèces de bactéries pathogènes, parce que la majorité des micro-organismes ont un pH optimal compris entre 7,2 et 7,4 (**Abdi et al., 2019**). De ce fait, il est justifié de dire que cette acidité renforce son activité antibactérienne (**Alexandra., 2011**).

Selon **Brudzynski (2006)** et **Manisha (2011)** le miel possède des propriétés antibactériennes grâce à la présence de peroxyde d'hydrogène. Celui-ci agit comme inhibiteur et empêche la croissance de certaines bactéries. Et à partir de l'étude menée par **Estella (2022)**



qui affirmé que le peroxyde d'hydrogène est une espèce réactive de l'oxygène (**ERO/ROS**) qui peut causer un stress oxydant et des dommages aux structures cellulaires.

D'autres recherches indiquent aussi qu'il y avait d'autres composants qui peuvent être participée dans l'effet antibactérien du miel comme les enzymes tels que le glucose oxydase qui transforme le glucose en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène et l'amylase qui entraine une augmentation de l'effet osmotique du milieu par l'augmentation de la teneur en sucre (**Kerkvliet, 1996 ; Ahmed et al., 2012**).

L'activité antibactérienne du miel peuvent aussi liée à d'autre composants non-peroxydique tels que les Flavonoïdes (**Boulaaba., 2019**). Ces dernières peut attribuée à plusieurs mécanismes comme la perturbation de la membrane cytoplasmique ainsi la dégradation de la paroi cellulaire meme l'inhibition des enzymes extracellulaires et la séquestration des substrats nécessaires à la croissance bactériennes (**Akrab et Mouhadi., 2019**).

Le miel possède une activité antimicrobienne qui est dû, en partie, à la structure de la paroi cellulaire des bactéries cibles. En effet, certains types de miel ont une action inhibitrice sur les bactéries à Gram positif, mais pas sur les bactéries à Gram négatif. En outre, la composition chimique intrinsèque du miel, telle que sa teneur en sucre, en acides organiques et en antioxydants, est également considérée comme un facteur contribuant à son activité antimicrobienne (**Merah et al., 2010**).

Nous avons remarqué que la combinaison entre le miel et l'amidon produit de meilleurs résultats que les résultats de miel seul. On peut attribuer la raison de l'augmentation de l'effet antibactérien à l'hypothèse avancé par **Boukraa et al. (2007) ; Ahmed et al. (2011)**, Cette hypothèse repose sur le fait que les amylases présentes dans le miel sont responsables de l'hydrolyse des chaînes d'amidon, et entraînent la production aléatoire de dextrine et de maltose qui augmentent l'effet osmotique de miel et par conséquent augmentent l'activité antibactérienne. Leurs résultats confirment également que l'ajout d'amidon dans les milieux contenant du miel a un effet important sur l'activité antibactérienne.

Par contre, il convient de noter que l'effet antibactérien sur *P. aeruginosa* est diminué. Cette bactérie est distinguée par sa flexibilité génétique et peut être entourée par une structure



protectrice, agissant comme une pseudo-capsule qui la préserve des agressions de l'environnement (Bouacha et al., 2022).

II .2.2.2. Évaluation de l'Activité antibiofilm de miel

Le miel est connu depuis des milliers d'années pour ses propriétés biologiques infinies, et parmi ces propriétés, on peut citer l'activité antibiofilm car le miel est connu pour sa capacité à inhiber et à perturber la formation de biofilms bactériens, dont certains sont poly-microbiens ou mono-microbiens. Nous définissons les biofilms comme des communautés bactériennes liées entre elles par la sécrétion d'une matrice protectrice (Abbes et al., 2014).

Les résultats obtenus montrent que l'activité antibiofilm de miel d'Euphorbe et de Sidr était la plus remarquable, inhibant les *S. aureus* avec des zones d'inhibitions de 22 mm de diamètre et 18 mm de diamètre respectivement. Contrairement à *P. aeruginosa* qui montrent une sensibilité importante pour le miel de Sidr avec une zone d'inhibition égal à 21mm. Cela est dû aux composés antibiofilm présent dans le miel, parmi ces composés, les peptides antimicrobiens, notamment les défensines d'insectes qui présentent dans tous les types de miel à des concentrations variables (Martin et al., 2016). Ces composées sont connues par leur puissance en tant que peptides antibactériens et antibiofilm, car ils ont la capacité de détruire et de perturber le biofilm bactérien (Dosler et Karaaslan, 2014). La défensine-1, en particulier, présente dans le miel de manière régulière, a été impliquée dans l'activité antibiofilm du miel. Des études également démontré que la forme recombinante de la défensine-1, dérivée des abeilles, réduit efficacement la viabilité des cellules de *S. aureus* et *P. aeruginosa* dans des biofilms poly-microbiennes établis (Deglovic et al., 2022).

