



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Filière : Sciences de la Nature et de la Vie

Spécialité : Sciences Biologiques

Présenté par :

HOGGAS Aicha

HIMEUR Rania

HASSAD Khawla

Thème

Etude de l'activité antimicrobienne des produits de la Ruche (miel, propolis et gelée royale)

Devant le jury :

Présidente : AROUA Khaoula

MCB

Université de Khenchela

Promotrice : MELLAL Hanane

MCB

Université de Khenchela

Examinatrice : BOUTARFA Soumia

MCA

Université de Khenchela

2022/2023



Remerciements

Nous remercions tout d'abord **ALLAH** le tout puissant, pour nous avoir donné la force et la patience, la santé et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude envers notre promotrice Dr. **MELLAL Hanane**, pour avoir toujours eu confiance en nous et pour son soutien. Elle est toujours été à l'écoute et disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos profonds remerciements s'adressent à Dr. AROUA Khaoula pour l'honneur qu'elle nous a fait de présider ce jury.

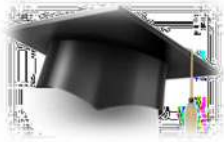
Nous adressons aussi nos plus vifs remerciements à Dr. BOUTARFA Soumia d'avoir bien voulu s'intéresser à ce travail et d'accepter de l'examiner, nous sommes très honorés de sa présence dans ce jury.

Ainsi nous n'oublions pas de remercier aussi Mme CHORFI.R responsable du hôte technologique dans le complexe de laboratoires et aussi les ingénieurs qui nous ont apporté le soutien moral et nous ont recommandé de nous faciliter de nombreuses tâches surtout M^{me}. MIZANE Sara , M^{me}. Souad et M. Abd Enour.

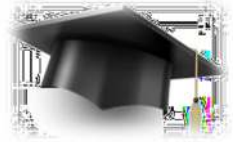
Nous n'oublions pas de remercier les enseignants qui nous ont apporté le soutien moral et nous ont recommandé de nous faciliter de nombreuses tâches surtout M. BADIS Zakaria et Dr. MAYOUF Nozha .

Un merci spécial à L'apiculteur M. ACHOUR Abd El Majid pour ses conseils utiles, sa gentillesse, Bon hébergement, sa convivialité et sa réponse à nos questions à bras ouverts.

Nos remerciements à ceux et celle qui ont contribué de près ou de loin à réalisation de ce mémoire



Dédicace



Avec tous mes sentiments de respect, avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ma remise de diplôme et ma joie :

A celui qui m'a donné la vie et l'a laissé, à mon paradis, à la prunelle de mes yeux, à la source de ma joie et mon bonheur, ma lune et le fil d'espoir qui allumer mon chemin, ma moitié,
Maman.

A celui qui m'a fait une femme, ma source de vie, d'amour et d'affection. À mon support qui était toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, à ma grande mère
Massouda.

A mon grand-père ***Hamid*** qui n'ont pas cessée de me conseille+ encourager et soutenir tout au long de mes études.

A mon soutien, au précieux qui n'a pas lésiné sur moi de conseils et d'encouragements.
Mon père ***Amar.***

A ma grande sœur ***Donia***, la lumière de mes ténèbres et ma compagne sur mon chemin, à mes frères ***Zakaria, Haroun*** et ***Moussa.***

A mon oncle, la femme de mon oncle, ma tante, les fils et filles de mon oncle, ma deuxième famille.

À ma précieuse autre moitié ***Oumaima.***

A mes amies et mes sœurs, le plus beau cadeau universitaire pour moi, la plus belle opportunité,
: ***Khawla, Rania, Rayan, Haythem, Chahinaz, Chaima, Nardjes.***



AICHA



Dédicace



Avec tous mes sentiments de respect, avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ma remise de diplôme et ma joie :

À ma mère Salima que Dieu lui fasse miséricorde, ma source de vie. A cette femme exceptionnelle qui m'inspire depuis toujours et à qui je dois tout. A celui qui m'a fait une femme à mon support qui était toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Qui m'a donné les plus précieux conseils et pardonne mes erreurs. À cette mère courageuse et forte qui m'a protégé de toutes ses forces et qui m'a aimé de tout son cœur.

À mon seul frère Aymen pour l'amour qu'il me réserve et le soutien qu'il me donne toujours.

À ma 2ème mère Dalila qu'elle m'a toujours traitée comme sa fille et m'a soutenue en toutes circonstances.

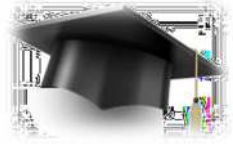
À ma famille en particulier ma grande mère, mes tantes, mes oncles et mes cousines qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.

A toutes mes copines et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin un grand merci.





Dédicace



J'ai l'honneur de dédier ce travail à :

Mes chers parents khmissi et wassila pour leurs sacrifices et leurs encouragements pendant toute ma vie d'étude, ce sont les sources de mes bonheurs, secrets de ma force.

C'est à vous que je dois cette réussite et je suis fier de vous l'offrir. A ma

sœurs : chahra.

Et mon frère : imad.

A tous mes amies, a tous ceux qui m'aiment et ceux que j'aime.





Etude de l'activité antimicrobienne des produits de la Ruche (miel, propolis et gelée royale)

Résumé

Les produits de la ruche (miel, propolis et gelée royale) sont des composés biologiques de très grande diversité, ce qui leur confère de nombreuses propriétés, que ce soit sur le plan nutritionnel que médicinal. Le but de notre étude est d'évaluer l'activité antibactérienne et l'activité antioxydante de quatre types de miels « miel de Sidr (miel de *Zizyphus jujuba*), miel de montagne, miel de *Eruca sativa* (miel blanc), miel de Talghoufet (miel de *Euphorbia characias* », de la propolis et de la gelée royale (GR), récoltés de différentes régions de l'Algérie, ainsi que l'effet de ces produits, sur six souches bactériennes: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *staphylococcus clinique*, *Bacillus cereus*, *klebsilla pneumoniae*, et *Pseudomonas aeruginosa* par la technique de diffusion sur milieu gélosé. Pour identifier les principes actifs de ces produits de l'abeille, des analyses phytochimique ont été effectuées et ont révélé la présence des flavonoides et polyphénols dans les trios types de miel testés « miel de Sidr (miel de *Zizyphus jujuba*), miel de montagne, miel de *Eruca sativa* (miel blanc). L'analyse physicochimique (pH, l'humidité, conductivité électrique) de tous les produits utilisés, a montré une différence des valeurs d'un échantillon à un autre Toutefois, ils répondent tous, aux normes internationales. L'activité antibactérienne a été évaluée in vitro par la méthode de diffusion sur milieu gélosé et les résultats obtenus ont montré une sensibilité élevée de la souche *S.aureus* et *S.clinique* avec des diamètres des zones d'inhibition allant de 10-35 mm, et une sensibilité modérée des autres souches (Gram positif et Gram négatif) aux différent produits de la ruche utilisés. Tandis qu'ils étaient moins efficaces contre *E. coli*, *Pseudomonas klebsilla* et *Bacillus*.

Mots clés : Produits de la ruche, Activité antibactérienne, Analyses physicochimiques, Souches bactériennes



Study of the antimicrobial activity of hive products (honey, propolis and royal jelly)

Abstract

Bee products (honey, propolis and royal jelly) are very diverse biological compounds, which gives them many properties, both nutritionally and medicinally. The aim of our study is to evaluate the antibacterial activity and the antioxidant activity of four types of honey "Sidr honey (*Zizyphus jujuba* honey), mountain honey, *Eruca sativa* honey (white honey), Talghoufet honey (honey of *Euphorbia characias*", propolis and royal jelly (GR), harvested from different regions of Algeria, as well as the effect of these products, on six bacterial strains: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, clinical *staphylococcus*, *Bacillus cereus*, *klebsilla pneumoniae*, and *Pseudomonas aeruginosa* by the diffusion technique on agar medium. To identify the active ingredients of these bee products, phytochemical analyzes were carried out and revealed the presence of flavonoids and polyphenols in the trios types of honey tested "Sidr honey (*Zizyphus jujuba* honey), mountain honey, *Eruca sativa* honey (white honey). Physicochemical analysis (pH, humidity, electrical conductivity) of all the products used showed a difference in values from one sample to another. However, they all meet international standards. The antibacterial activity was evaluated in vitro by the diffusion method on agar medium and the results obtained showed a high sensitivity of the strain *S.aureus* and *S.clinique* with diameters of the zones of inhibition ranging from 10-35 mm, and a moderate sensitivity of the other strains (Gram positive and Gram negative) to the different hive products used. while they were less effective against *E. coli*, *Pseudomonas klebessila* and *Bacillus*.

Keywords: Bee products, Antibacterial activity, Physicochemical analyses, Bacterial strains



دراسة النشاط المضاد للميكروبات لمنتجات خاليا النحل (العسل، البروبوليس وغذاء ملكات النحل)

الملخص

تعتبر منتجات النحل (العسل، البروبوليس، غذاء ملكات النحل) مركبات بيولوجية متنوعة للغاية، مما يمنحها العديد من الخصائص، سواء من الناحية التغذوية أو الطبية. الهدف من دراستنا هو تقييم النشاط المضاد للبكتيريا والنشاط المضاد للأكسدة لأربعة أنواع من العسل ("عسل السدر" عسل *Zizyphus jujuba*)، عسل جبلي، عسل الجرجير) عسل أبيض، عسل نالغوفيت) عسل *Euphorbia characias* (والغذاء الملكي) GR، حيث تم الحصول عليهم من مناطق مختلفة من الجزائر، بالإضافة إلى تأثير هذه المنتجات، على سببها بكتيرية: *Escherichia coli*، و *Staphylococcus aureus*، و *Staphylococcus clinique*، و *Bacillus cereus*، و *klebsilla pneumoniae*، و *Pseudomonas aerugenosa* بتؤنفة الانتشار على وسط جيلاليني. للتعرف على المكونات النشطة لمنتجات النحل هذه، تم إجراء تحليل كيميائي زبكية وكشفت عن وجود مركبات الفلافونويد والبوليفينول في الأنواع الثلاثة من العسل المخنبرة "عسل السدر، عسل الجبل و عسل الجرجير. أظهر التحليل الفيزيائي الكيمياء (ألس الهيدروجيني، الرطوبة، التوصيل الكهربائي) لجمع المنتجات المستخدمة اختالاً نبي التقييم من عينة إلى أخرى، ومع ذلك، نهي نتوانق مع المعايير الدولية. تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا في المختبر بتؤنفة الانتشار على وسط جيلاليني وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها حساسية عالية لسالة *S. aureus* و *S. clinique*. على منتجات الخلوة المخنبرة المستخدمة. بينما كانت أول ناعلغة ضد، و *Escherichia coli* *Bacillus pneumoniae* *Pseudomonas aerugenosa*، و

الكلمات المفتاحية: منتجات النحل، النشاط المضاد للبكتيريا، التحليل الفيزيائية والكيميائية، السالالت البكتيرية.

Table des Matières

Table de matières

Résumé en Français

Résumé en Anglais

Résumé en Arabe

Table des Matières

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des Photographies

Liste des Abréviations

Introduction générale 01

Partie I. Synthèse bibliographique

I-« Apiculture »

| | |
|--|----|
| I.1. Apiculture..... | 03 |
| I.1.1. Les types de l'apiculture..... | 03 |
| I.1.2. L'apiculture dans le monde..... | 03 |
| I.1.3. L'Apiculture en Algérie..... | 05 |
| I. 2. L'abeille..... | 05 |
| I. 2.1. La nourriture de l'abeille..... | 06 |
| I. 2.1.1. La nourriture naturelle..... | 06 |
| I. 2.1.2. La nourriture par d'autres produits..... | 06 |

II- « Les produits de la ruche »

| | |
|--|----|
| II.1. Les produits de la ruche..... | 07 |
| II.1.1. Le Miel..... | 07 |
| II.1.1.1. Origine du Miel..... | 07 |
| II.1.1.2. Composition du Miel..... | 08 |
| II.1.2. La Propolis..... | 10 |
| II.1.2.1. Origine de la Propolis..... | 10 |
| II.1.2.2. Composition de la Propolis..... | 10 |
| II.1.2.3. Propriétés de la propolis..... | 11 |
| II.1.2.3.1. Les propriétés physico-chimiques de la propolis..... | 11 |
| II.1.2.3.2. Les propriétés biologiques de la propolis..... | 11 |
| II. 1.2.3.3. Les propriétés organoleptiques de la propolis..... | 12 |

Table des Matières

| | |
|---|----|
| II. 1.2.4. Activité antibactérienne de la propolis..... | 12 |
| II.1.3. La Gelée royale..... | 13 |
| II.1.3.1. Composition de la gelée royale..... | 13 |
| II.1.3.2. Origine de la gelée royale..... | 14 |
| II.1.3.3. Caractéristiques de la gelée royale..... | 14 |
| II.1.3.4. Propriétés de la gelée royale..... | 14 |
| II.1.3.4.1. Propriétés physicochimiques de la gelée royale..... | 14 |
| II.1.3.4.2. Propriétés biologiques de la gelée royale..... | 14 |
| II.1.3.4.3. Propriétés Médicinales de la gelée royale..... | 14 |
| II.1.3.4.4. Autre propriétés de la gelée royale..... | 14 |
| II.1.3.5. Activée antibactérienne de la gelée royale..... | 15 |
| II.1.4. Le Pollen..... | 15 |
| II.1.4.1. Origine du pollen..... | 16 |
| II.1.4.2. Composition du pollen..... | 16 |
| II.1.4.3. Les propriétés du pollen..... | 17 |
| II.1.4.3.1. Propriétés organoleptiques du pollen..... | 17 |
| II.1.4.3.2. Propriétés antioxydantes du pollen..... | 17 |
| II.1.4.4. Activité antibactérienne de pollen..... | 17 |
| II.1.5. La cire..... | 18 |
| II.1.5.1. L'importance de la cire..... | 18 |
| II.1.5.2. L'origine de la cire..... | 19 |
| II.1.5.3. La composition de la cire..... | 19 |
| II.1.5.4. Propriétés de la cire..... | 19 |
| II.1.5.4.1. Les propriétés physico-chimiques de la cire..... | 19 |
| II.1.5.4.2. Les propriétés cosmétiques de la cire..... | 19 |
| II.1.5.4.3. Autre propriétés de la cire..... | 20 |
| II.1.5.5. Activité antibacérienne de la cire..... | 20 |

Partie II. Matériel et méthodes

| | |
|--|----|
| 1. Origine des échantillons..... | 22 |
| 2. Les souches bactériennes utilisées..... | 23 |
| 3. Analyse physico-chimiques des échantillons..... | 24 |
| 3.1 Mesure de PH des échantillons..... | 24 |

Table des Matières

| | |
|---|----|
| 3.2. Mesure d'humidité des échantillons..... | 25 |
| 3.3. Mesure de la conductivité des échantillons..... | 25 |
| 4. Identification des pollens des différents miels..... | 26 |
| 5. Evaluation de l'activité antibactérienne..... | 27 |
| 5.1. Préparation des extraits éthanoïques de la propolis..... | 27 |
| 5.2. Préparation des dilutions de miel..... | 28 |
| 5.3. Réactivation des souches..... | 29 |
| 5.4. Préparation de la suspension bactérienne..... | 29 |
| 5.5. Aromatogramme..... | 29 |
| 5.6. Méthode des disques..... | 29 |
| 5.6.1. Protocole expérimental..... | 29 |
| 5.6.2. Dépôt des disques..... | 30 |
| 5.6.3. Lecture..... | 30 |
| 7. Etude de l'activité antioxydante des échantillons..... | 30 |
| 7.1. Dosage des composés phénolique..... | 31 |
| 7.2. Dosage des flavonoïdes..... | 31 |

Partie III. Résultats et Discussions

| | |
|---|----|
| 1. Les tests organoleptiques..... | 33 |
| 2. Les tests physicochimiques des produits de la ruche..... | 33 |
| 2.1. Mesure du pH..... | 33 |
| 2.2. L'humidité..... | 35 |
| 2.3. Conductivité électrique..... | 36 |
| 3. Identification des pollens des différents miels..... | 36 |
| 4. Activité anti bactérienne des différents produits de la ruche..... | 39 |
| 4.1. Miel..... | 39 |
| 4.1.1. Miel de Talghoufet..... | 39 |
| 4.1.2. Miel de Sidr..... | 40 |
| 4.1.3. Miel de Montagne..... | 42 |
| 4.1.4. Miel blanc..... | 43 |
| 4.2. Propolis..... | 44 |
| 4.3. La gelée royale..... | 46 |
| 5. Teneur en antioxydants..... | 47 |

Table des Matières

| | |
|--|-----------|
| 5.1. Composés phénoliques totaux..... | 47 |
| 5.2. Flavonoïdes totaux..... | 48 |
| Conclusion et perspectives..... | 50 |
| Références bibliographiques..... | 52 |
| Annexe | |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|-------------------|---|-----------|
| Tableau 1 | Les différents types de la ruche..... | 04 |
| Tableau 2 | Les produits de l'abeille utilisés dans l'étude..... | 23 |
| Tableau 3 | Les propriétés organoleptiques des différents échantillons..... | 34 |
| Tableau 4 | Mesure de pH des quatre échantillons de miel, Propolis et la gelée royale..... | 35 |
| Tableau 5 | Mesure de l'humidité des quatre échantillons de miel, Propolis et la gelée royale. | 36 |
| Tableau 6 | Mesure de la conductivité des quatre échantillons de miel, Propolis et la gelée royale..... | 37 |
| Tableau 7 | Identification des pollens des miels..... | 38 |
| Tableau 8 | Diamètres des zones d'inhibition du Miel de Talghoufet sur les souches testée..... | 41 |
| Tableau 9 | Diamètres des zones d'inhibition du Miel de Sidr sur les souches testée.. | 42 |
| Tableau 10 | Diamètres des zones d'inhibition du Miel de Montagne sur les souches testée..... | 43 |
| Tableau 11 | Diamètres des zones d'inhibition du Miel blanc sur les souches testée.... | 44 |
| Tableau 12 | Diamètres des zones d'inhibition de la propolis sur les souches testée | 45 |
| Tableau 13 | Diamètres des zones d'inhibition de la gelée royale sur les souches testée..... | 47 |

Liste des Figures

LISTE DES FIGURES

| | | |
|------------------|---|-----------|
| Figure 1 | Photographie d' <i>Apis mellifera</i> | 05 |
| Figure 2 | Les produits de la ruche | 07 |
| Figure 3 | Composition générale du miel..... | 08 |
| Figure 4 | Différents types d'activités biologiques des produits du miel..... | 09 |
| Figure 5 | Composition chimique de la propolis..... | 11 |
| Figure 6 | La gelée royale..... | 13 |
| Figure 7 | Composition générale de la gelée royale..... | 13 |
| Figure 8 | Différents types d'activités biologiques de la gelée royale..... | 15 |
| Figure 9 | Pollen..... | 16 |
| Figure 10 | Composition chimique de la propolis..... | 17 |
| Figure 11 | La cire..... | 18 |
| Figure 12 | Diamètres des zones d'inhibition du Miel de Talghoufet vis-à-vis les souches bactériennes testée..... | 41 |
| Figure 13 | Diamètres des zones d'inhibition du Miel de Sidr vis-à-vis les souches bactériennes testée..... | 42 |
| Figure 14 | Diamètres des zones d'inhibition du Miel de Montagne vis-à-vis les souches bactériennes testée..... | 44 |
| Figure 15 | Diamètres des zones d'inhibition du Miel blanc vis-à-vis les souches bactériennes testée..... | 45 |
| Figure 16 | Diamètres des zones d'inhibition de la propolis vis-à-vis les souches bactériennes testée..... | 46 |
| Figure 17 | Diamètres des zones d'inhibition de la gelée royale vis-à-vis les souches bactériennes testée..... | 47 |
| Figure 18 | Histogramme des teneurs en polyphénols totaux..... | 49 |
| Figure 19 | Histogramme des teneurs en flavonoïdes..... | 50 |

Liste des Photographies

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

| | | |
|------------------------|--|-----------|
| Photographie 1 | Complexe des laboratoires pédagogiques de la Faculté des sciences de la nature et de vie à El Hamma (Khenchela)..... | 21 |
| Photographie 2 | Les produits de la ruche..... | 22 |
| Photographie 3 | pH mètre de type « pH 211 Microprocessor pH mètre »..... | 24 |
| Photographie 4 | Refractomètre de type Bellingham + Stanley..... | 25 |
| Photographie 5 | Multi-paramètre de type EC 215 Conductivity mètre..... | 26 |
| Photographie 6 | Les extraits éthanoïques de la propolis après la macération..... | 28 |
| Photographie 7 | Les différentes dilutions de miel..... | 28 |
| Photographie 8 | Observation microscopique du Miel de montagne à grossissement *40..... | 38 |
| Photographie 9 | Observation microscopique du Miel blanc à grossissement *40..... | 38 |
| Photographie 10 | Observation microscopique du Miel blanc à grossissement *100..... | 39 |
| Photographie 11 | Observation microscopique du miel de Talghoufet à grossissement *40 | 39 |
| Photographie 12 | Observation microscopique du miel de Talghoufet à grossissement *100 | 39 |
| Photographie 13 | Observation microscopique du miel de Sidr à grossissement *100 .. | 39 |
| Photographie 14 | activité antibactérienne de (miel, propolis, gelée royale) sur les bactéries..... | 40 |

Liste des Abréviations

LISTE DES ABRÉVIATIONS

| | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| BN | Bouillon nutritif |
| GN | Gélose nutritive |
| MH | Muller Hinton |
| ED | Eau distillée |
| GR | GR : gelée royale |
| <i>S. aureus</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> |
| <i>E. coli</i> | <i>Escherichia coli</i> |
| <i>S. Clinique</i> | <i>Staphylococcus clinique</i> |
| <i>B.cereus</i> | <i>Bacillus cereus</i> |
| <i>K. pneumoniae</i> | <i>Klebsiella pneumoniae</i> |
| <i>P. aeruginosa</i> | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| WO42- | Phosphotungstique. |
| MoO4²⁻ | phosphomolybdique. |
| AlCl₃ | Chlorure d'aluminium |
| ATCC | American Type Culture Collection |
| EAG | Equivalent d'acide gallique |
| EQ | Equivalent de quercétine |
| µg | Microgramme |

Introduction



Au cours de ces dernières années, les maladies infectieuses sont devenues la première cause de mortalité dans le monde. Les antibiotiques ont joué un rôle important dans la lutte contre ces maladies. Cependant avec l'utilisation injustifiée de ces molécules, les bactéries ont appris à s'adapter et à résister aux antibiotiques (Boukhatem, 2013).