Les biofilms de *P. aeruginosa* a été résistante à l'effet de miel de Cresson avec une zone d'inhibition qui ne dépasse pas 4mm.

D'après les résultats précédemment cités, nous avons remarqué que les biofilms de *S. aureus* ont été affectées par la combinaison (miel +amidon) de chaque échantillon examiné.

D'après les résultats de l'étude en cours, il a été mis en évidence que les miels ayant une couleur foncée (marqués **E** et **S**) sont très efficaces pour inhiber la croissance et la formation de biofilms. La couleur du miel est étroitement liée à la présence de pigments tels que des flavonoïdes et des composés phénoliques. En conséquence, les miels foncés contiennent des quantités plus élevées de phénols totaux et ont une composition chimique plus complexe, ce qui leur confère des propriétés biologiques importantes (Fazia et souhila, 2016).



En se référant à **Estelle (2022)** la pression osmotique affecte la capacité des bactéries à former des biofilms.

En fin de compte, bien que la capacité du miel à inhiber la formation de biofilms bactériens varie d'un type de miel à l'autre.

Conclusion





Conclusion

Cette étude nous a permis d'évaluer l'activité antibactérienne et antibiofilm *in vitro* des trois variétés de miels testés, ainsi que la combinaison entre le miel et l'amidon de la pomme de terre sur deux isolats (*S. aureus* et *P. aeruginosa*).

Sous un autre angle, il convient de noter que tous les types de miel étudiés sont dotés d'un large spectre d'activité inhibitrice sur les isolats testés et les biofilms formés par (*P. aeruginosa* et *S. aureus*). Les bactéries testées ont montré une sensibilité à l'action inhibitrice des différents types de miels étudiés, ainsi qu'aux combinaisons miel/amidon. Cependant, il est important de noter que l'efficacité du miel varie selon le type de miel et la bactérie étudiée.

En conclusion, ces résultats pourraient être utilisés pour la mise au point de traitements pour diverses maladies causées par ces germes pathogènes.

Ces études pratiques permettront de mieux caractériser les propriétés bénéfiques du miel, pour développer des produits naturels à base de miel, qui pourront être utilisés dans le domaine médical, thérapeutique et cosmétique.

Références bibliographiques





« A »

- ✓ **Abbas, H. A. (2014).** Comparative Antibacterial and Antibiofilm Activities of Manuka Honey and Egyptian Clover Honey. *Asian Journal of Applied Sciences*, 2(2).
- ✓ **Abdellah F., Makhoulfi C., Boukraa L., Hammoud M., Safa A., Dellel N., Benamara A., Benhadiri M., Marouf N., Benaraba R., 2020.** Physico- chemical Properties and Antibacterial and Antioxidant Activity of Two Varieties of Honey from Algerian Steppe. *Journal of Apitherapy and Nature*, 3(2), 59-74. www.dergipark.gov.tr/jan
- ✓ **Abdi L., Ammar S., Bentradi O, 2019.** Etude de l'effet antimicrobien de certaines variétés de miel. Mémoire de master ; Toxicologie Et Sécurité Alimentaire. Université Ibn Khaldoun – Tiaret.
- ✓ **Ahmed C., Nesrine F., Mahieddine B., Djamel-Eddine M., Yasmine B., Abdelmoumene S., Anissa B., Hanene A., Khaled Z., Amel B., Mahfoud M. (2022).** Biological, physicochemical and antibacterial properties of pure honey harvested at the municipality of Seraïdi (Annaba, north east of Algeria). *Food Sci. Technol, Campinas*, 43. 12 Dec, 2022. P 1-13.
- ✓ **Ahmed M, Djebli N, Aissat S, Zerrouki K, Bourabeh A (2013).** *In Vitro* Synergistic Antibacterial Activity of Natural Honey Combined with Curcuma Starch and their Correlation with Diastase Number, Flavonoid and Polyphenol Content. *Jornel of Plant Pathologie and Microbiologie* ; 01 Janvier 2013 ; 4(1). P 1-5.
- ✓ **Ahmed M, Djebli N, Aissat S, Aggad H, Boucif A (2011).** Antifungal Activity of a Combination of Algeria Honey and Starch of Ginger Against *Aspergillus niger*. *International Journal of Microbiological Research* 2 (3) : 258-262.
- ✓ **Ahmed M, Khiati B, Aissat S and Djebli N (2016).** Colour Intensity, Polyphenol Content and Antibacterial Capacity of Unheated and Heat-Treated Sahara Honey. *Jornel of Food Processing and Technologie* ; vol 7, Issue 6. P 1-5
- ✓ **Ahmed M. Khiati B. Aissat S. Djebli N, 2015.** Preliminary study on synergistic combinations of raw honey with gentamicin against Gram-negative bacteria *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* of Veterinary Origin. *Journal of Coastal Life Medicine* ; 16 april 2015 ; 3(5). P 366-369.
- ✓ **Ahmed M., Noureddine D., Saad A., Salima B., Abdelmalek M., et Baghdad K, 2012.** Synergistic Inhibition of Natural Honey and Potato Starch and their Correlation with Diastase Number and Sugar Content against *Klebsiella pneumoniae* ATCC 27736. *Natural Product Chemistry Research*, 1(1). P1-5.



- ✓ **Akrab C., Mouhadi Z., 2019.** Evaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits de feuilles d'*Urtica dioica L.* Mémoire de master en Biochimie de la Nutrition. Université Frères Mentouri Constantine 1.
- ✓ **Alexandra R., 2011.** Le Miel, Un Compose Complexe Aux Propriétés Surprenantes. Thèse de doctorat en pharmacie. Université De Limoges.
- ✓ **Ali A., Abdul Ahmed., Turki A.M., Abdel Karim A. H., Abed I. A., 2011.** Effect of different concentration of honey in configuring dynamic membrane for some Isolate *Pseudomonas aeruginosa*. *Anbar Journal of sciences agricoles ;9(2).* P1-8.
- ✓ **Alvarez-suarez, J., Tulipani , S., Romandini , S., Bertoli, E., & Battino, M. (2010).** Contribution of Honey in Nutrition and Human Health: A Review. *Mediterranean J .Nutr. Metab . (3),* 15-23.
- ✓ **ATTAR S. G ; LACHEHEUB L. R ; 2019.** Essai d'inhibition de la formation des biofilms chez les bactéries responsables d'infections nosocomiales : *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*. Mémoire de fin d'étude. Biologie moléculaire des microorganismes. Université des Frères Mentouri Constantine



- ✓ **Badiaa Lyoussi. Meryem Bakour. Redouan El-Haskoury. Hamada Imtara. Christophe Hano. et Katarina Bilikova. (2022).** Characterization of Various Honey Samples from Different Regions of Morocco Using Physicochemical Parameters, Minerals Content, Antioxidant Properties, and Honey-Specific Protein Pattern. *Journal of Food Quality; Volume 2022,* P1-12.
- ✓ **BALAS F, (2015).** Les propriétés thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en médecine générale, thèse d'état de docteur en médecine de l'université de Nice Sophia – Antipolis. Pp : 21.
- ✓ **Banerjee D. Stableforth D ,2000.** The treatment of respiratory pseudomonas infection in cystic fibrosis: what drug and which way? *Drugs. Disease management nov 2000 ;60(5).* P1053-1064.
- ✓ **Benbareka O., Hafsaoui I., 2019.** Etude de l'activité antibactérienne de miel récolte du territoire Algérien. Thèse de Docteur en pharmacie. Faculté de médecine, Département de Pharmacie. Université Saad Dahlab-Blida.
- ✓ **Bogdanov S. Ruoff K. Persano L., 2004.** Physico-chemical methods for characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie,* 35,4-17.



- ✓ **Bouacha M, Benbouzid H., 2020.** Antibacterial properties of honey from different Algerian regions against *Staphylococcus aureus* strains from wounds. *J Pure Appl Microbiol* 2020; 14:447-453.
- ✓ **Bouacha M, Besnaci S, Boudiar I, Al-KAFAWEEN MA., 2022.** Screening of the antibacterial and antibiofilm effect of multifloral honey against multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*. 2022; 67:11.
- ✓ **Bouhr, D.D.; Jenkins, S.I. and Wright, G.D. (2003).** The molecular basis of the expansive substrate specificity of the antibiotic resistance enzyme aminoglycoside acetyltransferase. *J. Bio. Chem.* 278: 12873 – 12880.
- ✓ **Boukraa L., Amara K., 2007.** Effet synergique de l'amidon sur l'activité antibactérienne du miel. *Journal of medicinal food* 11 (1) 2008, 195–198.
- ✓ **BOULAABA, I.A. 2019.** Place Du Miel A L'officine. Thèse De Doctorat en pharmacie, Université d'Aix-Marseille.
- ✓ **Brudzynski K., 2006.** Effect Of Hydrogen Peroxide on Antibacterial Activities of Canadian Honeys. *Canadian Journal Of Microbiology* :12 (52) :1228-1237.
- ✓ **Brugsch Hk, (1863).** Notice raisonnée d'un traité médical datant du XIVE siècle avant notre ère et contenu dans un papyrus hiéroglyphique du musée royal de Berlin. JC Heinrich, Leipzig.
- ✓ **Bourekach F., Perret C, 2014.** La filière apicole dans les Wilayate de Tizi-Ouzou et de Blida : une ressource territoriale en devenir. HAL Open Science ; 12 Juin 2017 ; version 3. P 1-12. <file:///C:/Users/MY%20PC/Desktop/Article%20miel%20Hal.pdf>
- ✓ **Bilsel Y. Bugra D. Yamaner S. Bulut T. Cevikbas U. Turkoglu U., 2002.** Could honey have a place in colitis therapy? Effects of honey, prednisolone, and disulfiram on inflammation, nitric oxide, and free radical formation. *Dig Surg.* 2002;19(4):306-11; discussion 311-2. doi: 10.1159/000064580. PMID: 12207075.