Face à cette menace, certains chercheurs scientifiques et microbiologistes ont commencé à s'intéresser aux vertus thérapeutiques de certains produits naturels, sachant que ces derniers ne représentent presque pas d'effets secondaires (Bradbear, 2011). Parmi ces produits, les produits de la ruche qui sont en tendance ces dernières années.

Dans beaucoup de civilisations et de croyances les produits de la ruche ont toujours fasciné l'homme et occupés une place privilégiée notamment pour leurs propriétés nutritives et thérapeutiques. Ces cadeaux de la nature sont les symboles à la fois de la vie, de l'abondance, de la pureté et de la sagesse (Doukani et *al.*, 2014)

Les produits de la ruche proviennent de la transformation par les abeilles de substances issues de fleurs ou de végétaux. Il existe deux catégories de produits issus de la ruche : les produits fabriqués directement par les abeilles tels que la gelée royale, la cire d'abeilles et les produits d'origine végétale tels que le miel, la propolis et le pollen. Leurs actifs naturels permettent de répondre aux besoins de l'Homme. (Blanc, 2010)

Dans cette optique notre travail fixe pour principal objectif l'étude In vitro de l'effet antibactérien de quatre miels différents ainsi que la propolis et la gelée royale, l'activité antioxydantes aussi a été évaluée. Pour atteindre ces objectifs nous avons réalisé les étapes suivantes :

1. Prospector et déterminer le site d'échantillonnage des différents produits.
2. Une caractérisation organoleptique de nos échantillons
3. Une caractérisation physico-chimique des différents échantillons.
4. Identification des pollens des différents miels
5. Ensuite, Evaluation de l'activité antibactérienne de nos échantillons sur certaines souches bactériennes potentiellement pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus clinique*, *E. coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae*)
6. En parallèle, une recherche de certains principes actifs par des tests photochimiques ont été réalisées sur les substances utilisées dans l'étude.



Introduction

Trois grandes parties sont illustrées dans cette présente mémoire, la première aborde une synthèse bibliographique permettant de situer le travail dans son contexte scientifique.

Ensuite, une deuxième partie concerné le matériel et les méthodes utilisés pour chaque étape de travail, De ce fait nous avons procédé à l'évaluation du pouvoir antibactérien en effectuant un antibiogramme Enfin, les résultats obtenus ont été analysés, discutés et comparés avec des résultats investigateurs sur le thème en question.

Ce mémoire est clôturé par une conclusion qui comporte une série de réflexions scientifiques et de perspectives qui restent à réaliser dans un avenir proche.

Partie 1

Synthèse Bibliographique

I.1. Apiculture

L'apiculture est une activité agricole définie comme l'art, la science et/ou l'activité de gestion des abeilles dans le but de produire du miel, de la cire et d'autres produits apicoles pour la consommation personnelle et l'utilisation industrielle (Etxegarai-Legarreta et *al.*, 2022).

Est une activité ancienne et largement répandue dans de nombreux pays du monde et est considérée comme l'un des projets qui ont accéléré le cycle du capital, la pollinisation des plantes économiques et médicinales étant une activité parallèle dans la plupart des pays. (Hakim et Akbay, 2022).

I.1.1. Les types de l'apiculture

Bien connaître le comportement des abeilles, la flore des environs, posséder des colonies saines, de bonnes reines, voici quelques principes de bases qui permettent d'élever sérieusement des abeilles. De bonnes conditions météorologiques et une solide expérience de la pratique apicole font le reste.

L'idée étant de faire produire efficacement du miel à ses ruches, l'apiculteur vise à obtenir le maximum de butineuses au moment de la grande miellée.

La domestication de l'abeille a impliqué la mise au point d'enceintes pour l'accueillir. A travers les siècles, l'homme a utilisé d'abord les ruches à rayons fixes formées d'une seule pièce, puis de plusieurs pièces (ruches à calottes ou à hausses), Enfin sont apparues les ruches à cadres mobiles actuellement répandues dans tout le monde apicole (Tableau 1).

I.1.2. L'apiculture dans le monde.




L'abeille est l'un des organismes pollinisateurs les plus importants des plantes sauvages et agricoles, étant essentielle pour la santé des écosystèmes et la sécurité alimentaire. En même temps, c'est le seul pollinisateur ayant une relation aussi étroite avec l'homme. Il est précieux pour le gagne-pain des apiculteurs, la croissance de la campagne, et l'économie mondiale dans son ensemble. (Kagiali et *al.*, 2023).

Dans de nombreux pays du monde, une attention particulière est portée à l'amélioration des mécanismes organisationnels et économiques de gestion de l'apiculture comme condition importante pour assurer l'efficacité et la pérennité de la filière (Djurabayevitch, 2023).

Lorsque l'on considère les activités apicoles dans le monde, le plus grand nombre de ruches se trouve en Inde (13 048 275), la Chine (9 048 546) et la Turquie (7 947 687). En termes de

production de miel, la Chine (446 900 tonnes) occupe la première place. La Turquie (114.113 tonnes) et l'Argentine (79.468 tonnes) suivent la Chine (En ligne Akyürek, 2022).

Tableau 1. Les différents types de la ruche

| | Type | Description | Figure |
|-----------------|---|--|---|
| Traditionnelles | Ruche kényane ou la ruche alsacienne | De forme trapézoïdale, afin de décoller facilement les rayons, cette ruche n'a pas de dimensions précises, sauf pour ses barrettes de dessus, qui correspondent à l'écartement naturel des rayons, elle se travaillent comme des ruches à cadres ordinaires et permettent la récolte d'un miel bien operculé. (Etienne et <i>al</i> , 2015). |  |
| | Les ruches peintes | Décorait le fronton des ruches d'admirables peintures, À l'origine, celles-ci étaient destinées à éviter que les abeilles se trompent de colonie, les entrées étant très près les unes des autres. On trouve également dans les pays de l'Est des ruches à tiroirs, qui sont utilisées en ruchers-roulottes. (Etienne et <i>al</i> , 2015). |  |
| Modernes | La ruche Warré | La ruche Warré se prête à une apiculture d'observation, où la production de miel n'est pas le premier objectif. Son exploitation, comme son expansion vers le bas, se rapproche du mode de vie naturel des abeilles. (Jean, 2013). |  |
| | La ruche Dadant | La ruche Dadant est la plus répandue. Elle permet un bon compromis entre les trois principaux objectifs : la production, l'élevage et l'équipement. (Jean, 2013). |  |
| | La ruche Langstroth | Également appelée ruche standard, est assez proche du modèle Dadant. Ses cadres sont plus petits 20 x 43 cm. Des hausses de 17 cm ou 13 cm peuvent être placées sur le corps de ruche ou des corps de même hauteur (24 cm) peuvent être superposés les uns sur les autres. (Alexandra, 2011). |  |

I.1.3. L'Apiculture en Algérie.

L'Afrique du Nord est une zone climatique méditerranéenne caractérisée par des hivers doux et des étés chauds et secs. *Apis mellifera intermissa* est une sous-espèce indigène trouvée en Tunisie, en Algérie et au Maroc (Abdelkader, 2020).

En Algérie, l'apiculture est considérée comme faisant partie intégrante de la routine agricole et rurale. Elle est pratiquée dans plusieurs régions mais a été plus importante dans le nord du pays grâce aux conditions climatiques appropriées et à la grande biodiversité floristique qui fournit des ressources en miel pendant la majeure partie de l'année. Il y a plus de 20 000 apiculteurs avec 700 000 ruches dans toute l'Algérie, principalement des ruches modernes (type Langstroth et moins type Dadant) et rarement des ruches traditionnelles (Ghorab et *al.*, 2021).

I.2. L'abeille

Les abeilles sont des insectes appartenant à l'ordre des hyménoptères et il en existe plus de 20000 espèces apparus il y a 45 millions d'années nettement avant l'homme. Celles de nos contrées existent depuis l'apparition des plantes à fleurs et se sont adaptées aux climats et aux biotopes (Bonté et Des moulière, 2013).

Les mieux connus et les plus utilisées en apiculture sont dans le genre *Apis* et font partie de l'espèce *Apis mellifera* (Figure 1) et de la famille des *Apidae* comportant une vingtaine de races (ou sous-espèces) appartenant à des groupes correspondant à des aires géographiques. Par exemple, l'*Apis mellifera*, également appelée abeille noire ou commune, fait partie du groupe de Méditerranée occidentale. (Clément, 2004).



Figure 1 : Photographie d'*Apis mellifera* (Clément, 2004).

Elles, en plus de leur production de miel, assurent la pollinisation des arbres fruitiers et des autres cultures entomophiles. Toute menace sur ces insectes, qu'elle provienne des pesticides, des herbicides ou de maladies, entraînent un déséquilibre environnemental. (Adjlane et *al.*, 2012).

I.2.1. La nourriture de l'abeille

L'influence de l'environnement sur l'abeille domestique est liée à deux facteurs et conditions, les ressources alimentaires et le climat. Lorsque les apiculteurs sont consultés, ils pointent souvent du doigt les mauvaises conditions climatiques (froid et pluies) qui empêchent les abeilles de sortir pour faire des réserves de nourriture. (Adjlane et *al.*, 2012)

I.2.1.1. La nourriture naturelle

L'élaboration du miel est un procédé naturel complexe. Les éléments de base de la nourriture des abeilles sont le nectar et le pollen des fleurs, et le miellat (Bonté et Des moulière, 2013).

Le pollen est un nutriment essentiel pour les abeilles et est la seule source de protéines et de lipides dont les acides gras. Certains de ces acides gras, notamment ceux abondants dans les pollens de graminées, sont connus pour stimuler le développement larvaire et avoir des fonctions antibactériennes et antifongiques. (Gandar, 2016).

Les grands groupes de plantes insectivores cultivées : les arbres fruitiers (pommier, poirier, cerisier, kiwi, prunier, amandier, pêcher, châtaignier), les "baies" (fraises, framboises, cassis, groseilles), les oléagineux (tournesol et colza) (Tasei, 1996).

I.2.1.2. La nourriture par d'autres produits

D'autres méthodes doivent être utilisées pour améliorer la miellée et l'équilibre de la colonie. Ils ont trouvé deux façons d'effectuer l'alimentation. Tout d'abord, le nourrissage spéculatif appelé « biberonnage » ou « nourrissage collectif » qui a lieu au printemps et qui sert à stimuler la ponte de la reine. Avec ce type d'alimentation, les nectaires sont simulés à l'aide de sirop de saccharose en petite quantité préparé à partir de 1 kg de sucre et 1 litre d'eau chaude. Cette liqueur sera idéalement positionnée au fond de la ruche pour s'écouler lentement à travers un distributeur qui passe par le trou de mouche. Deuxièmement, il y a une alimentation complémentaire, qui est programmée au début de l'automne ou réalisée en urgence en hiver. Idéalement, le produit utilisé ici serait du miel, mais comme la rentabilité de la culture est également prise en compte, un produit assimilable à celui-ci fera l'affaire : un produit pâtissier comme le sirop de sucre inverti. Effectuez systématiquement l'alimentation à l'automne après avoir collecté une portion de miel (Anonyme, 2015).

II.1. Les produits de la ruche.

L'importance des abeilles ne réside pas seulement dans le fait qu'elles sont des insectes pollinisateurs, mais également, ses produits précieux (le miel, la gelée royale, le pollen, la propolis, la cire et le venin) (Figure 2) qui ont un impact positif sur la santé humaine grâce à leur richesse en composés phénoliques (notamment les flavonoïdes), en minéraux, en vitamines. et leur activité antimicrobienne.



Figure 2. Les produits de la ruche (site02)

II.1.1. Le Miel

Le miel, substance naturellement douce et visqueuse, est principalement produite par les abeilles (*Apis mellifera*) à partir du nectar des fleurs. Le miel exerce une pléthore d'activités biologiques et pharmacologiques, à savoir une activité antioxydante, antimicrobienne et anti-inflammatoire, en raison de la présence d'une grande variété de composés bioactif (Hossain et *al.*, 2022).

II.1.1.1 Origine du Miel

La sève élaborée est la matière première du miel. Elle est extraite des vaisseaux et libérée de la plante qui la contient essentiellement de deux manières principales :

- ✓ Par les nectaires organes nourriciers au niveau des fleurs, élaborant le nectar (origine directe du miel)
- ✓ Par des insectes piqueurs-suceurs (pucerons principalement), excréant un liquide sucré et visqueux déposé sur les feuilles de plantes appelé miellat (origine indirecte du miel) (Jean-Prost, 2005).
- ✓ En absence de nectar sur les fleurs, les abeilles prélèvent aussi les matières sucrées des fruits (Rossant, 2011).

II.1.1.2. Composition du Miel

Le miel est l'une des substances sucrées naturelles les plus populaires. D'un point de vue chimique, il pourrait être défini comme un aliment naturel composé principalement de sucres et d'eau ainsi que de constituants mineurs tels que des minéraux, des vitamines, des acides aminés, des acides organiques, des flavonoïdes et d'autres composés phénoliques et des substances aromatiques (Santos-Buelga et González-Paramás, 2017). Donc leur composition dépend de différents facteurs comme les espèces végétales butinées, la race des abeilles, l'état de la colonie, etc. En moyenne, le miel contient : 17 % d'eau (limite légale de 21 %, sauf exception : miel de callune, 23 %), 31 % de glucose, 38 % de fructose, 7,5 % de maltose, 1,5 % de saccharose (jusqu'à 10 % et même davantage dans le miel de lavande) et une dizaine d'autres sucres (Jean-Prost, 2005) (Figure 3).

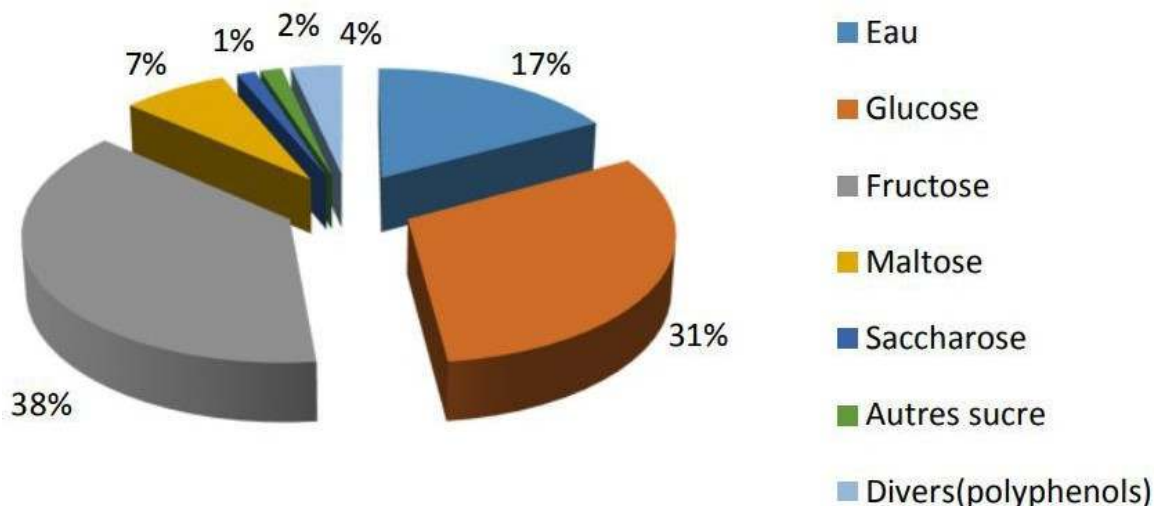


Figure 3. Composition générale du miel (Bruneau, 2002)

Ces derniers temps, l'émergence de résistances multiples et prolongées aux médicaments pathogènes humains a appelé à une recherche urgente de sources plus efficaces de produits

naturels pour traiter les maladies infectieuses. L'activité du miel repose principalement sur son origine botanique et entomologique (Tesfaye, 2023).

Le miel est utilisé comme médicament depuis l'antiquité dans de nombreuses cultures dans la médecine populaire (Molan, 1992).

Le miel possède en plus de ses activités énergétiques et nutritionnelles une action cicatrisante et désinfectante, il peut aider la plaie à se refermer et à soulager les patients souffrant de brûlures grâce à sa forte teneur en flavonoïdes qui réduiraient l'état inflammatoire (Erejuwa, 2012 ; Dumbrava, 2013). Des études ont montré des activités antifongiques contre *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida krusei* et *Trichosporon sp* (Shenoy, 2012), ainsi que des activités antivirales contre l'herpès simplex de type 1 et de type 2 sur les lésions, notamment grâce aux flavonoïdes (Amoros, 1992) et au monoxyde d'azote (Cavia, 2007) contenus dans certains miels (Figure 4).

L'activité antibactérienne du miel a été signalée pour la première fois en 1892 sur certaines bactéries telles que *Salmonella Typhi*, *Salmonella Paratyphi*, et *Staphylococcus aureus* (Cortopassi-Laurino Et Gelli, 1991). Tous les miels n'ont pas la même activité antibactérienne, mais il présente de manière générale une activité envers des espèces bactériennes aérobies et les anaérobies, aussi bien Gram (+) que Gram (-) (Ahmadi, 2013).



Figure 4. Différents types d'activités biologiques des produits du miel.

II.1.2. La Propolis

La propolis est une substance résineuse composée d'un mélange de différentes parties végétales et de molécules sécrétées par les abeilles. Chimiquement, il se définit comme une matrice complexe contenant des molécules biologiquement actives aux activités antibactériennes, antifongiques, antivirales, antiparasitaires, hépatoprotectrices et immunomodulatrices (Santos et *al*, 2020).

Elle est utilisée par les ouvrières pour colmater les trous et les fissures de leur ruche pour la protéger contre les conditions météorologiques défavorables et comme c'est une substance antiseptique, elle protège ainsi la ruche contre les contaminations bactériennes ainsi que les invasions étrangères (Derevici et *al*, 1964 ; Philippe, 1999).

La fonction de la propolis a été utilisée pour lisser la surface intérieure de la ruche, pour maintenir la température interne de la ruche à environ 35°C, pour prévenir les intempéries et pour l'invasion par les prédateurs. Simultanément, la propolis pourrait durcir la paroi cellulaire et contribuer à un environnement interne aseptique. La propolis possède également une odeur agréable et devient molle et collante lors du chauffage (Chon et *al*, 2020).