« C »

- ✓ **Caron F. (2012).** L'antibiogramme : un quadruple outil pour le clinicien. *Journal des anti-infectieux* (2012) 14 ; 168-174.
- ✓ **Cassaignau C ,1991.** L'Abeille et les produits de la ruche utilisés en nutrition et en thérapeutique, Th. Doct. Pharm., Tours, 18 décembre 1991.



- ✓ **Céline B, 2023.** Le miel, de l'abeille à la plaie : des propriétés thérapeutiques favorisant la cicatrisation. Thèse de doctorat en Pharmacie, Université de Bordeaux.
- ✓ **Chaouche YL. Bounsiar N, 2018.** Contrôle qualité des miels locaux et importés. Thèse d'état de docteur en pharmacie de l'Université Mammeri Mouloud (Tizi-ouzou).
- ✓ **CHERBILIEZ Th. DOMERGEO R, (2003).** L'apithérapie : médecine des abeilles. AMYRIS, Bruxelles.
- ✓ **Chibi A. (2015).** Evaluation de formation de biofilm par *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus* isolées de CHU Tlemcen. Mémoire de master : microbiologie, Tlemcen : université ABOUBEKR BELKAID Tlemcen, P 62.
- ✓ **Chougar T., Kebdi T., 2018.** Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et pouvoirs antioxydant et antimicrobien des miels algériens de régions diverses. Mémoire Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou.
- ✓ **Codex alimentarius. (2019).** Norme pour le miel. CXS 12-1981. Adoptée en 1981. Révisée en (1987) et (2001). Amendée en (2019).



- ✓ **Dagheb K, 2020.** Consommation du miel en Algérie. Mémoire master académique en biotechnologie alimentaire. Université Abdelhamid Ibn Badis- Mostaganem.
- ✓ **Deglovic, J.; Majtanova, N.; Majtan, J.** Antibacterial and Antibiofilm Effect of Honey in the Prevention of Dental Caries: A Recent Perspective. *Foods* 2022, 11,2670.
- ✓ **Derat-Carriere F. POCHON P, (2009).** Le miel de l'histoire a la cuisine. *Phytothérapie* (2009) 7 : 1–6.
- ✓ **Dosler S., Karaaslan E, (2014).** Inhibition and destruction of *Pseudomonas aeruginosa* biofilms by antibiotics and antimicrobial peptides. *Peptides* ; vol (62) ; Décembre 2014. P32–37.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196978114002903>



- ✓ **El-Shaer. E, Ghanem.S; (1996):** Antimicrobial evaluation and chromatographic analysis of some essential and fixedolis. *Pharmazie* 51: 993-995.
- ✓ **Estelle Boulangé, 2022.** Le miel en application cutanée : usages médical et cosmétique. Thèse de doctorat en Sciences pharmaceutiques. Université Grenoble Alpes.
- ✓ **Eteraf-Oskouei T, Najafi M.** Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: a review. *Iran J Basic Med Sci.* 2013 ;16(6) :731-742.



« ف »

- ✓ **Fahim H., Dasti J.I., Ali I., Ahmed S., Nadeem M., 2014.** Physico-chemical analysis and antimicrobial potential of *Apis dorsata*, *Apis mellifera* and *Ziziphus jujube* honey samples from Pakistan. *Asian Pac J Trop Biomed.* 4 ; p633–641.
- ✓ **Fazia H., Souhila R., 2016.** Caractérisations de quelques miels de Bejaïa, et corrélation couleurs et polyphénols. Mémoire master en pharmacologie moléculaire. Université Abderrahmane Mira – Bejaïa.
- ✓ **Feknous N., Boumendjel M. (2022):** Natural bioactive compounds of honey and their antimicrobial activity. *Czech J. Food Sci.*, 40 : 163–178.

« G »

- ✓ **Ghania B., Halima H., Fatiha K., 2021.** Etude physicochimique et évaluation des activités biologiques du miel de Pégane (*Peganum harmala*). Mémoire master en Biologie moléculaire et cellulaire. Université Ibn Khaldoun- Tiaret.
- ✓ **Gordon Y. C. Cheung, Justin S. Bae & Michael Otto (2021).** Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*, *Virulence*, 12:1, 547-569, DOI:10.1080/21505594.2021.1878688.

« ه »

- ✓ **Halah M. Hussein AL-Hasani, 2018.** Study antibacterial activity of honey against some common species of pathogenic bacteria. *Iraqi Journal of Science* ; 2018 ; Vol (59), No(1A) ; p30-37.
- ✓ **Haniyeh K. Seyyednejad S. Motamedi H., 2010.** Preliminary study on the antibacterial activity of some medicinal plants of Khuzestan (Iran). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine.* 3. 180-184. 10.1016/S1995-7645(10)60004-1.

« J »



- ✓ **Ikram Z. Naima Y, (2020).** Préparation, caractérisation et l'activité antibactérienne d'un fil suture imprégné par l'extrait éthanolique de propolis (EEP). Mémoire d'ingénieur d'état en chimie spécialité chimie organique, université Ibn Khaldoun – Tiaret. P :23.
- ✓ **Isabelle A. Jean F.,2014.** Grand traité du miel. Les miels. Edition le sureau, rue des grands-augustins- 75006 Paris. P 344.

« J »

- ✓ **J.A. Djossou. F.P. Tchobo H. Yédomonhan A.G. Alitonou1. M.M. Soumanou.,2013.** Evaluation des caractéristiques physico-chimique des miels commercialisés à Cotonou. TROPICULTURA, 2013, 31, 3, 163-169.
- ✓ **JEAN LOUVEAU, 1973.** Un produit biologique encore mal connu. *Journal Le Monde*, 10 Octobre 1973. https://www.lemonde.fr/archives/article/1973/10/10/un-produit-biologique-encore-mal-connu_2554847_1819218.html
- ✓ **Jervis-Bardy J, Foreman A, Bray S, Tan L, Wormald PJ. 2011.** Methylglyoxal-infused honey mimics the anti-Staphylococcus aureus biofilm activity of manuka honey: potential implication in chronic rhinosinusitis. *Laryngoscope* 121: 1104–1107.

« K »

- ✓ **Kerkvliet JD. (1996).** Screening method for the determination of peroxide accumulation in honey and relation with HMF content. *Journal of Apicultural Research*,35,110-117.
- ✓ **Khairullah AR. Ramandinianto SC. Effendi MH, 2020.** A review of lives tock associated methicillin-resistant Staphylococcus aureus (LA-MRSA) on bovine mastitis. *Sys Rev Pharm* 2020 ; 11 (7). P172-183.
- ✓ **Krichen S., Guetatlia I., 2019.** Evaluation de l'activité antibactérienne de sept échantillons de miel issus de la région de Guelma et Tipaza, Diplôme de Master. Université Guelma.

« L »

- ✓ **Larpent J.P., Gourgaud M.I., 1985.** Manuel pratique de microbiologie. Hermano, Paris.

« M »



- ✓ **Manisha Deb M. Shympada M, 2011.** Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pac J Trop Biomed* 2011 ; 1(2) : 154-160.
- ✓ **Marchenay P, (1984).** L'homme et l'abeille. Berger-Levrault, Paris.
- ✓ **Martin, S., Ivana, V., Marcela, B., Juraj, M. (2016).** Efficacité antibiofilm du miel et des dérivés d'abeilles défensine-1 sur le biofilm de plaie multi-espèces. *Journal of Medical Microbiology*, 337–344.
- ✓ **Melissa E, 2017.** Étude de la diversité structurale et des propriétés biologiques de diterpène macrocycliques d'Euphorbia de Corse. Thèse de doctorat en chimie analytique et organique. UNIVERSITE DE CORSE - PASCAL PAOLI.
- ✓ **Merah M., Bensaci Bachagha M. Et Boudershem A, 2010.** Etude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du miel naturel récoltés du territoire algérien. *Annales des Sciences et Technologie* ; Vol. 2, N° 2, Décembre 2010. P 115-125.
- ✓ **Monggudal M.B., Radzi M.N., Ismail M., Ismail W., 2018.** Effect of six-month storage on physicochemical analysis and antioxidant activity of several types of honey. *Materials Science and Engineering*, 440, 1-7.
- ✓ **MOROH J.-L. A, BAHY C, DJE K, LOUKOU Y et GUEDE-GUINA F. (2008).** Étude de l'activité antibactérienne de l'extrait acétatique (EAC) de *Morinda morindoides* (Baker) *Milne-redheat* (rubiaceae) sur la croissance in-vitro des souches d'*Escherichia coli*. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, Vol. 77, 2008, pp. 44 – 61
- ✓ **Mostefa M. Amel B. Messaoud Bensassi B, (2010).** Etude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du miel naturel récolté du territoire algérien. *Annales des Sciences et Technologie* ; Vol. 2, N° 2 ; Décembre 2010 ; 115-125.
- ✓ **Moulai mostefa N. Chikhaoui A. Melikaoui S., 2022.** Etude de l'activité antibactérienne de quelques produits de la ruche. Mémoire de fin d'étude. Microbiologie appliquée. Université -YAHIA FARES - MEDEA



- ✓ **Nabti, D., Achou, M., Braia, F.** Physicochemical study of some types of Algerian honeys. *Int J Med Res Health Sci.* 2016, 5(9) :8-12.