II.1.2.1. Origine de la propolis

La Propolis à deux origines :

- ✓ **Origine interne** : La Propolis est une résine provenant de la première phase de la digestion du pollen dans Un petit organe, situé entre le jabot et l'intestin moyen.
- ✓ **Origine externe** : Les principales essences d'arbres, connues pour être productrices de propolis sont par différents conifères : pin, sapin, épicéa ; plusieurs espèces de peupliers (qui semblent la source la plus importante), l'aulne, le saule, le marronnier d'Inde, le bouleau, le prunier, le frêne, le chêne et l'orme (Bouaroura ép Redjem et Segueni, 2020).

II.1.2.2. Composition de la propolis

La composition varie au sein de la flore de chaque région et selon la période de l'année où la collecte est effectuée, et elle dépend également du patrimoine génétique de l'abeille (Santos et *al*, 2020)

Jusqu'en 2000, plus de 300 composants chimiques appartenant aux flavonoïdes, terpènes et phénoliques ont été identifiés dans la propolis (Fernandes-Silva et *al*, 2013).

La propolis est un produit des abeilles avec un large spectre de propriétés biologiques. En tant que substance résineuse, la propolis est préparée par les abeilles pour sceller les fissures, lisser les parois et maintenir l'humidité et la température stables dans la ruche tout au long de l'année. La propolis brute est typiquement composée de 50% de résines végétales, 30% de cires, 10% d'huiles essentielles et aromatiques, 5% de pollens et 5% d'autres substances organiques (Huang *et al* ,2014) (Figure 5).

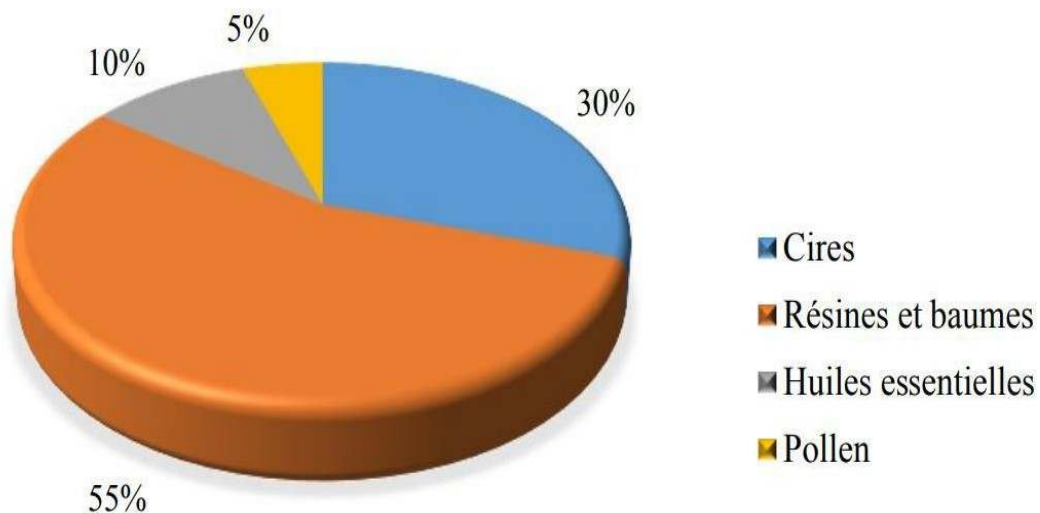


Figure 5. Composition chimique de la propolis (Philippe, 1999).

II.1.2.3. Propriétés de la propolis

II.1.2.3.1. Les propriétés physico-chimiques de la propolis

- ✓ **Consistance** : La couleur de la propolis varie selon la zone et la source végétale. Il fond entre 60°C et 70°C tandis que certains de ses types fondent à 100°C. Dur à basse température et mou à haute température (Anjum *et al*,2019).
- ✓ **Solubilité** : Très peu hydrosoluble, la propolis est partiellement soluble dans l'alcool, l'acétone, l'éther, le chloroforme et le benzène. Seul un mélange adéquat de différents solvants permet de dissoudre la quasi-totalité de ses composants.
- ✓ **Densité** : Elle est de l'ordre de 1,2 en moyenne (Fouchal et Laksari, 2019).

II.1.2.3.2. Les propriétés biologiques de la propolis

Les nombreuses propriétés biologiques de la propolis, notamment antibactériennes, antifongiques, antioxydantes, anti-inflammatoires et anticancéreuses, ont été décrites dans la littérature. De plus, l'activité de la propolis contre diverses souches de virus, tels que le virus

de l'herpès simplex (HSV-1), le virus antigrippal, l'anti-HIV-1 et l'anti-SARS-CoV-2 a été rapportée dans la littérature. La composition chimique (teneur totale en phénols et flavonoïdes, ainsi que le profil phénolique) et donc les activités biologiques des extraits de propolis dépendent de nombreux facteurs, tels que l'origine géographique de l'échantillon de propolis, la saison de sa collecte, les espèces d'abeilles et le solvant utilisé pour procédé d'extraction ou méthode de récolte de la propolis (Woźniak *et al.*, 2023).

II.1.2.3.3. Les propriétés organoleptiques de la propolis

La propolis est récoltée sur une grande variété d'arbres et d'arbustes. Chaque région et chaque colonie semble avoir ses propres sources de résine préférées. Ce qui explique la grande variation de la couleur et de l'odeur de la propolis. La couleur varie très fortement du brun jaune au brun vert ou du brun rouge au rouge foncé selon l'origine botanique et géographique. Une saveur souvent âcre et parfois amère. Son odeur est variable selon son origine ; en général arôme agréable et douceâtre, mélangé à celui du miel, de la cire et d'autres produits (Cannelle, vanille, etc.) (Oujdir, 2021).

II.1.2.4. Activité antibactérienne de la propolis

La propolis possède des propriétés antioxydantes et antibactériennes (antibactérien, antifongique...). Au niveau antibactérien, il agit principalement sur la division cellulaire, stoppant la croissance et la progression bactériennes. De plus, les flavonoïdes concentrés dans la propolis possèdent de puissantes propriétés antioxydantes qui neutralisent les radicaux libres. Ces radicaux libres ainsi que d'autres facteurs conduisent à la dégénérescence cellulaire (par exemple en cas de maladie cardiovasculaire, d'arthrite, de cancer, de diabète). (Benhanifia, 2015)

la propolis assure une très bonne antiseptie contre plusieurs bactéries, levures et moisissures, ayant fortes caractéristiques antiseptiques et purifie l'air de l'intérieur de la ruche par les huiles étheriques et les balsames qui s'évaporent (Navrotescu et Toma, 2005).

Les huiles essentielles et les baumes entrant dans la composition de la propolis lui confèrent des propriétés antibactériennes et antifongiques. Même lorsque la propolis est étalée en fine couche d'isolant, ces propriétés sont présentes chez certains intrus, rats ou gros papillons qui sont tués par les abeilles mais dont la carcasse : ne peut être évacuée de la ruche. Les propriétés antiseptiques de la propolis ont été prouvées par des études cliniques et en laboratoire (Derevici *et al.*, 1964).

II.1.3. La Gelée royale

La gelée royale est un liquide épais blanc laiteux ou jaunâtre légèrement sucré (Figure 6) et manifestement acide, qui est produit et secréter par les abeilles nourrices à partir de leur glande hypopharyngées. Étant donné que ce type de nourriture est principalement utilisé pour nourrir la reine des abeilles, il est appelé gelée royale et également appelé lait d'abeille (Li et *al.*, 2022).



Figure 6. La gelée royale (Blanc,2010).

II.1.3.1. Composition de la gelée royale

La gelée royale contient des substances bioactives, telles que des glucides, des protéines, des lipides, des peptides, des sels minéraux et des polyphénols qui contribuent aux activités biologiques et pharmacologiques appréciées (Salama et *al.*, 2022) (Figure 7).

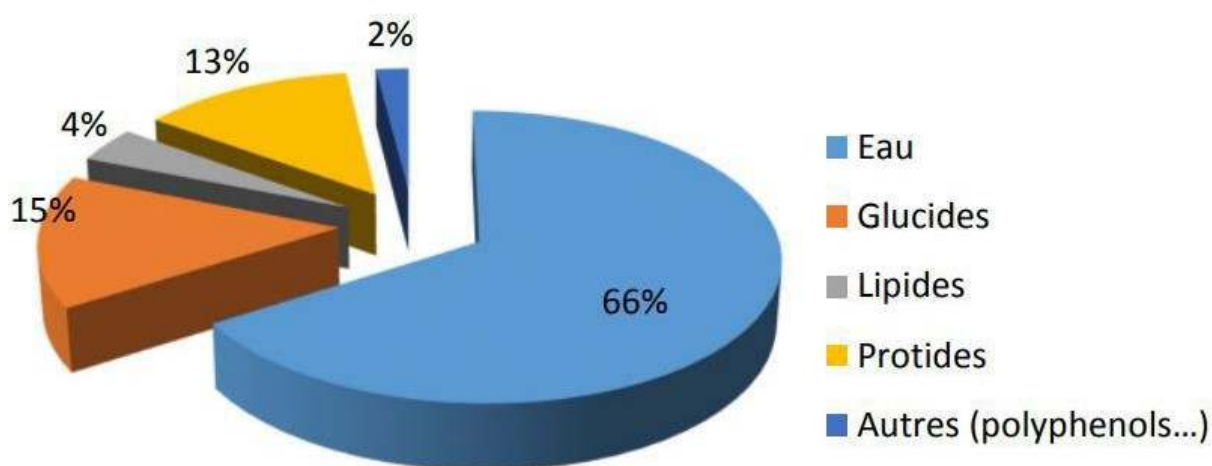


Figure 7. Composition générale de la gelée royale (Ravazzi, 2007).

II.1.3.2. Origine de la gelée royale

La gelée royale (RJ) est un super aliment naturel sécrété par l'hypo pharynx et les glandes mandibulaires des abeilles ouvrières (Bulbul *et al.*, 2023).

II.1.3.3. Caractéristiques de la gelée royale

La gelée royale apparaît comme une substance avec une consistance gélatineuse, souvent pas homogène en raison de la présence de non dissous granulés de taille variable. Il a un caractère distinctif odeur et goût prononcés. Il est en partie soluble dans l'eau et très acide (pH 3,4 - 4,5) avec une densité de 1,1 g/ml (Bărnuțiu *et al.*, 2011).

II.1.3.4. Propriétés de la gelée royale

II.1.3.4.1. Propriétés physicochimiques de la gelée royale

La couleur, le goût et la composition chimique de la gelée royale sont déterminés par l'absorption et la transformation des aliments de l'abeille pendant la période de production de gelée royale (pollen, nectar et miel) (Nonotte-Varly, 2022).

II.1.3.4.2. Propriétés biologiques de la gelée royale

Propriétés et effets biologiques de la gelée royale : antioxydantes, neurotrophique, hypoglycémiant, hypocholestérolémiant et hépato protecteur, hypotenseur et régulateur de pression artérielle, anti tumoral, antibiotique, anti-inflammatoire, immun modulateur et antiallergique, tonique général et anti-âge (Plave *et al.*, 2011) (Figure 8).

II.1.3.4.3. Propriétés Médicinales de la gelée royale

Ces dernières années, l'utilisation de la gelée royale a augmenté en raison de ses propriétés attrayantes et de ses bienfaits pour la santé en tant que produit apicole naturel, et de son grand potentiel d'application dans les produits médicaux et pharmaceutiques. Généralement, il est utilisé dans les cosmétiques, les aliments diététiques, les compléments alimentaires, les produits médicaux et les produits pharmaceutiques (Uthaibutra *et al.*, 2023).

En raison des merveilleuses propriétés antioxydantes de la gelée royale, elle devient un choix idéal à utiliser avec d'autres traitements tels que la chimiothérapie (Shakib *et al.*, 2022).

II.1.3.4.4. Autre propriétés de la gelée royale

La gelée royale (RJ) est une matière gélatineuse sécrétée par les glandes apicales des jeunes abeilles nourricières avec divers avantages pharmacologiques et biologiques tels que

anticancéreux, antioxydant, anti-inflammatoire et antimicrobien (Alkhaibari et Alanazi, 2022).

II.1.3.5. Activée antibactérienne de la gelée royale

Des études ont montré que la gelée royale possède une activité antibactérienne. En effet elle inhibe certaines bactéries gram positif et gram négatif. Cette activité est due en majorité à la présence d'un acide gras, l'acide trans-10-hydroxy-2-décénoïque, qui est actif sur différentes bactéries : *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* (De, 1987).

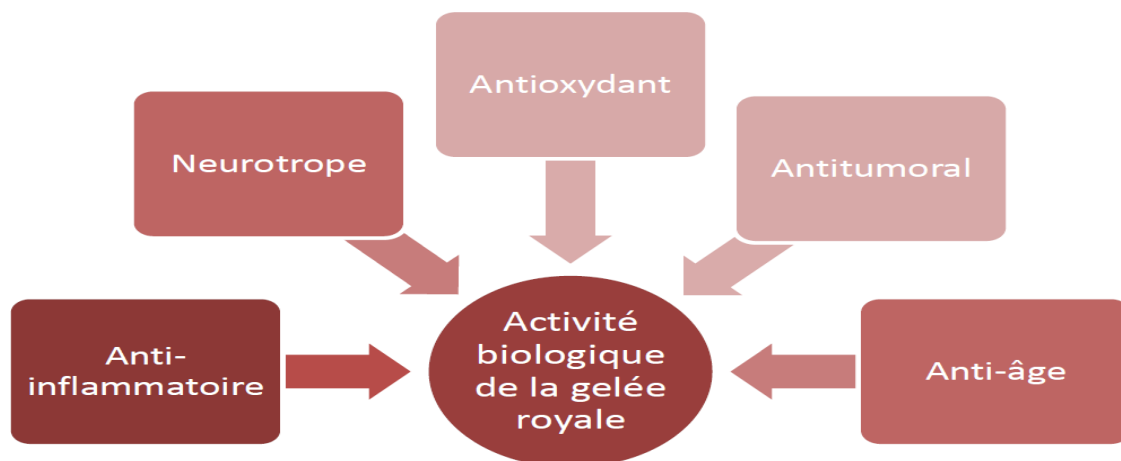


Figure 8. Différents types d'activités biologiques de la gelée royale

II.1.4. Pollen

Le pollen d'abeille est un produit apithérapeutique précieux très apprécié par la médecine naturelle en raison de ses applications médicales et nutritionnelles potentielles (Figure 9). Il démontre une série d'actions telles qu'antifongique, antimicrobienne, antivirale, anti-inflammatoire, hépatoprotectrices, immunostimulante anticancéreuse et analgésique locale. (Komosinska-Vassev et al., 2015).

Les grains de pollen sont produits et dispersés dans le cadre du processus de reproduction des plantes. Ils sont généralement sphériques ou elliptiques et dans la gamme de taille de 0,01 mm à 0,1 mm. Les murs extérieurs sont extrêmement résistants aux attaques chimiques et physiques et sont ornés et perforés de diverses manières. Les grains de pollen se trouvent en abondance dans une variété de types de sédiments, à partir desquels ils peuvent être concentrés et identifiés (Bennett et Willis, 2001).



Figure 9. Pollen (site 03).

II.1.4.1. Origine du pollen

Les grains de pollen constituent les gamétophytes mâles des angiospermes ; ils se forment dans les deux loges polliniques situées dans les anthères, à l'extrémité des étamines. Chaque loge comporte deux sacs polliniques qui contiennent et protègent les cellules mères des microspores. Celles-ci donnent naissance, après une méiose puis une mitose, à des grains de pollen. La rupture d'une zone de moindre résistance située entre les deux sacs polliniques d'une même loge permet la libération des grains de pollen arrivés à maturation (Brachemi et Moussaoui , 2018).

II.1.4.2. Composition du pollen

Le pollen est un aliment très complet, il renferme tous les nutriments nécessaires à la croissance et au développement des abeilles : sucres, protéines, acides aminés, lipides, vitamines, minéraux, acides nucléiques, enzymes et polyphénols. Elles mettent en évidence une composition du pollen très variable, principalement en fonction des plantes visitées par les abeilles mais également en fonction de l'origine géographique (Bogdanov, 2014) (Figure 10).

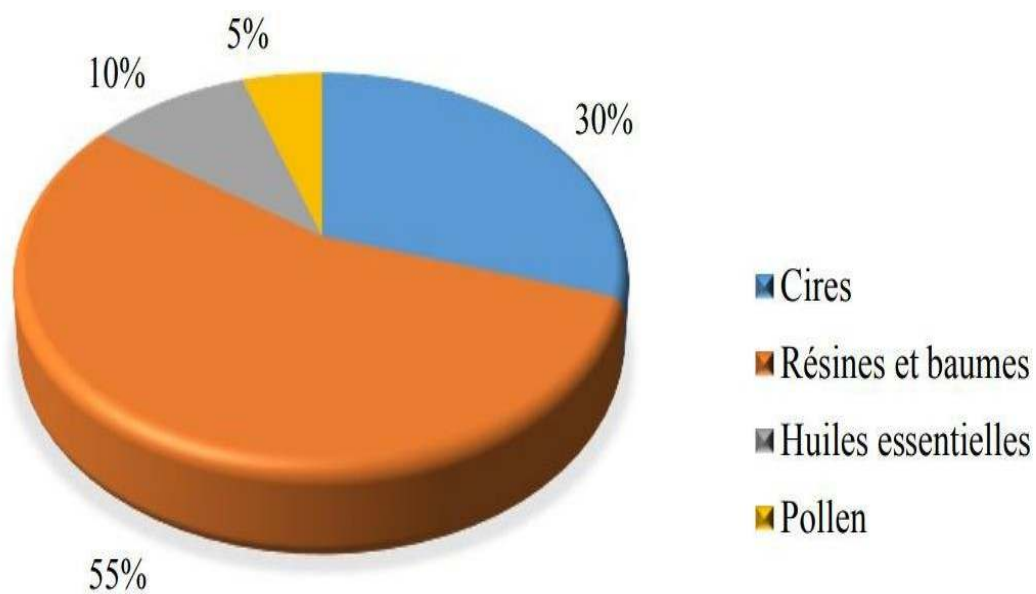


Figure 10. Composition chimique du pollen (Philippe, 1999).

II.1.4.3. Les propriétés du pollen

II.1.4.3.1. Propriétés organoleptiques du pollen

Le pollen d'abeille contient toutes les nuances de couleur du blanc au noir, Gout sucré, aigre, amer, épicé et texture farineuse et odeur de "foin" variant s'il s'agit d'un pollen frais ou congelé (Thakur et Nanda, 2020).

II.1.4.3.2. Propriétés antioxydantes du pollen

La richesse du pollen en antioxydants (provitamine A, vitamines E et C, sélénium, flavonoïdes) lui donne une capacité à éliminer les radicaux libres et le peroxyde d'hydrogène en agissant contre le vieillissement accéléré des cellules (Gharbi, 2011).

II.1.4.4. Activité antibactérienne du pollen.

Le pollen et la propolis sont des sources importantes de produits naturels bioactifs sains (c'est-à-dire des polyphénols, des flavonoïdes et des acides phénoliques). En raison de la diversité de leur composition chimique, la propolis et le pollen pourraient être utiles dans la prévention des maladies dans lesquelles les radicaux libres sont impliqués. Ces produits sont des sources potentielles d'agents antibactériens agissant sur les bactéries gram-positives et gram-négatives. Le puissant antioxydant et antibactérien potentiel de la propolis égyptienne peut

être dû à la présence de divers composés phytochimique, principalement des flavonoïdes et des acides phénoliques (Mohdaly et *al.*, 2015).

II.1.5. La cire

La cire d'abeilles est une substance jaunâtre, fusible et très stable, sécrétée du corps des Abeilles et produite surtout en temps de récolte (Figure 11). De nature lipidique, elle est Produite par les glandes cirières des abeilles ouvrières âgées d'environ deux semaines, à partir des albumines et des graisses contenues dans le pollen. Les quatre paires de glandes à cire utilisées sont situées sur la partie ventrale de l'abdomen des ouvrières. Les ouvrières plus âgées peuvent également produire de la cire mais doivent alors reconditionner leurs glandes cirières par une consommation abusive de pollen. La reine et les mâles sont dépourvus de glandes cirières donc ne produisent pas la cire (Degan et *al.* 2012)

C'est une substance complexe utilisée pour fabriquer le nid d'abeille et est sécrétée par les abeilles ouvrières âgées de 12 à 18 jours (Fenosoa, 2007).



Figure 11. La cire (Site04).