- ✓ **Nair S., (2014).** Identification des plantes mellifères et analyses physico-chimique des miels Algériens. Thèse de doctorat de biologie en biochimie, Faculté des sciences de la nature et de la terre. Université d'Oran. P ; 28- 43.
- ✓ **Najla A. Albaridi., 2019.** Antibacterial Potency of Honey. *International Journal of Microbiology*. 2019.P 1-10.
- ✓ **Najla'a N.Y, 2011.** Inhibitory effect of honey on some bacterial infections. *Diyala Journal For Pure Sciences* ; vol (7) ; N (3) ; July 2011. P 227-241.
- ✓ **Nolan, V. C., Harrison, J., & Cox, J. A. G. (2019).** Dissecting the antimicrobial composition of honey. *Antibiotics*. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8040251>

« Q »

- ✓ **Osho A. Bello OO, 2010.** Antimicrobial effect of honey produced by *Apis mellifera* on some common human pathogens. *Asian journal.EXP.BIOL.SCI*, vol.1, n°4, p.875-880.

« Q »

- ✓ **Qiuwan Z, Junqiao D and Daofeng C., 2020.** Diterpene Esters: Definition, Occurrence, and Biological Activities. *Journal of Natural Products* ; Vol (83). P 1426-1441.

« R »

- ✓ **Rafa't A.H.M.J, 2011.** Antimicrobial effect of bee honey on some 38pathogenic bacteria isolated from infected wounds in comparison to commonly used antibiotics. *Journal Of Basarah Researches (Sciences)*; vol (37); N(4A); 14 August 2011. P 78-83.
- ✓ **Rani G.N., Budumuru R., Bandaru N.R. (2017) :** Activité antimicrobienne du miel avec une attention particulière aux souches de *Staphylococcus aureus* résistantes à la méthicilline (MRSA) et sensibles à la méthicilline (MSSA). *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11 : DC05–DC08.
- ✓ **Riazi M, 2011.** Effets des fluorures sur l'activité antimicrobienne des antibiotiques contre *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Mémoire de Maîtrise en sciences en Sciences biomédicales. Université de Montréal, Faculté de Médecine.



« S »

- ✓ Soussy CJ. Bonnet R. Cavallo JD. Chardon H. Chidiac C. Courvalin P. Dabernat H. Drugeon H. Dubreuil L. Guery B. Jarlier V. Jehl F. Lambert T. Leclercq R. Nicolas-chanoine M.H. Plesiat P. Quentin C. Rouveix B. Varon E. Weber P, 2010. Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie (Recommandations 2010). <http://www.sfm.asso.fr>.
- ✓ Sylvie C, 2009. La résistance aux antibiotiques : un enjeu de santé publique important. *Pharmactuel* ; Vol. 42 ; Supplément 2, Décembre 2009. P6-16.

« T »

- ✓ Thi, M. T. T., Wibowo, D., & Rehm, B. H. A. (2020). Pseudomonas aeruginosa biofilms. *International Journal of Molecular Sciences*. MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms21228671>
- ✓ Toussaint Samat M, (1993). Histoire naturelle et morale de la nourriture. Bordas, Paris.

« V »

- ✓ Viel Claude, Doré Jean-Christophe, (2003). Histoire et emplois du miel, de l'hydromel et des produits de la ruche. In : Revue d'histoire de la pharmacie, 91^e année, n°337, 2003. Pp : 7-20.

« Y »

- ✓ Yessad M. Balhadi K., 2016. L'effet antibiofilm a base de pro-miel. Mémoire de master en pharmacologie et phytothérapie. Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem.