II.1.5.1. L'importance de la cire

Il prend une importance particulière en apiculture car c'est le support sur lequel l'abeille dépose son couvain ainsi que miel, gelée royale, pollen et propolis ... C'est pour cette raison qu'il doit être le plus solide possible (D'abeille, 2004).

II.1.5.2. L'origine de la cire

Produit d'origine animale de nature lipidique (Ouakif et Oulouna, 2022)

II.1.5.3. La composition de la cire

La cire d'abeille est un matériau extrêmement complexe contenant plus de 300 substances différentes. Il se compose principalement d'esters d'acides gras supérieurs et d'alcools. Outre les esters, la cire d'abeille contient de petites quantités d'hydrocarbures, d'acides et d'autres substances. De plus, env. 50 composants aromatiques ont été identifiés. La cire produite par différentes espèces d'*Apis mellifica* contient les mêmes composants mais dans une proportion différente. La composition de la cire de différentes races d'abeilles comme *Apis florea* et *Apis cerana* diffère aussi qualitativement de celle de la cire d'*Apis mellifica* (En ligne Bogdanov, 2004).

II.1.5.4. Propriétés de la cire

II.1.5.4.1. Les propriétés physico-chimiques de la cire

La cire d'abeille est l'un des éléments les plus anciens et les plus importants que l'humanité utilise. Aujourd'hui, l'authenticité de la cire d'abeille peut être déterminée à l'aide de paramètres physiques et chimiques, tels que le point de fusion et la densité, l'indice d'acide, l'indice de saponification, le nombre de portions, l'indice d'ester, l'indice d'absorption d'iode et l'indice de peroxyde. Propriétés physiques et chimiques couramment utilisées Évaluation de la qualité de la cire d'abeille et discrimination possible L'adultération est le point de fusion, la valeur de saponification et l'acidité La plage de valeurs suggérée pour les paramètres de la cire d'abeille pure varie d'un pays à l'autre. Ces différences peuvent être liées au point L'origine de la cire d'abeille car l'environnement et les facteurs géographiques jouent un rôle important dans l'adaptation des abeilles en conséquence dans la composition de la cire d'abeille (Tesfaye et *al.*, 2016).

II.1.5.4.2. Les propriétés cosmétiques de la cire

Cette utilisation cosmétique ne date pas d'hier et découle de l'emploi thérapeutique de la cire d'abeille sous forme topique. Des ajouts, des modifications sont effectués de façon à obtenir le rendu organoleptique souhaité. La pommade raffermissante pour le buste jette ainsi l'eau de rose aux orties mêlant cire d'abeille, blanc de baleine, huile d'amande douce et plantain, le cérat pour dartres et brûlures mélange cire d'abeille. La cire d'abeille s'invite partout, dans les

produits de soin, d'hygiène, de maquillage... et ce quelles que soient les périodes de l'histoire des cosmétiques considérées (Couteau et Coiffard, 2021).

II.1.5.4.3. Autre propriétés de la cire

Grâce à ses riches propriétés protectrices hydrophobes, la cire d'abeille est en effet présente dans les cosmétiques et les produits corporels. Aussi, la cire d'abeille est utilisée dans l'industrie agro-alimentaire : comme film pour envelopper les fromages en vue de leur affinage ou comme additif alimentaire (E901) pour donner de la brillance aux produits. (Fratini et *al.*, 2016).

II.1.5.5. Activité antibacérienne de la cire

Certains apiculteurs collectent de la cire d'abeille spécifique pour d'autres usages tels que les bougies, l'art, les vernis et les vernis et les émoullients et émulsifiants dans les cosmétiques. La cire d'abeille a été historiquement utilisée dans les médicaments pour son efficacité contre la dermatite, les maladies gastro-intestinales et l'inflammation ; de nos jours, il est encore présent dans plusieurs médecines traditionnelles et alternatives. Les produits de l'abeille tels que le miel, la gelée royale, le venin, le pollen d'abeille et la propolis ont été étudiés pour leurs propriétés antimicrobiennes avec un intérêt croissant en tant que remèdes naturels. Seules quelques études rapportées sur les activités antimicrobiennes de la cire d'abeille ont rapporté que les bactéries Gram-positives (*Staphylococcus aureus*) et Gram-négatives (*Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* et *Escherichia coli*) sont affectées par l'exposition à la cire d'abeille (Felicoli et *al.*, 2019).

Partie 11

Matériel et Méthodes

Partie II. Matériel et Méthodes

Notre étude appliquée fut menée au niveau du complexe des laboratoires pédagogiques de la Faculté des sciences de la Nature et de la vie à El Hamma (Photographie 1), sous la direction de responsable du hall de technologie Mme : CHORFI. R. sur une période d'étude d'un mois.

90 % des équipements nécessaires pour un travail bien organisé sont disponible au niveau de laboratoire microbiologique

- ✓ Étuve bactériologique.
- ✓ Four Pasteur et Autoclave
- ✓ Hotte Sorbonne microbiologique.



Photographie 1. Complexe des laboratoires pédagogiques de la Faculté des sciences de la nature et de vie El Hamma (Khenchela)

Cette étude porte sur l'évaluation de l'activité antibactérienne de quatre sortes de miels (Miel de Sidr (*Zizyphus jujuba*), Miel blanc (*Eruca sativa*), Miel de Montagne, et Miel de Talghoufet (*Euphorbia characias*), de la gelée royale et de la propolis. En parallèle des tests physicochimiques et un screening photochimique ont été réalisés sur les substances utilisées respectivement, dans le but d'évaluer leur qualité et de vérifier la présence ou l'absence des principaux principes actifs.

1. Origine des échantillons

Les échantillons des produits de la ruche sont au nombre de quatre miels, propolis et gelée royale (Tableau 2), récoltés durant l'année 2023, offerts par l'apiculteur Monsieur Achour Abed El Madjid (khenchela –Ensigna-).

L'ensemble des échantillons (Photographie 2) ont été déposés dans des flacons en verre bien fermés et enrobés avec du papier aluminium pour assurer l'obscurité, puis transportés et conservés au réfrigérateur du laboratoire.



Photographie 2. Les produits de la ruche :

- a.** Miel de Sidr (*Zizyphus jujuba*), **b.** Miel de montagne, **c.** Propolis, **e.** Miel blanc (*Eruca sativa*), **f.** Gelée royale, **D.** Miel de *Euphorbia characias*.

Tableau 2. Les produits de l'abeille utilisés dans cette étude

| Echantillon | Etat physique | Méthode d'extraction | Région | L'année de prélèvement |
|--|---------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------|
| Miel de Sidr (<i>Zizyphus lotus</i>) | Doré et douce | Centrifugation | Commune Messaâd Willaya de El Djelfa | 2022 |
| Miel Blanc (<i>Eruca sativa</i>) | Blanchâtre et Cristallisé | Centrifugation | Commune Mechria Willaya de El bayadh | 2022 |
| Miel de Talghoufet (<i>Euphorbia characias.</i>) | Doré et Cristallisé | Centrifugation | Commune Hassi Dellaa Willaya de Laghouat | 2020 |
| Miel de montagne | Jaunâtre et visqueux | Centrifugation | Commune Sidi Aissa Willaya de El Medya | 2022 |
| Gelée royale | Blanchâtre et épaisse | Greffage | Au niveau Nationale | 2022 |
| Propolis | Noire et solide | Grattage sur et entre les cadres | Au niveau Nationale | 2022 |

2. Les souches bactériennes utilisées

L'évaluation de l'activité antibactérienne des différents produits de l'abeille choisis ont été testés sur six types de souches de références bactériennes potentiellement pathogènes : *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Staphylococcus clinique*, *Bacillus subtilis* (ATCC 11778) qui sont des bactéries à Gram positif et *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) et *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 4352) qui sont des bactéries à Gram négatif. Ces bactéries ont été fournies par Monsieur BOUSSAA Abdelhalim.

Les six espèces bactériennes choisies constituent un problème majeur de santé publique par leur résistance naturelle à divers agents antibactériens (Delarras, 2007).

3. Analyse physico-chimiques des échantillons

3.1 Mesure de pH des échantillons

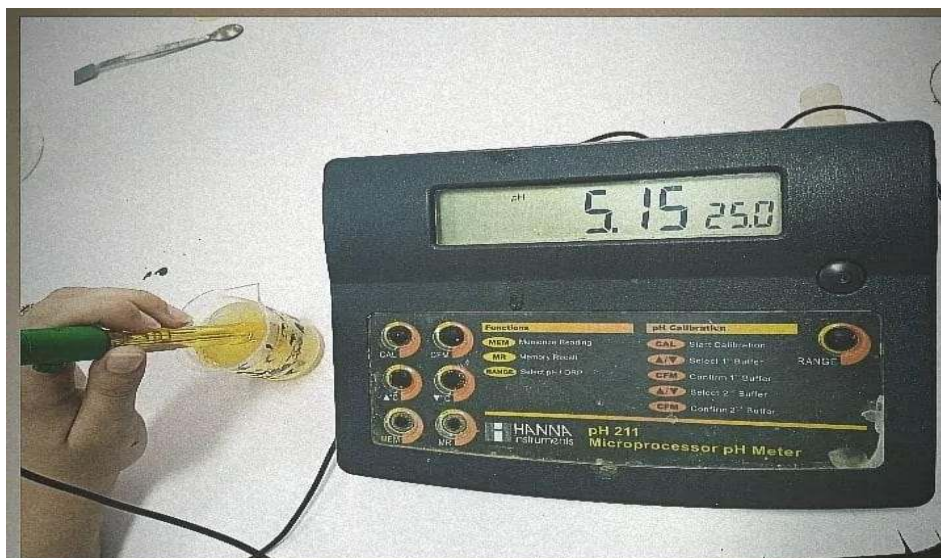
Le pH ou « potentiel hydrogène », encore appelé indice de « Sorensen » est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu ; il représente la concentration des ions H^+ d'une solution (Benameur, 2014). Le pH du miel, de la gelée royale et de la propolis est mesuré à l'aide d'un pH-mètre.

3.1.1 Mode opératoire

Dans un petit bécher ; 5g de miel (les quatre échantillons) sont dilués dans 45 ml d'eau distillée. En ce qui concerne la gelée royale, 2g sont dilués dans 18 ml d'eau distillée. Et 1g de propolis diluer dans 95 ml d'éthanol (Rebai h, et Saidi sief Ch, 2017).

L'électrode propre et sèche est plongée dans les différentes solutions de miel, de propolis et de la gelée royale. L'analyse se fait sous agitation magnétique des solutions aqueuses des différents produits. La valeur du pH est ensuite affichée sur l'écran de l'appareil. (Photographie 3).

On a mesuré le pH de ces solutions pour connaître le degré d'acidité des différents échantillons afin de connaître ses effets sur les différentes souches bactériennes.



Photographie 3. pH mètre de type « pH 211 Microprocessor pH mètre »

3.2. Mesure d'humidité des échantillons

La mesure s'effectue par le réfractomètre (photographie 4). À partir des solutions préalablement préparées de miel, de propolis et de la gelée royale, nous prenons une goutte avec une pipette et la plaçons à l'endroit prévu à cet effet dans le réfractomètre et lisons le résultat à l'écran.

La mesure de l'humidité du miel, est effectuée puisqu'elle joue un rôle primordial dans sa qualité. Elle intervient aussi dans la viscosité, la cristallisation, la saveur et la fermentation du miel.



Photographie 4. Réfractomètre de type Bellingham + Stanley.

3.3 Mesure de la conductivité des échantillons

La mesure s'effectue en utilisant un multi paramètre (Photographie 5) et elle est exprimée par ms.cm.

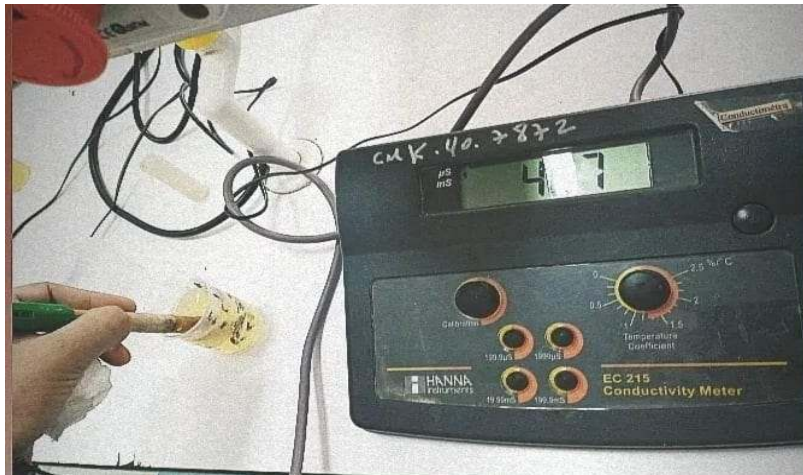
3.3.1 Mode opératoire.

Dans un petit bécher ; 5g de miel (les quatre échantillons) ou de propolis sont dilués dans 45 ml d'eau distillée. En ce qui concerne la gelée royale, 0.2g sont dilués dans 1.8 ml d'eau distillée. Et 1g de propolis diluer dans 95 ml d'éthanol.

Placer chaque solution au bain marie à 20°C.

Plonger l'électrode de l'appareil dans chaque solution (lorsque la température est à 20°C \pm 0.5°C). Lire la valeur qui s'affiche sur l'écran.

La mesure de la conductivité donne de précieux renseignements sur l'origine botanique et permet notamment de différencier miels à un autre miel.



Photographie 5. Multi-paramètre de type EC 215 Conductivity mètre

4. Identification des pollens des différents miels

- ✓ Peser 10g de miel à 0,1g près dans un bécher (de capacité 50mL). Ajouter 20-30mL d'eau distillée (20°C-40°C) et dissoudre le miel. Si vous avez des tubes à centrifuger de 50mL, utilisez ces tubes, sinon séparez la solution dans plusieurs tubes.
- ✓ Centrifuger cette solution pendant 10min à 1000g. Pipetter le surnageant. Regrouper les culots dans un tube et ajouter 20 ml d'eau distillée pour dissoudre complètement les cristaux de sucre restant. Utiliser une micro-spatule ou une pipette Pasteur pour aller jusqu'au fond du tube à centrifugation. (Préférez les pipettes Pasteur jetables de 1mL pour éviter les contaminations avec d'autres échantillons).
- ✓ Centrifuger pendant 5min à 1000g. Pipeter tout le surnageant. Pour la dernière goutte, placer le tube à l'envers à 45° pour permettre au liquide en excès d'être absorbé par du papier absorbant.
- ✓ Si vous souhaitez garder les lames, vous devez faire ces étapes durant la centrifugation. Porter une plaque chauffante à 40°C pour liquéfier la glycérine en la chauffant à moins de 40°C avec une plaque chauffante
- ✓ Utiliser un marqueur indélébile pour réaliser un carré de 22x22mm sur une lame. Placer la lame sur la plaque chauffante
- ✓ Mélanger complètement le culot à l'aide d'une pipette Pasteur et le transférer avec cette pipette sur la lame. Une petite perte de pollen à ce stade est acceptable puisque la méthode est qualitative.
- ✓ Etaler le culot à l'aide d'une micro-spatule sur la surface marquée de 22x22mm.

Pour un miel très riche ou très pauvre en pollen, la surface peut être trop petite ou trop grande pour permettre une observation facile. Dans de tels cas, il est possible d'étaler le culot sur une surface plus appropriée en dessinant un carré de taille adaptée.

- ✓ Sécher le dépôt à moins de 40°C pour ne pas faire brunir les sucres restants. Réchauffer quelques lamelles (22 × 22 mm ou d'une autre taille selon les cas) sur la plaque chauffante. Prendre une goutte de glycérine, l'appliquer sur la lamelle pour former une grande croix en diagonale. Ce faisant, les grains de pollen resteront dans leur position de séchage lorsque l'on abaissera la lamelle sur le culot séché.
- ✓ Déposer la lamelle sur la lame très lentement pour éviter les bulles d'air. Laisser la préparation sur la plaque de chauffage pendant 5 min pour une répartition uniforme de la glycérine et un gonflement égal des grains de pollen. Ne jamais appliquer la goutte de glycérine directement sur le culot séché.
- ✓ Observer la lame au microscope.

5. Evaluation de l'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus clinique*, *E. coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Klebsiella pneumoniae* a été évaluée pour les produits purs (Miel de Sidr (*Zizyphus jujuba*), Miel blanc (*Eruca sativa*), Miel de Montagne, et Miel de Talghoufet (*Euphorbia characias*) et gelée royale). Nous avons par contre évalué l'effet antibactérien de l'extrait éthanoïque de la propolis en raison de son aspect solide non diffusable dans la gélose. Pour cela, nous avons utilisé la technique de diffusion en milieu gélosé Mueller Hinton (Annexe 1) par la méthode des disques.

5.1. Préparation des extraits éthanoïques de la propolis

L'extraction des substances bioactives de la propolis est réalisée par macération de cette dernière dans l'éthanol à différentes concentrations 95%, 80%, 70 %, 60%. Pour cela 10ml de chaque solvant sont ajoutés à 1 g de propolis (Photographie 6). Le mélange est laissé pour macération pendant une semaine avec agitation de temps en temps. Après macération, le mélange est chauffé au bain-marie à 70°C pendant 30 minutes puis filtré sur un papier filtre Wattman N°1. Les extraits obtenus sont appelés extrait éthanoïque de propolis. Ils sont conservés au réfrigérateur à 4°C (Rebai et Saidi Sief, 2017).



Photographie 6. Les extraits éthanoliques de la propolis après la macération.

5.2. Préparation des dilutions de miel

- ✓ Peser 2.5 g - 5 g – 7.5g de miel (talghouda, Sidr, montagne, cresson) à l'aide d'une balance de précision de type (Adventurer OHAVS).

-Dilué :

- ✓ 2.5 g de miel (Talghoufet, Sidr, Montagne et Cresson) dans 7.5 ml d'eau physiologie.
- ✓ 5 g du miel (talghouda, Sidr, montagne, cresson) dans 5 ml d'eau physiologie.
- ✓ 7.5 g du miel (talghouda, Sidr, montagne, cresson) dans 2.5 ml d'eau physiologie.
- ✓ Agiter les tubes à l'aide d'un vortex de type (ZX³) (Photographie 7).



Photographie 7. Les différentes dilutions de miel

5.3. Réactivation des souches

Les tests antibactériens doivent être réalisés à partir de cultures jeunes de 18h à 24heures en phase de croissance exponentielle. La réactivation des souches a été effectuée par ensemencement sur le milieu Gélose nutritive (GN) (Annexe 1). Le milieu de culture ensemencé est incubé à l'étuve de type l'étuve (MEMMNET) à 37° C pendant 18-24 heures.

5.4. Préparation de la suspension bactérienne

Trois à cinq colonies bien isolées issues d'une culture de 18-24 heures sont dissociées dans 5 ml d'eau physiologique suivi d'une agitation à l'aide d'un Vortex.

La standardisation de la suspension à 10^6 UFC/ml, est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre réglé sur une longueur d'onde de 530 nm.

Selon Mac Farland, on admet une DO (530 nm) comprise entre 0,08 et 0,1 qui correspondent à une concentration de 10^7 à 10^8 germes/ml ; la suspension d'inoculum est diluée à 1/10 dans de l'eau physiologique stérile pour avoir une concentration de 10^6 germes/ml.

5.5. Aromatogramme

L'activité antibactérienne a été évaluée pour les produits purs et les extraits éthanoliques obtenus à différentes concentrations, en utilisant la technique de diffusion en milieu gélosé (Mueller Hinton) par la méthode des disques.

5.6. Méthode des disques

C'est une méthode de mesure *in vitro* du pouvoir antibactérien sur milieu gélosé à l'agar (MH) réalisée dans une boîte de Pétri. Le contact se fait par l'intermédiaire d'un disque de papier Wattman (Bauer *et al.*, 1966).

5.6.1. Protocole expérimental

La gélose utilisée est la gélose Muller Hinton, fondue et stérilisé à 120°C, dans un autoclave et versée dans des boîtes de pétri près du bec bunsen. Son ensemencement a été effectué dans les 15 minutes qui ont suivi la préparation de l'inoculum selon les étapes suivantes :

- ✓ Couler 15ml de la gélose MH en boîtes de pétri, laisser sécher 15min et solidifier avant utilisation.
- ✓ Tremper un écouvillon stérile dans l'inoculum préparé (10^6 UFC/ml).
- ✓ L'essorer en le pressant fermement (et en le tournant) contre la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum.