« Z »

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



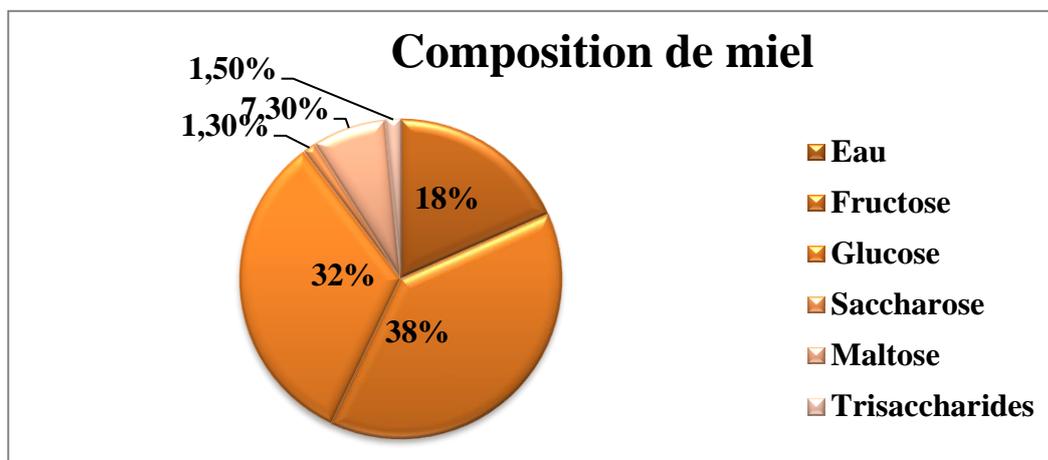
- ✓ **Zerrouk S., Seijo-Coello M.C., Escuredo O., Rodríguez-Flores M.S., 2017.** Characterization of *Ziziphus lotus* (jujube) honey produced in Algeria. *Journal of Apicultural Research*, Volume: 57, Issue 1: Special Issue: Honey.
- ✓ **Ziad I. Yahyaoui N., 2020.** Préparation et caractérisation d'un fil de suture à base de l'extrait de la propolis. Mémoire master en chimie organique. Université Ibn Khaldoun- Tiaret.

Annexes



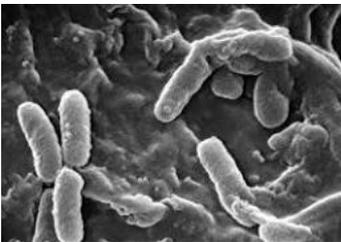


Annexes I : Composition moyenne de miel (Clément H, 2014) .



Annexe II : Classification des bactéries étudiées *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*.

<i>Staphylococcus aureus</i>	
Règne	<i>Bacteria</i>
Embranchement	<i>Procaryota</i>
Division	<i>Firmicutes</i>
Classe	<i>Bacilli</i>
Ordre	<i>Bacillales</i>
Famille	<i>Staphylococcaceae</i>
Genre	<i>Staphylococcus</i>
Espèce	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	
Régne	<i>Bacteria</i>
Embranchement	<i>Procaryota</i>
Division	<i>Proteobacteria</i>
Classe	<i>Gammaproteobactéria</i>
Ordre	<i>Pseudomonadales</i>
Famille	<i>Pseudomonadaceae</i>
Genre	<i>Pseudomonas</i>
Espèce	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>



Annexe III : Appareillage de laboratoire utilisé (photos personnel).



Micro-onde (WHIRLPOOL)



Autoclave



Etuve (Heraeus)



Bain marie

Annexe IV : Classification de l'abeille *Apis mellifera*.

<i>Apis mellifera</i>	
Classification selon Linnaeus en 1758	
Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Ordre	<i>Hymenoptera</i>
Sous-ordre	<i>Apocrita</i>
Super-famille	<i>Apoidea</i>
Famille	<i>Apidae</i>
Sous-famille	<i>Apinae</i>
Tribu	<i>Apini</i>
Genre	<i>Apis</i>
Espèce	<i>Apis mellifera</i>



Annexe V : composition de Muller-Hinton.

Gélose de Muller-Hinton	
Hydrolysat acide de caséine (peptone)	17,5g/L
Extrait de viande	2g/L
Amidon	1,5g/L
Calcium	20 à 25mg/L
Magnésium	10à12,5 mg/L
Agar	15g/L
pH	7,4

Préparation de milieu

Dissoudre 38g de poudre dans 1ml de l'eau distillé. Homogénéiser le mélange et le chauffer pendant 15min. verser dans des bouteilles en verre et faire la stérilisation dans un autoclave à 121,1°C pendant 15min.

Résumé





Résumé

Récemment, les bactéries sont devenues plus résistantes aux antibiotiques, notamment *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. En plus de cela, les antibiotiques ont des effets secondaires indésirables, ce qui a conduit à la recherche de nouvelles approches alternatives naturelles et saines pour traiter les infections bactériennes. Sur ce fondement, cette étude a été réalisée *in vitro* pour évaluer l'effet antibactérien de trois variétés de miel algérien (Euphorbia, Sidr et Cresson) sur deux isolats bactériens *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*, ainsi que leur effet sur l'inhibition de la formation des biofilms et leur action contre ceux-ci.