- ✓ Frotter l'écouvillon sur la totalité de la gélose de haut en bas, en stries serrées en répétant l'opération 2 fois en tournant la boîte de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même.
- ✓ Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon par la périphérie de la gélose (Courvalin et Leclercq, 2012).

5.6.2. Dépôt des disques

Après avoir ensemencé les boîtes de Pétri contenant de la gélose MH (4 mm d'épaisseur) par les suspensions bactériennes précédemment préparées de chaque souche utilisée, on dépose à l'aide d'une pince stérile, les disques de papier Wattman stérilisés, imbibés des produits de l'abeille utilisés (Quatre disque par boîte + un témoin). Appuyant légèrement, pour assurer un contact uniforme avec le milieu. En les espaçant suffisamment pour éviter les chevauchements.

Les boîtes de pétri sont ensuite laissées sur la paillasse pendant 30 mn pour la saturation des disques en produits et leur diffusion dans la gélose. Elles sont par la suite, mises à l'étuve à 37°C pendant 24 heures (Rebai et Saidi sief, 2017).

L'expérience est répétée trois fois pour chaque souche bactérienne.

5.6.3. Lecture

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition (en mm) avec précision à l'aide d'un pied à coulisse ou une règle décimale à l'extérieur de la boîte fermée (Rebai et Saidi sief, 2017).

Vu l'absence d'une référence de lecture qui détermine le seuil de sensibilité nous avons considéré que si le diamètre de la zone d'inhibition est :

- Inférieur à 10mm : il y a une résistance.
- Egale à 10 mm : il y a une sensibilité intermédiaire.
- Supérieur à 10 mm : y a une sensibilité remarquable .

7. Etude de l'activité antioxydante des échantillons

Toute substance qui a la capacité de ralentir ou d'inhiber l'oxydation cellulaire est considérée comme un antioxydant. Cette définition fonctionnelle s'applique à un grand nombre de substances, y compris les enzymes aux propriétés catalytiques spécifiques et les petites molécules solubles dans l'eau ou les graisses. Cette grande diversité physicochimique permet

la présence d'antioxydants dans tous les compartiments de l'organisme, qu'ils soient intracellulaires, membranaires ou extracellulaires.

7.1. Dosage des composés phénolique

Les composés phénoliques totaux des produits de la ruche (miel, gelée royale, propolis, pollen) ont été extraits en utilisant comme solvant l'éthanol absolu qui permet l'extraction d'un maximum de composants biologiquement actifs et l'obtention des polyphénols. (Baghiani *et al.*, 2012).

Le réactif de Folin-Ciocalteu, mélange d'acide phosphotungstique (HPW10) et d'acide phosphomolybdique (HPMo :20), oxyde les composés phénoliques ; les oxydes métalliques produits sont de couleur bleue, dont l'absorbance est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon. (Boizot et Charpentier, 2006). La teneur en composés phénoliques des différents extraits est estimée selon la méthode de Folin-Ciocalteu (Li *et al.*, 2007). Cette méthode est basée sur la réduction en milieu alcalin de la mixture phosphotungstique (WO_4^{2-}) phosphomolybdique (MoO_4^{2-}) de réactif de Folin-Ciocalteu par les groupements oxydables des composés phénoliques, conduisant à la formation de produits de réduction de couleur bleu. Ces derniers présentent un maximum d'absorption à 765 nm dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon. En effet, 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu est ajouté à 200 μ l d'extrait ou standard (préparé dans le méthanol ou l'eau distillée) avec des dilutions convenables. Après 4 min, 800 μ l d'une solution de carbonate de sodium (75 mg/ml) sont additionnés au milieu réactionnel. Après 2 h d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 765 nm. La teneur en polyphénols totaux est estimée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (0-160 μ g/ml) et est exprimée en μ g d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (μ g EAG/mg d'extrait)

7.2. Dosage des flavonoïdes

La méthode du trichlorure d'aluminium (Arrar *et al.*, 2013) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les extraits. La méthode consistait à ajouter 1 ml d'extrait ou standard à 1 ml de la solution d' $AlCl_3$ (2% dans le méthanol). Après 10 minutes de réaction, l'absorbance est lue à 430 nm. La teneur en flavonoïdes est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-40 μ g/ml) et est exprimée en microgramme d'équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (μ g EQ/mg d'extrait).

Partie III

Résultats et Discussions

1. Les tests organoleptiques

Suivant son origine florale, le miel peut présenter une grande variété de saveurs et d'arômes différents. Dans cette étude, 04 produits de la ruche ont été utilisés. Les échantillons ont été stockés dans des pots stériles étiquetés. Ils sont répertoriés dans le Tableau 3.

Tableau 3. Les propriétés organoleptiques des différents échantillons

| Echantillon | Le gout | L'odeur | La couleur |
|---|---|--|---|
| Miel de Sidr <i>Zizyphus jujuba</i> | intense et caramélisé | suave | Dorée |
| Miel blanc <i>Eruca sativa</i> | douce et légèrement florale | Léger parfum rappelant le cresson et les fleurs de colza | blanche translucide |
| Miel de Talghoufet <i>Euphorbia characias</i> | Goût assez prononcé ✓ Acide ✓ Saveur amer | forte et boisée | Dorée |
| Miel de Montagne | Saveur est prononcée | Odeur très aromatique est marquée, tenace, odeur de foin coupé, parfois notes de chataigne | Couleur brune aux reflets dorés |
| Propolis | Prononcé généralement Désagréable | Agréable et puissante de miel. légèrement épicé | Brune |
| Gelée royale | Acide, salée, amère | acre et forte. | Blanche à jaune, aux reflets nacrés (blanc nacré) |

2. Les tests physicochimiques des produits de la ruche

2.1. Mesure du pH

Les résultats représentés sur le tableau 4 ont montré que le pH de tous les produits utilisés dans cette étude ; les quatre échantillons de miel, Propolis et la gelée royale est acide. Les

Partie III. Résultats et Discussions

valeurs sont proches surtout entre le miel de Sidr, miel de blanc et miel de Talghoufet (Valeur entre 3,4 et 3,9). Et entre (4,2 et 4,7) pour le miel de montagne la propolis et la gelée royale .

Tableau 4. Mesure de pH des quatre échantillons de miel, Propolis et la gelée royale

| Echantillon | pH |
|--|-----|
| Miel de Sidr <i>Zizyphus jujuba</i> | 3,9 |
| Miel blanc <i>Eruca sativa</i> | 3,9 |
| Miel de Talghoufet <i>Euphorbia characias</i> | 3,4 |
| Miel de Montagne | 4,2 |
| Propolis | 4,7 |
| Gelée royale | 4,2 |

Les résultats de pH, obtenu sur les différents miel répandent au norme de Codex Alimentarius (2001), Ils se rapprochent de ceux (Athmani et *al.*, 2018, Bouzit et *al.*, 2019,) qui ont montré que les miels sont acides avec un pH généralement compris entre 3,3 et 4,7.

Selon Achouri et *al.* (2015), tous les miels sont acides, avec des valeurs de pH généralement comprises entre 3,5 et 5,5, en raison de la présence d'acides organiques, tels que les acides gluconiques, pyruviques, maliques et citriques. Généralement, les miels de nectar ont un pH faible (de 3,3 à 4,0), tandis que les miels de miellat ont un pH un peu plus élevé (4,2 à 5,5) (Bogdanov et *al.*, 1995) ,cela confirme que nos échantillons avaient plutôt comme origine le nectar.

Le résultat de pH acide 4,2 de la gelée royale obtenu (pH acide 4.2) se rapproche des pH du même produit trouvé par (Layazid et Aslani ,2018), Ces derniers ont trouvé des valeurs du pH de la gelée royale variant de 3,84 à 4,17 ainsi que de (Haddouche et *al.*, 2021) obtenu le même résultat 4,2. Le pH peut être considéré comme étant un indice de qualité. Il dépend des conditions de stockage du produit. Il peut influencer la solubilité de certains constituants hydrosolubles de la matrice, le goût et le développement des micro-organismes et donc la conservation de l'aliment (Balkanska et *al.*,2013 ; Talbi ,2018).

En ce qui concerne les résultats obtenus de pH (4,7) de la propolis, il est légèrement plus faible que celui trouvés par (Athmani et *al.*, 2018) (5,08) et le même avec (Haddouche et *al.* ,2021) (4,73). L'acidité pourrait être expliquée par la richesse de ces produits en acides aromatiques et en acides aliphatiques (Ferhoum , 2010).

2.2 L'humidité

La teneur en eau est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré de maturité du miel et renseigne sur la stabilité du produit contre la fermentation durant la conservation (Juszczak et al., 2009).

Les échantillons analysés présentent une teneur inférieure à la limite maximale fixée par la commission européenne (2002) qui est de 20 %. Les valeurs enregistrées pour ce paramètre varient entre 14 et 21.4 % (Tableau 5) On remarque que l'humidité de la gelée Royale et le propolis et variées entre 19.2 et 19.4% Il faut noter que toutes ces valeurs sont dans les normes internationales et sont dans l'intervalle préconisé par le Codex Alimentarius (2001). Comme nous l'avons remarqué, toutes les valeurs de l'humidité de tous les produits de la ruche sont différentes. Ces variations pourraient s'expliquer par la différence de composition chimique, de l'origine botanique et/ou géographique de ces produits et de la diversité des profils polliniques ; De plus, les techniques de traitement et les conditions de stockage (Ozcan et al., 2006 ; Ouchemoukh, 2012).

Tableau 5. Mesure de l'humidité des quatre échantillons de miel, Propolis et la gelée royale.

| Echantillon | Valeur (%) |
|---|------------|
| Miel de Sidr <i>Zizyphus jujuba</i> | 14 |
| Miel blanc <i>Eruca sativa</i> | 21.4 |
| Miel de Talghoufet <i>Euphorbia characias</i> | 19 |
| Miel de Montagne | 16.4 |
| Propolis | 19.2 |
| Gelée royale | 19.4 |

Une étude effectuée par (Bouzit et al., 2019) sur différents types de miel des régions d'Algérie (Tipaza ; Ain Defla et Guelma) a révélé des valeurs comprises entre 15.2% et 20.4% avec une valeur moyenne de 16.72%. Ces valeurs sont proches aux nôtres. Selon (Bogdanov et al., 2004), l'humidité du miel dépend de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche, les conditions environnementales (climat), de l'origine florale, de la teneur en eau des nectars. Elle peut varier d'une année à une autre, Généralement une quantité d'eau élevée provoque la fermentation du miel et la perte de sa qualité. Elle pourrait aussi accélérer la cristallisation de certains types de miel et accroître son activité d'eau à des valeurs où certaines levures pourraient se développer.

2.3. Conductivité électrique

La conductivité exprime l'aptitude d'une solution aqueuse à conduire un courant électrique (Doukani *et al.*, 2014). Selon (Tarrab *et al.*, 2003), La conductivité dépend du pH de la solution, de la matière minérale et donc de la valence des ions et le degré d'ionisation, des acides organiques, des protéines, et de la composition en sucre et en fonction de l'origine botanique. C'est un bon critère lié à l'origine botanique du miel et très souvent utilisé dans les routines de contrôle du miel au lieu de la teneur en cendres..

En ce qui concerne les valeurs de conductivité de quatre types de miel, elles sont en dessous de la limite préconisée par l'organisation mondiale FAO (0.8Ms/Cm) (Codex Alimentarius, 2001). La conductivité est employée pour distinguer les miels de nectars et ceux de miellats. Les miels dépassant une conductivité de 0.8Ms/Cm, indique qu'ils sont issus de de miellats tandis que ceux ayant une conductivité inférieure à 0.8Ms/Cm comme dans notre étude, elles varient de 0,227 à 0,617 mS/cm. La majorité des échantillons ont des conductivités électriques qui ne dépassent pas 0,8 mS/cm, permettant ainsi de confirmé que les miels sont issus du nectar des fleurs (Mekious *et al.*, 2015). Les résultats de la conductivité des échantillons étudiés représentés dans le tableau 6 montrent que les six produits de l'abeille ont des valeurs différentes de la conductivité.

Tableau 6. Mesure de la conductivité des quatre échantillons de miel, Propolis et la gelée royale.

| Echantillon | Valeur (ms) |
|---|-------------|
| Miel de Sidr <i>Zizyphus jujuba</i> | 0,617 |
| Miel blanc <i>Eruca sativa</i> | 0,226 |
| Miel de Talghoufet <i>Euphorbia characias</i> | 0,142 |
| Miel de Montagne | 0,276 |
| Propolis | 0,224 |
| Gelée royale | 0,227 |

3. Identification des pollens des différents miels

Tous les miels possèdent intrinsèquement la signature de leurs origines. Il s'agit d'une sorte "d'empreinte digitale" pleine d'informations. La méliissopalynologie est une science qui

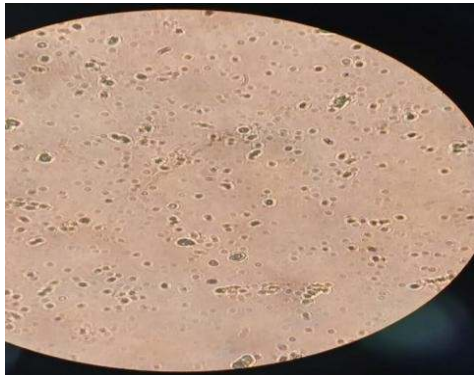
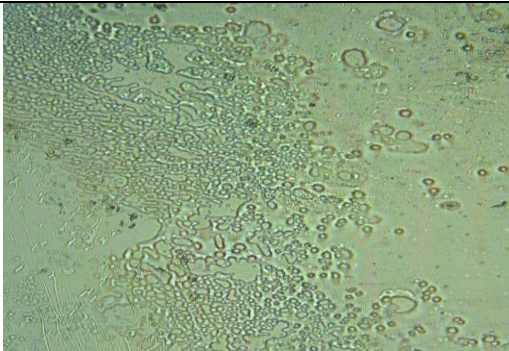
permet de décrypter cette "empreinte" .Elle repose sur l'identification et la quantification des éléments figurés présents dans le culot de centrifugation après examen au microscope photonique (Ouchemoukh, 2012).


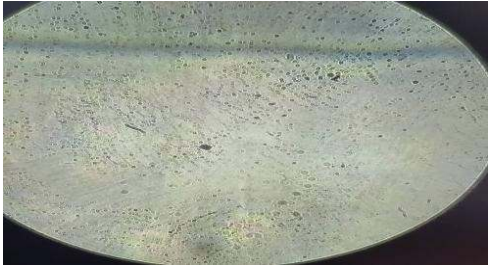
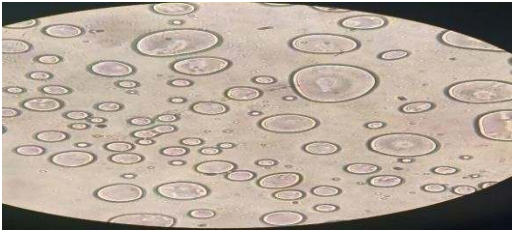

Les classes de fréquence des grains de pollen sont données comme pollen prédominant (> 45 %), pollen secondaire (16 – 45 %), pollen mineur (3 – 15 %) et pollen rare ou isolé (1 – 3 %) (Ouchemoukh et al., 2007)

Un miel est considéré comme étant monofloral lorsque le nombre de pollens dominants provenant d'une espèce de fleur est supérieur ou égal à 45 %.

Les analyses polliniques révèlent que quatre miels sont des miels monofloraux (Tableau 7) Cela est dû à leur richesse en pollen dominant plus de (>300) grains de pollens dans les différents miels.

Tableau 7. Identification des pollens des miels (miels de Sidr « Miel de *Zizyphus jujuba* », miel de montagne, miel blanc de *Eruca sativa* , miel de Talghoufet (*Euphorbia characias*).

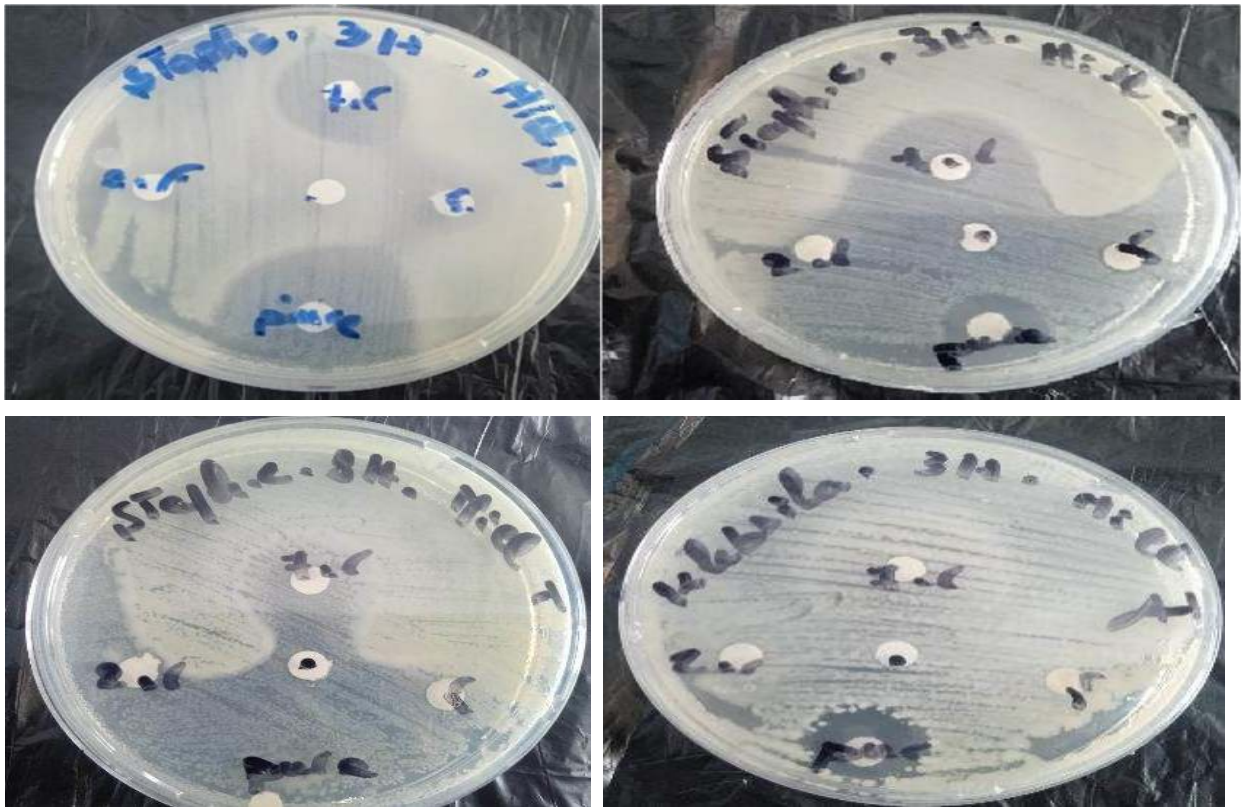
| Genre de miel | Observation microscopique |
|--|---|
| Miel de montagne |  <p data-bbox="837 1429 1059 1462">Photographie 8.</p> <p data-bbox="501 1480 1406 1514">Observation microscopique du Miel de montagne à grossissement *40</p> |
| Miel blanc <i>Eruca sativa</i> |  <p data-bbox="837 1928 1059 1962">Photographie 9.</p> <p data-bbox="544 1980 1353 2013">Observation microscopique du Miel blanc à grossissement *40</p> |

| | |
|---|--|
| |  <p>Photographie 10. Observation microscopique du Miel blanc à grossissement *100</p> |
| <p>Miel de <i>Euphorbia</i> <i>characias</i></p> |  <p>Photographie 11. Observation microscopique à grossissement *40</p>  <p>Photographie 12. Observation microscopique à grossissement *100</p> |
| <p>Miel de Sidr <i>Zizyphus jujuba</i></p> |  <p>Photographie 13. .Photographie microscopique à grossissement *100</p> |

4. Activité anti bactérienne des différents produits de la ruche

Le diamètre du halo d'inhibition par la méthode de diffusion sur gélose détermine la sensibilité des bactéries aux différents miels, à la gelée royale et à la propolis (par disque). L'efficacité antimicrobienne des quatre échantillons de miel, de propolis et de gelée royale contre six souches bactériennes (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus clinique*, *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*) a été déterminée. Pour ce faire, la sensibilité de ces derniers a été estimée en mesurant le diamètre de zones d'inhibition autour du disque en (mm).

4.1. Miel



Photographie 14. activité antibactérienne de (miel, propolis, gelée royale) sur les bactéries *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus clinique*, *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*

4.1.1. Miel de Talghoufet

Le tableau 8 et la figure 12 montrent que par rapport au miel de Talghoufet, la souche *S. clinique* a été sensible vis-à-vis toutes les concentrations du miel utilisés avec des halos d'inhibition remarquables allant de 10 à 40mm. alors qu'il a produit une zone d'inhibition

Partie III. Résultats et Discussions

entre (20 et 30 mm) avec les souches *S.aureus*, *p.aeruginosa* et *K.pneumonie* mais seulement avec les fortes concentration miel pure et 7.5mg/ml. Aucune activité n'a été constatée sur la souche *E.coli* avec toutes les concentrations

Les souches bactériennes testées (*S. clinique*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *B. subtilis*, *K. pneumoniae*) montrent une grande sensibilité envers le miel de Talghoufet utilisé, et le genre *Staphylococcus* est l'espèce la plus sensible, et nos résultats s'accordent avec l'étude de (Molan 1992), qui dit que *Staphylococcus* a été la bactérie la plus sensible au miel étudié malgré qu'elle est considéré comme la bactérie la plus osmotolérante capable de provoquer des infections multiples. Le miel de Talghoufet a une couleur foncé ,Selon Bogdanov (2016), les miels foncés ont une activité inhibitrice plus élevée que celle des miels de couleur claire.

Tableau 8. Diamètres des zones d'inhibition du Miel de Talghoufet sur les souches testée

| Concentration (mg/ml) | <i>S.aureus</i> | <i>S.clinique</i> | <i>E.coli</i> | <i>P. aeruginosa</i> | <i>B.subtilis</i> | <i>K.pneumonie</i> |
|-----------------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| Pure | 30 | 40 | 0 | 20 | 20 | 30 |
| 7,5 | 00 | 30 | 0 | 00 | 25 | 20 |
| 5 | 00 | 15 | 0 | 00 | 00 | 00 |
| 2,5 | 00 | 10 | 0 | 00 | 00 | 00 |

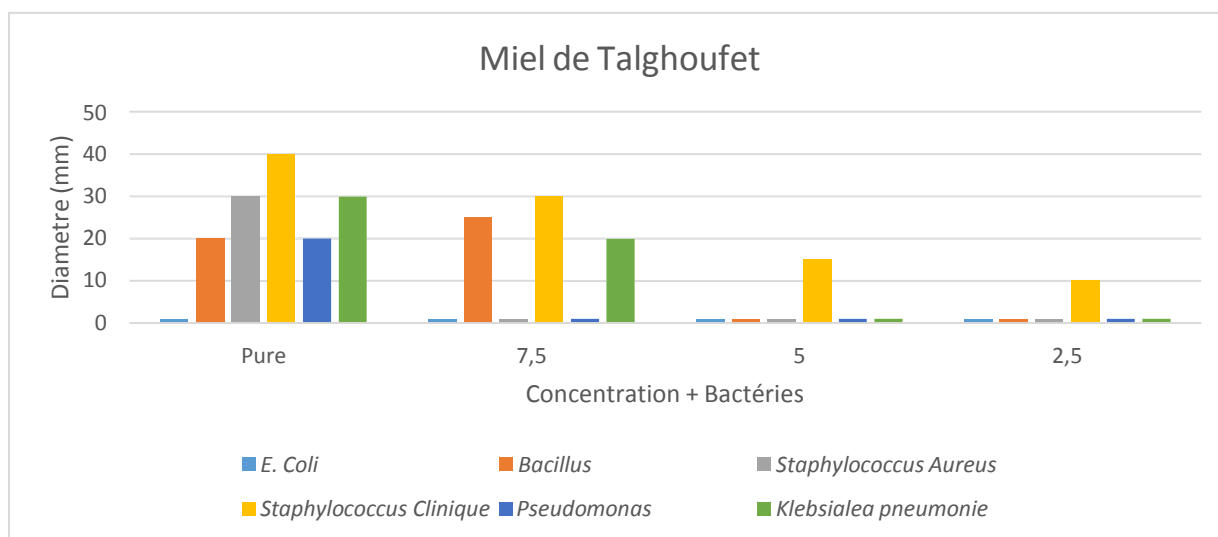


Figure 12 . Diamètres des zones d'inhibition Miel de Talghoufet vis-à-vis les souches bactériennes testée

4.1.2. Miel de Sidr

Le tableau 9 et la figure 13 montrent que par rapport au miel de Sidr , les souche *S.aureus* et *S.clinique* ont été la plus sensibles vis-à-vis toutes les concentrations du miel utilisés avec

Partie III. Résultats et Discussions

des halos d'inhibition remarquables allant de 10 à 45mm . alors qu'elle n'ont aucune activité avec la concentration 2.5 mg/ml. D'après nos résultats, le miel de Sidr semble être plus efficace sur la souche *K. pneumoniae* avec les concentrations 7.5 et 5 mg/ml.

L'ensemble des souches *E.coli*, *P. aeruginosa*, *B.subtilis* présentent une résistance à toutes les concentrations du miel testé. En effet, Donadieu, (1978) et Ouchemoukh,(2012) ont rapporté que les miels possèdent en général des propriétés communes, mais chacun se caractérise par des propriétés thérapeutiques propres. Ces dernières sont dépendantes de plusieurs facteurs à savoir ; la composition, la nature du miel, l'âge de l'abeille, la nature et l'origine des fleurs, le climat, la saison de l'élevage et le mode d'extraction de miel.

Ceci peut être attribué à la différence de la structure de la paroi cellulaire des bactéries à Gram négatif. Nos résultats concordent avec ceux de Guillon (1996) qui a trouvé que le miel pur possède essentiellement une activité antibactérienne contre la majorité des souches à Gram positif .contrairement aux souches à Gram négatif

Tableau 9. Diamètres des zones d'inhibition du Miel de Sidr sur les souches testées

| Concentration (mg/ml) | <i>S.aureus</i> | <i>S.clinique</i> | <i>E.coli</i> | <i>P. aeruginosa</i> | <i>B.subtilis</i> | <i>K.pneumonie</i> |
|-----------------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| Pure | 35 | 30 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 7,5 | 30 | 25 | 00 | 00 | 00 | 35 |
| 5 | 10 | 14 | 00 | 00 | 00 | 10 |
| 2,5 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |

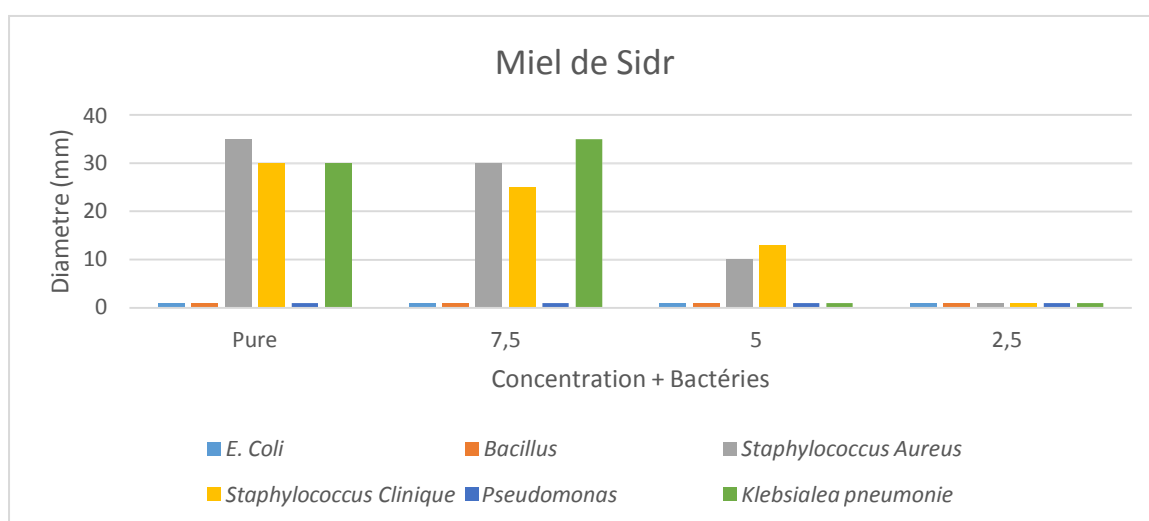


Figure 13 . Diamètres des zones d'inhibition Miel de Sidr vis-à-vis les souches bactériennes testées.

4.1.3. Miel de Montagne

Le tableau 10 et la figure 14 montrent que par rapport au miel de Montagne, les souche *S.aureus* , *S.clinique* et *B.subtilis* qui sont des bactéries à Gram positif, ont été la plus sensibles vis-à-vis les fortes concentrations du miel utilisés avec des halos d'inhibition remarquables allant de 10 à 30 mm . alors qu'elle n'ont aucune activité avec la concertation 2.5 mg/ml.

Tableau 10. Diamètres des zones d'inhibition du Miel de Montagne sur les souches testée

| Concentration (mg/ml) | <i>S.aureus</i> | <i>S.clinique</i> | <i>E.coli</i> | <i>P. aeruginosa</i> | <i>B.subtilis</i> | <i>K.pneumonie</i> |
|-----------------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| Pure | 15 | 30 | 00 | 00 | 20 | 00 |
| 7,5 | 10 | 30 | 00 | 00 | 20 | 35 |
| 5 | 00 | 20 | 00 | 00 | 10 | 00 |
| 2,5 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |

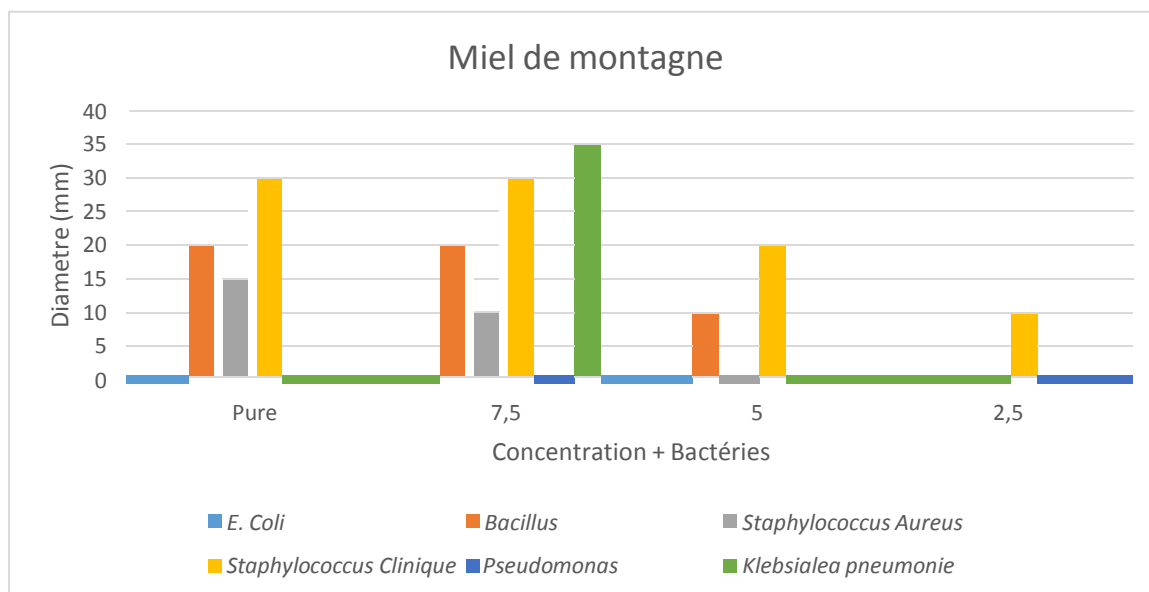


Figure 14. Diamètres des zones d'inhibition Miel de Montagne vis-à-vis les souches bactériennes testées.

D'après nos résultats, le miel de Montagne semble être plus efficace sur la souche *K. pneumoniae* avec la concentration 7.5 mg/ml.

L'ensemble des souches *E.coli*, *P. aeruginosa*, à Gram négatif présentent une résistance à toutes les concentrations du miel testé. Nos résultats ne sont pas loin des résultats de Chauhan

et *al.* (2010), qu'ils ont réalisés des travaux « in vitro » sur l'utilisation du miel brut et transformé contre les souches bactériennes : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*. et *Salmonella typhi* par la technique de diffusion sur gélose. Les zones d'inhibition varient de 6,94mm à 37,94mm. Assie. (2004), a révélé que les espèces les plus sensibles étaient : *Streptococcus pyogènes*, *Staphylococcus aureus*, et Les autres espèces telles que *Enterococcus faecalis*, *Klebessila pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Clostridium tetani* ont présentés une sensibilité à un degré moindre.

4.1.4. Miel blanc

Les résultats relatifs à l'activité antibactérienne du miel blanc à différentes concentrations sur les souches bactériennes sont reportés sur le tableau 11 et la figure 15.

Les résultats obtenus montrent que le miel blanc possède une activité antibactérienne sur les six souches testées, la plus grande zone d'inhibition sur *staphylocoques aureus* (35 mm). avec des halos d'inhibition remarquables allant de 10 à 30 mm .

Ces résultats montrent clairement que le miel blanc est doté d'un large spectre d'activité inhibitrice sur les souches bactériennes à Gram+ et à Gram-.

Nos résultats sont similaires aux résultats de (Hamouda et *al.*, 2011), qui ont travaillé sur des miels algériens et ils ont trouvé que *Staphylococcus aureus* est la souche la plus sensible alors qu'*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* sont moyennement sensibles.

Le miel présente une activité antimicrobienne plus élevée contre des bactéries Gram+ (*Staphylococcus aureus*) comparativement aux bactéries Gram- (*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*) Le pH acide du miel renforce son activité antibactérienne car les bactéries ne peuvent se multiplier dans un milieu acide (Al-Waili et *al.*, 2005)

Tableau 11. Diamètres des zones d'inhibition du Miel blanc sur les souches testée

| Concentration (mg/ml) | <i>S.aureus</i> | <i>S.clinique</i> | <i>E.coli</i> | <i>P. aeruginosa</i> | <i>B.subtilis</i> | <i>K.pneumonie</i> |
|--------------------------|-----------------|-------------------|---------------|--------------------------|-------------------|--------------------|
| Pure | 35 | 35 | 30 | 18 | 25 | 25 |
| 7,5 | 30 | 30 | 20 | 07 | 20 | 20 |
| 5 | 00 | 20 | 00 | 00 | 01 | 00 |
| 2,5 | 00 | 10 | 00 | 00 | 00 | 00 |

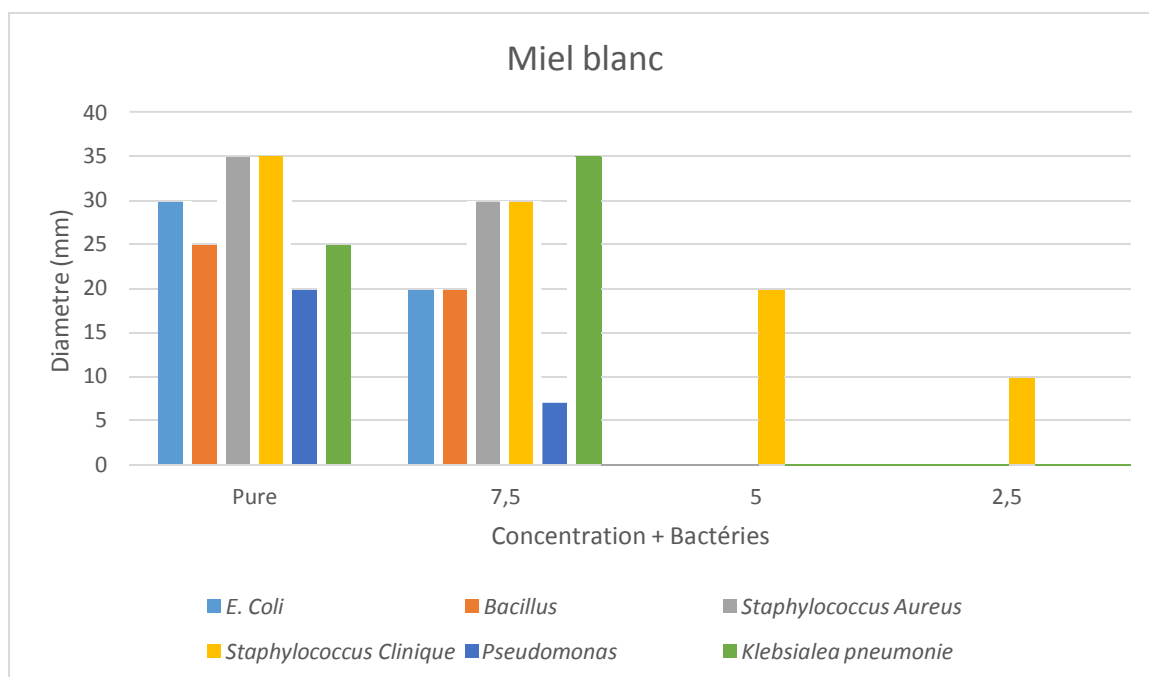


Figure 15 . Diamètres des zones d'inhibition Miel blanc vis-à-vis les souches bactériennes testées.

4.2. Propolis

Les résultats relatifs à l'activité antibactérienne des extraits éthanoliques à différentes concentrations sur les souches bactériennes sont reportés sur le tableau 12 et la figure 16.

Tableau 12. Résultats de l'aromatogramme de l'extrait éthanolique de la propolis

| Concentration (%) | <i>S.aureus</i> | <i>S.clinique</i> | <i>E.coli</i> | <i>P. aeruginosa</i> | <i>B.subtilis</i> | <i>K.pneumonie</i> |
|-------------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| 95 | 35 | 15 | 14 | 00 | 00 | 10 |
| 80 | 25 | 10 | 10 | 00 | 15 | 10 |
| 70 | 20 | 10 | 10 | 00 | 12 | 10 |
| 60 | 15 | 8 | 10 | 00 | 8 | 8 |

Les résultats obtenus montrent des effets antibactériens importants des extraits éthanoliques de la propolis sur quatre des six souches testées. Les diamètres des zones d'inhibition obtenus sont proportionnels aux concentrations des extraits utilisés. Les meilleures zones d'inhibition ont été constatées sur *S. aureus* et *B.subtilis* , La zone d'inhibition la plus importante a été obtenue sur *S.aureus* avec la concentration de 95 %, (35 mm), alors qu'elle a produit une zone d'inhibition entre (8 à 15mm) avec les souches *S.clinique*, *E.coli* et *K.pneumonie* Les diamètres obtenus indiquent que certains composés actifs de la propolis sont solubles dans

l'éthanol. Cette activité serait le résultat de l'action des polyphénols présents en grandes concentrations dans certains produits de la ruche telle que démontré par (Kujumgiev et al., 1999).

Aucune activité n'a été constatée sur *P. aeruginosa*, contrairement aux résultats rapportés par (Sanpa et al., 2012) et (Adomavičiūtė et al., 2017). En effet, la composition de la propolis varie selon la localisation géographique, les conditions climatiques, la période de récolte et le type de l'abeille productrice, ce qui pourrait affecter ses propriétés biologiques notamment antimicrobiennes (Hegazi et al., 2000).