Cette étude est basée sur l'évaluation de l'activité antibactérienne et antibiofilm à l'aide de deux techniques conventionnelles (la méthode de diffusion en puits et test d'inhibition en milieu gélosé).

Notre résultat indiqué que le miel présente une activité antibactérienne et antibiofilm, avec l'apparition des zones d'inhibition atteignant 25 mm, contre *Staphylococcus aureus* ou cette dernière est plus sensible que *Pseudomonas aeruginosa*. En effet, l'addition de l'amidon aux échantillons de miels montre une augmentation significative sur *Staphylococcus aureus*. Par contre, une diminution remarquable du pouvoir antibactérien et antibiofilm sur variétés sur *Pseudomonas aeruginosa*.

Ces résultats révèlent que le miel algérien a une efficacité vis-à-vis les isolats testés. Et elles ouvrent une nouvelle voie de recherche sur l'effet antibactérien et antibiofilm du miel, ainsi que son utilisation en tant qu'alternative.

Mots clés : Résistantes aux antibiotiques, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *In vitro*, Miel, Euphorbia, Sidr, Cresson, Biofilms, Activité antibactérienne, Activité antibiofilm.

ملخص

في الأونة الأخيرة، أصبحت البكتيريا أكثر مقاومة للمضادات الحيوية من بينها *Staphylococcus aureus* و *Pseudomonas aeruginosa* إضافة الى ذلك، للمضادات الحيوية تأثيرات جانبية، وهذا ما يستدعي البحث عن بدائل صحية وطبيعية، وعلى هذا الأساس اجري هذا البحث في المختبر لتقييم تأثير ثلاث انواع من العسل الجزائري (اللبينة، السدره والجرجير) على سلالتين *Staphylococcus aureus* و *Pseudomonas aeruginosa* وكذا تأثيره على تثبيط تشكيلها للأغشية الحيوية ومكافحتها.



هذه الدراسة تستند إلى تقييم النشاط المضاد للبكتيريا والمضاد للأغشية الحيوية باستخدام طريقتي الانتشار في الأجوف لتقييم النشاط المضاد للبكتيريا واختبار التثبيط بالانتشار في وسط صلب لتقييم النشاط المضاد للأغشية الحيوية.

أشارت النتائج إلى أن العسل النقي يظهر نشاطاً مضاداً للبكتيريا ومضاداً للأغشية الحيوية، مع ظهور مناطق التثبيط تصل إلى 25 ملم، خاصة ضد *Staphylococcus aureus* حيث تكون أكثر حساسية من *Pseudomonas aeruginosa*. ومع ذلك، لوحظ انخفاض ملحوظ في الفعالية المضادة للبكتيريا ومضادة للأغشية الحيوية عند إضافة نشاء البطاطا إلى كل عينة من العسل.

تكشف هذه النتائج أن العسل الجزائري لديه فاعلية ضد البكتيريا المختبرة، وأن هذه الأنشطة أكثر بروزاً مع العسل النقي. وهذه النتائج تفتح أبواباً جديدة للبحث حول تأثير العسل المضاد للبكتيريا والمضاد للأغشية الحيوية، واستخدامه كبديل.

الكلمات المفتاحية: مقاومة للمضادات الحيوية، *Staphylococcus aureus*، *Pseudomonas aeruginosa*، عسل، اللبينة، السدر، الجرجير، الأغشية الحيوية، النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للأغشية الحيوية.

Abstract

Recently, bacteria have become more resistant to antibiotics, including *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. On top of that, antibiotics have undesirable effects, which has led to the search for new natural alternative approaches and healthy to treat bacterial infections. On this basis, this study was carried out *in vitro* to evaluate the antibacterial effect of three varieties of Algerian honey (Euphorbia, Sidr and Cress) on two bacterial isolates *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*, as well as their effect on the inhibition of the formation of biofilms and their action against them.

This study is based on the evaluation of antibacterial and antibiofilm activity using two conventional techniques (the well diffusion method and inhibition test in agar medium).

our result indicated that honey exhibits antibacterial and antibiofilm activity, with the appearance of zones of inhibition reaching 25 mm, against *Staphylococcus aureus* or the latter is more susceptible than *Pseudomonas aeruginosa*. Indeed, the addition of starch to samples of honeys shows a significant increase on *Staphylococcus aureus*. On the other hand, a decrease remarkable antibacterial and antibiofilm power on varieties on *Pseudomonas aeruginosa*.

These results reveal that Algerian honey is effective against the isolates tested. And they open a new avenue of research on the antibacterial and antibiofilm effect of honey, as well as than its use as an alternative.

RESUME



key words: Resistant to antibiotics, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *In vitro*, Honey, Euphorbia, Sidr, Watercress, Biofilms, Antibacterial activity, Antibiofilm activity.