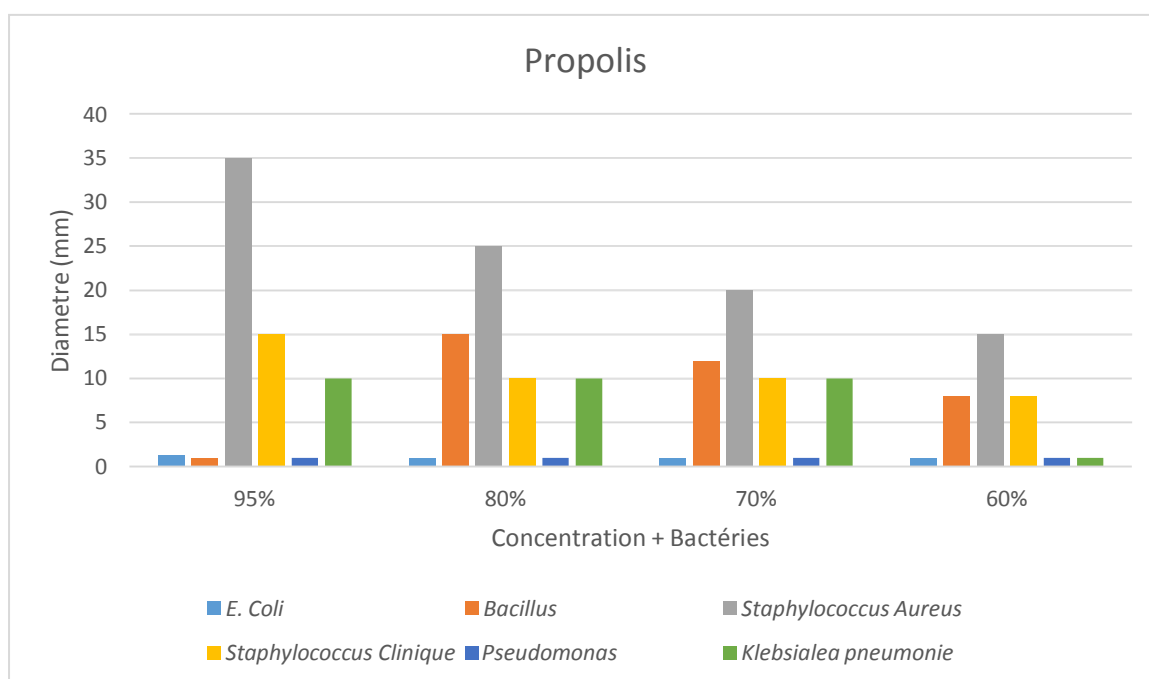


Figure 16. Diamètres des zones d'inhibition du propolis vis-à-vis les souches bactériennes testées.

4.3. La gelée royale

Les résultats relatifs à l'activité antibactérienne de la gelée royale sur les souches bactériennes sont reportés sur le tableau 13 et la figure 17.

Tableau 13. Résultats de l'aromatogramme de la gelée royale

| Concentration | <i>S.aureus</i> | <i>S.clinique</i> | <i>E.coli</i> | <i>P. aeruginosa</i> | <i>B.subtilis</i> | <i>K.pneumonie</i> |
|---------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| Pure | 30 | 25 | 30 | 10 | 25 | 10 |

Les résultats obtenus montrent que la gelée royale possède une activité antibactérienne sur les six souches testées, la plus grande zone d'inhibition sur *staphylocoques aureus* (30mm).

Contrairement aux résultats rapportés par (Couquet Y et *al.*,2013). Montré que la gelée royale ne possède aucune activité antibactérienne. La gelée royale comporte également de nombreuses vitamines, notamment la B1 (la thiamine qui produit de l'énergie à partir de sucre, permettant ainsi le bon fonctionnement cérébral), la B5 (l'acide pantothénique stimule l'immunité, diminue la fatigue physique et intellectuelle et elle est antistress), qui participe au métabolisme cellulaire. Les vitamines C et B12 sont présentes en quantité moindre. L'acétylcholine est aussi présente en forte concentration, 1mg/g de produit. C'est un neurotransmetteur essentiel pour le système nerveux central et pour le système nerveux autonome (activité musculaire et fonctions végétatives vasodilatatrices) (Doré et Viel, 2003).

Pour cela l'efficacité contre les bactéries semble varier selon la période de collecte. Celle-ci peut affecter sa composition en métabolites secondaires et donc affecter son pH qui semble être un facteur important pour inhiber la croissance bactérienne (Abd-allah et *al.*,1995 ; Long et *al.*,2010).

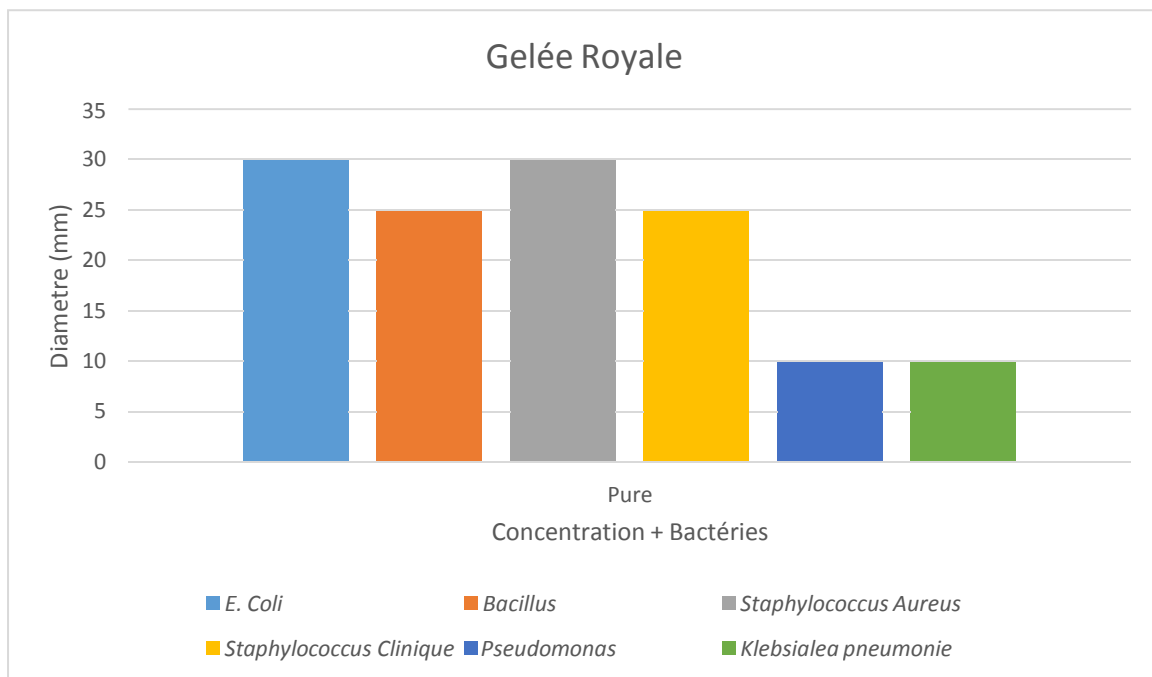


Figure 17 . Diamètres des zones d'inhibition de la gelée royale vis-à-vis les souches bactériennes testées.

Selon Molan (1992), l'effet antibactérien du miel peut être attribué à plusieurs facteurs présents dans le miel. D'abord à son effet osmotique, Beaucoup ont attribués l'activité thérapeutique du miel juste à l'effet osmotique du à sa teneur en sucres (Condon, 1993). La corrélation positive de l'activité antimicrobienne avec les sucres réducteurs est associée à l'effet osmotique généré par la concentration élevée de sucres dans le miel. et en raison de

l'action de sucres simples sur l'eau contenue dans les bactéries, il provoque la lyse de la membrane bactérienne (Couquet et *al.*, 2013), le miel agit d'une manière osmotique et absorbe l'eau vitale des microorganismes pathogène ce qui provoque la plasmolyse cellulaire puis la mort de la cellule microbienne (Bogdanov et al., 2001), et selon (Mescle et *al.*, 1966), expliquent que une basse A_w (activité of water) perturbe les fonctions métaboliques des germes pathogènes et inhibe totalement leur développement). L'effet antibactérien du miel peut également dû à son pH acide

5. Teneur en antioxydants

Les antioxydants sont des substances endogènes ou exogènes capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme. Le corps produit des antioxydants, et on les en trouve également dans plusieurs aliments. Les antioxydants permettent de faire en sorte que nos produits alimentaires conservent leur goût, leur couleur et demeurent longtemps comestibles (Doukani *et al.*, 2014).

5.1. Composés phénoliques totaux

La figure 18 montre le contenu total des phénols des échantillons de miel, Les polyphénols totaux ont été déterminés par la méthode de Folin-Ciocalteu. L'acide gallique a été utilisé comme standard. L'absorbance a été lue à une longueur d'onde de 765 nm.

Les résultats ont été calculés à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique, ayant l'équation: $Y = 0,0086x - 0,0113$ $R^2 = 0,9985$

La quantité des polyphénols a été rapportée en microgramme d'équivalent de l'acide gallique par milligramme de poids sec de l'extrait ($\mu\text{g EAG/mg d'extrait}$).

Les résultats obtenus montrent que l'extrait de miel de Sidr (miel de *zizyphus jujuba*) est plus riche en polyphénols ($270,09 \pm 0,166 \mu\text{g EAG/mg d'extrait}$) que les autres extraits miel de montagne, miel de *eruca sativa* (miel blanc) respectivement ($250,80 \pm 0,17 \mu\text{g EAG/mg d'extrait}$), ($210,08 \pm 0,18 \mu\text{g EAG/mg d'extrait}$).

Selon Moniruzzaman et *al.* (2013), L'origine botanique du miel est la cause des variations de l'activité antioxydante, tandis que le traitement durant la manipulation et le stockage affecte l'activité antioxydante du miel à une certaine mesure seulement. D'autres parts, Doukani et *al.* (2014) rapporte que les espèces du miel provenant de différentes sources florales possèdent de fortes activités antioxydantes.

Ces résultats sont similaires de ceux rapportés par Al-Mamary et *al.* (2002) sur les miels de Yemen (56,32 - 246,21 mg EAG/100 g), Les résultats obtenus sont supérieurs à ceux rapportés par Lachman et *al.* (2010) pour 40 échantillons de miels Tchèques (8,36 à 24,25 mg EAG/100 g).

Ces variations en composés phénoliques s'expliquent par l'origine botanique et/ou géographique d'un miel (Ouchemoukh, 2012).

Généralement, le contenu des miels clairs en composés phénoliques est inférieur à celui des miels foncés (Jasicka-Misiak et *al.*, 2012), ce qui est confirmé par la présente étude car l'échantillon du miel EB (Miel blanc) a une faible teneur en phénols totaux et une couleur blanche très clairs, néanmoins, la couleur des miels EM(Miel du montagne et ES miel de sidr) est brune foncés et sont riches en composés phénoliques. Les résultats obtenus entre les teneurs en phénols et la couleur montrent une bonne corrélation.

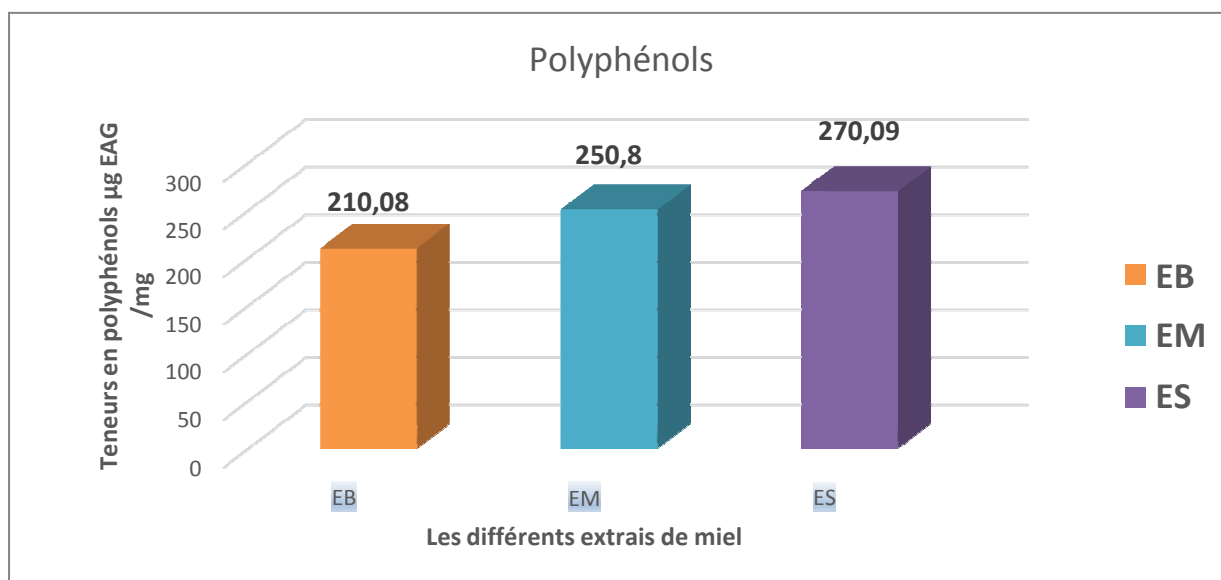


Figure 18: Histogramme des teneurs en polyphénols totaux. Ces valeurs représentent les moyennes des trois répétitions \pm SD (**EB**): Extrait miel blanc (miel de *Eruca sativa*); (**EM**): Extrait du miel de montagne; (**ES**): Extrait Sidr (miel de *zizyphus jujuba*)

5.2. Flavonoïdes totaux

Les flavonoïdes sont des molécules de bas poids moléculaire responsables de l'arôme et de l'activité antioxydante du miel. Les valeurs obtenues pour la teneur en flavonoïdes totaux des miels étudiés sont comprises entre 9,18 et 10,44 µg EQ/mg d'extrait (Figure 19). L'échantillon EB (Extrait du miel blanc) enregistre la valeur la plus faible, tandis que l'échantillon EM (Extrait du miel de montagne) enregistre la valeur la plus élevée, ce qui montre que l'activité antioxydante du miel varie largement en fonction de la source florale.

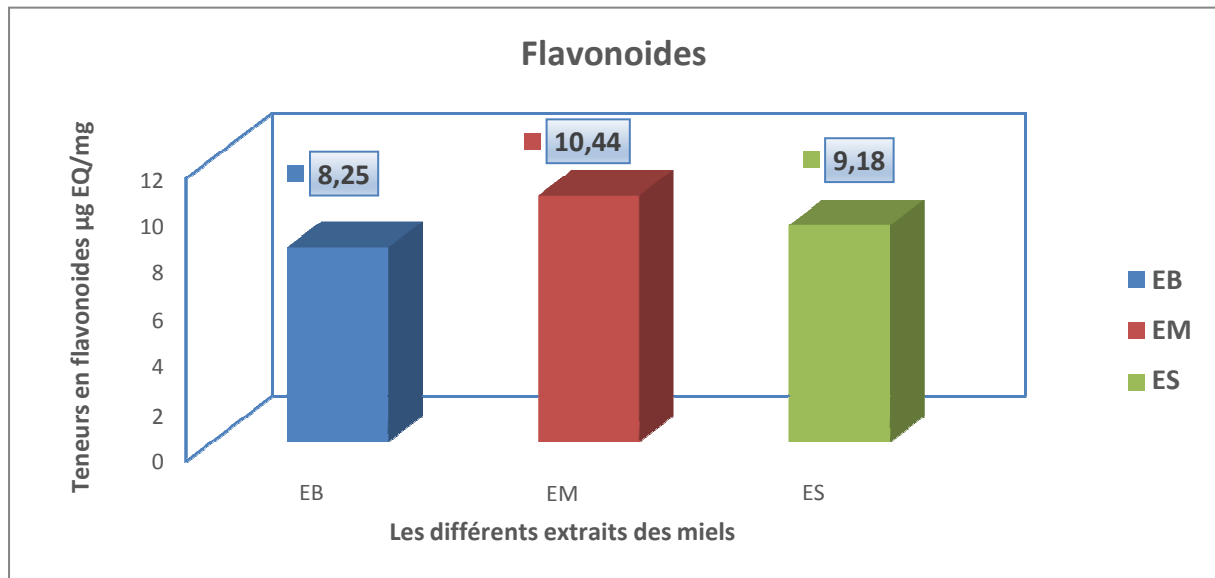


Figure 19: Histogramme des teneurs en flavonoïdes. Ces valeurs représentent les moyennes des trois répétitions \pm SD (**EB**): Extrait du miel blanc (miel de *Eruca sativa*); (**EM**): Extrait du miel de montagne; (**ES**): Extrait Sidr (miel de *zizyphus jujuba*)

Nos résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Moniruzzaman *et al.* (2013), et à ceux obtenus par Khalil *et al.* (2013) sur des échantillons Malaisien. Doukani *et al.* (2014) ont montré que la concentration et le type de substances phénoliques dépendent de l'origine florale du miel ; ils sont les principaux facteurs responsables de l'activité biologique de miel. Ces mêmes auteurs rajoutent que dans le miel, la plupart des composés phénoliques sont sous forme de flavonoïdes dont la concentration dépend de divers facteurs, y compris des espèces végétales utilisées par les abeilles, la santé de la plante, la saison et les facteurs environnementaux. En règle générale,

les miels les plus foncés, comme ceux issus du tournesol et du sarrasin, contiennent des quantités de flavonoïdes supérieures aux miels plus pâles. Ainsi, ils possèdent une plus grande capacité antioxydante (Doukani *et al.*, 2014).

Les échantillons de miel qui ont enregistré des teneurs élevées en polyphénols totaux ont montré également des teneurs élevées en flavonoïdes totaux, Ceci est normal car ces derniers sont des dérivés des polyphénols.

Conclusion et Perspectives

Les produits de la ruche (miel, propolis et gelée royale) sont des composés biologiques très complexe, d'une très grande diversité, leurs conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique.

Pour cela l'axe de notre recherche couvre l'étude de quelque activité biologique des produits de la ruche récoltée en ALGERIE (miel, propolis et gelée royale).et leur utilisation contre les bactéries potentiellement pathogènes.

Dans notre présent travail, nous avons étudié l'activité antibactérienne in vitro des produits de la ruche (les quatre types du miel « miel de Sidr (miel de *Zizyphus jujuba*), miel de montagne, miel de *Eruca sativa* (miel blanc), miel de Talghoufet (miel de *Euphorbia characias* », la propolis et la gelée royale, vis-à-vis de six souches bactériennes (*Staphylococcus Clinique*, *Staphylococcus Aureus*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas*, *E. Coli*).

Au cours de cette étude, nous avons réalisé des tests phytochimique (détermination de la présence de flavonoïde), dosage de polyphénol et des analyses physico-chimiques (teneur en pH, conductivité électrique et humidité). Nous avons également abordé à l'activité antioxydant (test OH) sur les produits de la ruche.

Nos résultats ont montré que :

L'analyse physico-chimique a permis de confirmer que les produits de la ruche étudiés répondent aux normes exigées par le Codex Alimentarius.

Tous les produits de l'abeille étaient efficaces contre *S. aureus*, *S. clinique* avec des zone d'inhibitions allant jusqu'à 35mm, tandis qu'ils étaient moins efficaces contre les souches *E. coli*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Bacillus*.

Quantitativement, l'évaluation du contenu des polyphénols totaux et flavonoïdes par le dosage spectro photométrique a révélé la présence des quantités importantes de ces composés dans les trois extraits de miel. (Miel de Sidr (Miel de *Zizyphus jujuba*), Miel de montagne, Miel de *Eruca sativa* (miel blanc). Ces métabolites secondaires pourraient être incriminés dans l'inhibition et la suppression de la croissance bactérienne.

L'effet bactéricide des produits de la ruche (miel, propolis et gelée royale) dépend de différents facteurs comme leur composition, leur origine florale et géographique ceci explique les différences constatées durant l'étude.

A l'issue de ce travail, nous émettons quelques réflexions et recommandations sous forme de perspectives pour l'amélioration de l'utilisation des produits de la ruche :

- ✓ L'évaluation de l'activité antibactérienne des produits de la ruche sur une large gamme de bactéries pathogènes et résistantes afin de valoriser l'utilisation des substances naturelles dans le traitement des différentes maladies.
- ✓ L'utilisation d'autres types de miels
- ✓ L'extraction des principes actifs des produits de l'abeille et leur utilisation individuelle sur les bactéries potentiellement pathogènes.

Références Bibliographiques

A

- **Abd-allah Magda S.**, Mishref A., Ghazi I.M. (1995). Antimicrobial potency of royal jelly collected from queen cells at different larval ages. *Annals. Agric.Sci., Ain Shams Univ., Cairo*, 40 : (2). P-P.597-608.
- **Abdelkader F. B.** (2020). Situation of beekeeping in North Africa. *Journal of Apitherapy and Nature*.3 :(1). P-P.1-9.
- **Achouri I.**, Aboussaleh Y., Sbaibi R., Chemissi H. et Bengueddour R. (2015). Comparaison de la qualité physicochimique du miel de *Ziziphus sp* (Sider) et d'*Acacia sp* (Samar) consommés aux Émirats Arabes Unis (UAE). *International Journal of Innovation and Applied Studies. Innovative Space of Scientific Research Journals*. V:(10). P-P.184 - 191
- **Adjlane N.**, Doumandji S. E., Haddad N. (2012). Situation de l'apiculture en Algérie : facteurs menaçant la survie des colonies d'abeilles locales *Apis mellifera intermissa*. *Cahiers Agricultures*. 21 :(4). P-P.235-241.
- **Adomavičiūtė, Erika**, Pupkevičiūtė, Solveiga, Juškaitė, Vaida, *et al.* Formation and Investigation of Electrospun PLA Materials with Propolis Extracts and Silver Nanoparticles for Biomedical Applications. *Journal of Nanomaterials*, 2017, vol. 2017.
- **Ahmadi–Motamayel, Fatemeh**, Hendi, Seyedeh Sare, Alikhani, Mohammad Yusof, *et al.* (2013). Antibacterial activity of honey on cariogenic bacteria. *Journal of dentistry (tehran, iran)*. V :(10).no 1.P. 10.
- **Alexandra R.** (2011). Le Miel, Un Compose Complexe Aux Proprietes Surprenantes. Thèse de doctorat.P.43.
- **Al-Kakawin MA.**, Alwahsh M., Mohd Hilmi AB., Abulebdah DH. (2023). Caractéristiques physicochimiques et composés bioactifs de différents types de miel et leurs propriétés biologiques et thérapeutiques : une revue complète. *Antibiotiques*. 12: (2). P.337.
- **Alkhaibari A. M.**, Alanazi A. D. (2022). Insecticidal, Antimalarial, and Antileishmanial Effects of Royal Jelly and Its Three Main Fatty Acids, trans-10-Hydroxy-2-decenoic Acid, 10-Hydroxydecanoic Acid, and Sebacic Acid. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- **Al-Mamary M.**, Al Meeri A. Al.Habori M. (2002). Antioxidant activity and total phenolics of different types of honeys. *Nutrition Research*, 22, 1041-1047.
- **Al-Mamary M.**, Al-Meeri A., Al-Habori M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*.V:(22). P-P.1041-1047
- **Al-Waili NS.**(2005). Mixture of honey, beeswax and olive oil inhibits growth of *Staphylococcus aureus* and *Candida albicans* *Archives of Medical Research*. 36:(1). P-P.10-13.
- **Amoros M.**, Simões C.M.O., Girre, L., Sauvager, F., and Cormier, M. (1992). Synergistic effect of flavones and flavonols against herpes simplex virus type 1 in cell culture. Comparison with the antiviral activity of propolis. *Journal of Natural Products*. V:(55). P-P.1732–1740.

- **Anjum S I.**, Ullah A., Khan K. A., Attaullah M., Khan H., Ali H., Dash C. K. (2019). Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 26:(7)1. P-P. 695-1703.
- **Arrar L.**, Benzidane N., Krache I., Charef N., Khennouf S., Baghiani A . (2013). Comparison between Polyphenol contents and antioxidant activities of different parts of *Capparis Spinosa L* . *Pharmacognosy Communication*. 3(2), p 70–74
- **Assie B.**, Descottes B. (2004). Le miel comme agent cicatrisant. Thèse d'exercice : Médecine. Toulouse : Toulouse III.P. 115.
- **Athmani S.**(2018). Protocoles pour la Sécurité des Réseaux de Capteurs Sans Fil. Doctoral thésis. Université de Batna 2.
- **Atoub N.**, Alalta H. (2021). Corrélation entre la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante du miel de différentes origines botaniques (Doctoral dissertation, Université jijel).
- **Avisse I.**, (2014). Grand traité des miels, Editions Le Sureau. P-P. 293-80-111-113.

B

- **Baghiani A.**, Ameni D., Boumerfeg S., Adjadj M., Djarmouni M., Charef N., Khennouf S., Arrar L. (2012). Studies of antioxidants and xanthine oxidase inhibitory potentials of root and aerial parts of medicinal plant *Capparis Spinosa L* . *American Journal of Medicine and Medical Sciences*. 2(1), p 25-32. REference de flavonoide
- **Balkanska R.**, Liviu Al., Mărghitaş C. I. P., Maya I., Lavinia I.T. (2013). Comparison of Physicochemical Parameters in Royal Jelly from Romania and Bulgaria. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*. 70 :(1). P-P. 117-121
- **Ballot, Flurin C.** (2009). Miels et gelée royale : leur origine, leur nature, leur composition et leurs propriétés reconnues. *Phytothérapie*. V:(7). P-P.87–90.
- **Balouiri M.**, Sadiki M., Ibsouda S K.,(2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobien activity : A review. *Journal of pharmaceutical analysis*.6 :(2). P-P. 71-79.
- **Bărnăuțiu LI**, Mărghitaş LA., Dezmirean DS., Mihai CM., Bobiş O. (2011). Composition chimique et activité antimicrobienne de la gelée royale-REVIEW. *Articles Scientifiques Animal Science and Biotechnologies* .44 : (2). P-P.67-72.
- **Bauer A.W.**, Kirby W.M., Sherris J.C., Turck M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*.V:(45). P.493.
- **Bell L.**, Methven L., Signore A., Oruna-Concha M. J., Wagstaff C. (2017). Analysis of seven salad rocket (*Eruca sativa*) accessions: The relationships between sensory attributes and volatile and non-volatile compounds. *Food chemistry*. V:(218). P-P. 181-191.
- **Benamer A.** (2014). Etude physico-chimique et pollinique du miel d'*Eucalyptus* de la région de Tlemcen. Th. Université Abou Bakr Belkaid. Tlemcen.
- **Benhanifia M. E. B.** (2015). Les propriétés antibactériennes et antioxydantes de la propolis (Doctoral dissertation, Université de Mascara-Mustapha Stambouli.
- **Bennett KD.**, Willis K., (2001). Pollen. Suivi des changements environnementaux à l'aide des sédiments lacustres : indicateurs terrestres, algaux et siliceux. P-P. 5-32.

- **Beretta G.**, Granata P., Ferrero M., Orioli M., Facino RM., (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*. V :(533). P-P.185-191.
- **Blanc M. (2010) .** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges,pp 142 .
- **Blanc M. (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges.P.142.
- **Bogdanov S. (2014).** Pollen : production, nutrition and health : à review. Bee product science.P. 3.
- **Bogdanov S. (2016).** Honey as Nutrient and Functional Food. Book of Honey, Chapter 8, Bee Product Science, www.bee-hexagon.net, April 2016.
- **Bogdanov S., Bieri K., Figar M., Figueiredo V., Iff D., Känzig A., Stöckli H., Zürche K. (1995).** Miel : définition et directives pour l'analyse et l'appréciation. Centre Suisse de Recherches Apicoles. P-P.1-26.
- **Bogdanov S., Pascale B. (2001).** « Propriétés antibiotiques naturelles du miel ». Centre Suisse de recherche Apicole. P-P. 1-8.
- **Bogdanov S., Ruoff K., Persano L. (2004).** Physico-chemical methods for characterization of unifloralhoney. A review. *Apidologie* v:(4). P.17
- **Boizot N, Charpentier J-P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le Cahier des Techniques de l'INRA, Numéro spécial 2006 : Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques. 2006 :79-82
- **Bonté F., Des moulière A. (2013).** Le miel : origine et composition. *Actualités pharmaceutiques*, 52 :(531). P-P.18-21.
- **Bouaroura ép Redjem A., Segueni N. (2020).** Etude comparative du profil chimique et de l'activité antioxydant de plusieurs propolis de l'Est algérien et investigation phytochimique de la propolis la plus active. Doctoral dissertation, Université Frères Mentouri-Constantine 1).
- **Boukhatem L., (2013).** Etude de la sensibilité aux antibiotiques des bacilles à Gram négatif non fermentant isolés au niveau du service de réanimation du CHU de Tlemcen, Microbiologie. Université Aboubeker Belkaid Tlemcen. P.10.
- **Boukraa L. (2008).** Activité Additif de la gelée royale et miel contre *Pseudomonas aeruginosa*. Révision de la médecine alternative. P-P. 330-333.
- **Bousta L. (2017).** Contribution à l'étude des propriétés biologiques de la propolis de quelques régions d'Algérie (Doctoral dissertation).
- **Bouzit S., Said L., Mohamed T., Abdelaziz L., Abdelowahed H., Francesca M., Cinzia B. (2019).** "Characterization of Natural Gypsum Materials and Their Composites for Building Applications" *Applied Sciences* 9.no. V:(12). P. 2443.
- **Boyanova L, (2006).** In vitro activity of Bulgarian propolis against 94 clinical isolates of anaerobic bacteria., 12:(4). P-P.173-177.
- **Brachemi K., Moussaoui N. (2018).** Caractérisation du profil en acide gras et l'étude de l'activité antioxydante de pollen d'abeille de trois origines florales (Cytise, Ciste et Sainfoin) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

- **Bradbear N.** (2010). Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation des produits et services dérivés des abeilles. FAO, Rome, PFNL 19.
- **Bruneau E., Barbier E., Gallez L., Guyot C.** (2000). La roue des arômes des miels. Abeilles & Cie.P. 77.
- **Bruneau M.** (2002). Évolution des étagements ethnopolitiques dans les montagnes sinoindochinoises.
- **Bulbul M., Tekce A., Annac E., Korkmaz O., Onderci M., Korkmaz D., Demirci A. M.** (2023). Identification of royal jelly as a potential new drug to protect the ovarian reserve and uterus against cyclophosphamide in rats. *Clinical and Experimental Reproductive Medicine*. 50 :(1). P-P. 34-43.

C

- **Cavia M.M., Fernández-Muino M.A., Alonso-Torre S.R., Huidobro J.F., Sancho, M.T.** (2007). Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry*.V :(100). P-P.1728–1733.
- **Chauhan A., Pandey V., Chacko K.M. Khanoal R.K.** (2010). Antibacterial activity of raw and processed honey. *Electronic journal of biology*. 5 : (3). ISSN 1860- 3122.P-P. 58-66.
- **Chon J. W., Seo K. H., Oh H., Jeong D., Song K. Y.** (2020). Chemical and organoleptic properties of some dairy products supplemented with various concentration of propolis: a preliminary study. *Journal of Dairy Science and Biotechnology*, 38:(2). P-P. 59-69.
- **Clément, H.**, (2004).Le Traité Rustica de l'apiculture. Edition: Rustica /FLER. Paris. ISBN: 2-84038-241-3. P. 528.
- **Codex.** (2001). Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Commission du Codex Alimentarius. Alinorm 01/25, 1-31 de l'abeille, Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris.P-P.324 – 361.
- **Condon RE (1993)**. Curious interaction of bugs and bees .*Surgery* 113(2) PP 234-235
- **Condon RE.** (1993). Curious interaction of bugs and bees. *Surgery* .113:(2). P-P .234-235
- **Cooper R.** (2007). Honey in wound care antibacterial properties. *GMS Kranken hansshygiene Interdisziplinär*, v:(2). N° 2. DOC 51.
- **Cortopassi-Laurino M., Gelli D.S.** (1991). Analyse pollinique, propriétés physicochimiques et action antibactérienne des miels d'abeilles africanisées *Apis mellifera* et de *Méliponinés* du Brésil. *Apidologie* 22. V :(10), no 1.P-P.61–73.
- **Couquet Y., Alexis Desmoulière., Marie-Laure Rigal.** (2013). Les propriétés antibactériennes et cicatrisantes du miel. *Actualités Pharmaceutiques* Volume 52, Issue 531, Dec 2013, Pages 22-25
- **Couquet Y., Desmolière A., Rigal M.L.** (2013). « Le miel, quel intérêt en cicatrisation ? » Les propriétés antibactériennes et cicatrisantes du miel. *Actualités pharmaceutiques*. P-P. 22-25.
- **Courvaline P., Leclreq R,** (2012). AntibioGramme.3ème édition. ESKA. Paris. P-P.48- 49.
- **Couteau C., Coiffard L,** (2021). La cire d'abeille, un produit de la ruche.

- **Cuevas-Glory L. F.**, Pino J. A., Santiago L. S., Sauri-Duch E. (2007). A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *Food Chemistry*.103 :(3) : P-P. 1032-1043.

D

- **D'abeille L. C.** (2004). Contrôle de qualité et détection des fraudes.
- **DE P. L. D. D. É.** (1987). Miel et gelée royale : utilisations thérapeutiques dans le domaine cutané et applications en cosmétologie (doctoral dissertation, université de limoges).
- **Degan J.**, Tessy S., Tchobo F. P. (2012). Extraction et caractérisation de la cire d'abeilles des régions du Bénin. EPAC/UAC.
- **Delarras C.**(2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire. Technique et documentation. Lavoisier (Editeur), Paris.P.476.
- **Derevici A.**, Popesco A., Popesco N. (1964). Recherches sur certaines propriétés biologiques de la propolis. *Les Annales de l'Abeille*.7 : (3). P-P.191-200.
- **Djurabayevitch DO.** (2023). Dynamique de l'efficacité et de l'optimisation des processus de production apicole dans les exploitations spécialisées. *Journal américain de diplomatie publique et d'études internationales*.1 : (1). P-P. 40-45.
- **Donadiou Y** (1987). Le miel thérapeutique naturel, 2^o Edition, Paris, Maloine edit.P.36.
- **Doré Jean-Christophe**, Claude Viel ,(2003). Histoire et emplois du miel, de l'hydromel et des produits de la ruche. *Revue d'histoire de la pharmacie* 2003, Volume 91 (337).
- **Douichine Z.**, Douib S.(2022). Etude de l'activité antibactérienne et antioxydante de quatre plantes médicinales (Doctoral dissertation, Université Larbi Tébessi-Tébessa).
- **Doukani K.**, Gacem N., Benlarbi H. (2014). Physicochemical and phytochemical characterization. *International Journal of Applied, Physical and Bio-Chemistry Research*.V :(4). N 6.P-P.1-16
- **Doukani K.**, Gacem N., Benlarbi H. (2014). Physicochemical and phytochemical characterization of honey. *International Journal of Applied, Physical and Bio-Chemistry Research*, Volume 4, N 6, p1-16
- **Dumbrava D.G.**, Bordean D.M., Raba D.N., Druga M., Moldovan C., Popa M.V. (2013). Antioxidant Properties and Other Physicochemical Characteristics of Some Honey Varieties from West Romanian Area. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & Mining Ecology Management*.P.101.

E

- **El-Seedi H. R.**, Eid N., Abd El-Wahed A. A., Rateb M. E., Afifi H. S., Algethami A. F., ... Khalifa S. A. (2022). Honey bee products: Preclinical and clinical studies of their anti-inflammatory and immunomodulatory properties. *Frontiers in Nutrition*.
- **En ligneAkyürek S.** (2022). Réflexions sur les expériences des visiteurs du musée de l'apiculture : une analyse des notes du livre d'or. *Journal européen de la recherche touristique*. (32). P-P. 1-19.
- **En ligneBogdanov, S.** (2004). Qualité et normes du pollen et de la cire d'abeille. *Apiacta*. 38 :(11). P -P. 334-341.
- **Erejuwa O.O.**, Sulaiman S.A., Ab Wahab M.S. (2012). Honey: a novel antioxidant.

- Etienne B., Jean-Marie B., Paul B., Henri C., Roch D., Gilles F., Yves C., Gilles R., Catherine R., Bernard V. (2015). Le traité rustica de l'apiculture. Rustica editions.la France.P.247.
- **Etxegarai-Legarreta O.**, Sanchez-Famoso V, (2022). Le rôle de l'apiculture dans la génération de biens et services : l'interrelation entre les utilités environnementales, socio-économiques et socioculturelles. *Agriculture* .12 : (4). P.551.

F

- **Fahle A.**, Bereswill S., Heimesaat M. M. (2022). Antibacterial effects of biologically active ingredients in hop provide promising options to fight infections by pathogens including multi-drug resistant bacteria. *European Journal of Microbiology and Immunology*.12 :(1). P-P.22-30.
- **Felicioli A.**, Cilia G., Mancini S., Turchi B., Galaverna G., Cirlini M., Fratini F. (2019). Activité antibactérienne in vitro et caractérisation volatile d'extraits organiques d'éthanol de cire d'abeille d'*Apis mellifera ligustica* (Spinola, 1906). *Bioscience alimentaire*. (29). P-P. 102-109.
- **Ferhoum F.** (2010). Analyses physico chimiques de la propolis locale selon les étages bioclimatiques et les deux races d'abeilles locales (*Apis mellifica intermissa* et *Apis mellifica sahariensis*). Thèse de Magister.Université M'Hamed Bouggara, Wilaya de Boumerdes, Algérie.P. 121.
- **Fernandes-Silva CC.**, Freitas JC., Salatino A., Salatino MLF. (2013). Activité cytotoxique de six échantillons de propolis brésilienne sur des œufs d'oursin (*Lytechinus variegatus*). *Médecine complémentaire et alternative fondée sur des données probantes*. 2013.
- **Ferreira I. C. F. R.**, Aires E., Barreira J. C. M., Estevinho L. M. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*.V:(114). P-P.1438-1443
- **Fontana R.**, Mendes M.A., De Souza B.M., Konno K., César L.M., Malaspina O., Palma M.S. (2004). Jelleines: a family of antimicrobial peptides from the Royal Jelly of honey bees (*Apis mellifera*). *Peptides*.P-P.919-928.
- **Fouchal L.**, Laksari D. (2019). Activités biologiques de propolis collectées dans diverses régions de Tizi-Ouzou (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- **Fratini F.**, Cilia G., Turchi B., Felicioli A. (2016). Cire d'abeille : Une mini revue de son activité antimicrobienne et de son application en médecine. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 9 :(9). P-P. 839-843.
- **Frederic B.**, Alexis D. (2013). Le miel: origine et composition. P-P.18-21.
- **Fujiwara S. et al.** (1990). A potent antibacterial protein in royal jelly. Purification and determination of the primary structure of royalisin, *Journal of Biological Chemistry*.

G

- **Gandar J.** (2016). Distribution spatio-temporelle du coquelicot pour l'alimentation de l'abeille domestique en plaine agricole intensive (Doctoral dissertation, France. Institut Polytechnique La Salle Beauvais (Uni Lasalle), FRA.). P.10.
- **Gharbi M.** (2011). Les produits de la ruche : Origines - Fonctions naturelles - Composition Propriétés thérapeutiques Apithérapie et perspectives d'emploi en médecine

vétérinaire. Thèse de Doctorat en Médecine-pharmacie, Université Claude-Bernard - Lyon I.P. 221.

- **Ghorab A.**, Rodríguez-Flores M. S., Nakib R., Escuredo O., Haderbache L., Bekdouche F., Seijo M. C, (2021). Sensorial, melissopalynological and physico-chemical characteristics of honey from Babors Kabylia's region (Algeria). *Foods*, 10 :(2). P.225.
- **Guetrani N.**, Chouadli S., Mazouz W. (2022). Etude de l'activité biologique de l'huile essentielle extraite de *Citrus sinensis*.
- **Guillon N.** (1996). Etude de l'activité antibactérienne du miel. PhD Thesis.

H

- **Haddouche Sawssen.**, Daoudi Meriem., Naidja Khaoula. (2021) Evaluation de l'activité antibactérienne des produits de l'abeille (Miel, propolis, gelée royale). Mémoire pour l'obtention du diplôme de master. Université 8 Mai 1945 Guelma
- **Hakim E A.**, Akbay C. (2022). Analyse socio-économique de l'apiculture dans la région nord de l'Irak. *Revue Eurasiennne D'économie Agricole (EJAE)*. 2 : (2). P-P. 42-52. Hérodote.P-P.89–117.
- **Hamouda H.M.**, Marzouk D.S. (2011). Antibacterial activity of Egyptian honey from different sources. *International journal of microbiological research*, vol.2, n°2; p.149-155.
- **Hegazi, A.G.**, Farghal, A.A., and El Hady, F.K.A. (2000). Antiviral activity and chemical composition of European and Egyptian propolis. In Congreso Internacional de Propóleos. Buenos Aires, Argentina, p.
- **Hossain M. L.**, Lim L. Y., Hammer K., Hettiarachchi D., Locher C. (2022). A Review of Commonly Used Methodologies for Assessing the Antibacterial Activity of Honey and Honey Products. *Antibiotics*.11 :(7). P.975.
- **Huang J.**, Zhang Z., Feng W., Zhao Y., Aldanondo A., de Brito Sanchez M. G., ... Su S. (2022). Food wanting is mediated by transient activation of dopaminergic signaling in the honey bee brain. *Science*. 376:(6592). P-P. 508-512.
- **Huang S.**, Zhang C. P., Wang K., Li G. Q., Hu F. L. (2014). Recent advances in the chemical composition of propolis. *Molecules*. 19:(12). P-P. 19610-19632.

J

- **Jasicka-Misiak I.**, A., Poliwoda, M., Deren and P. and Kafarski . (2011). Phenolic compounds and abscisic acid as potential markers for the floral origin of two Polish unifloral honeys. *Food Chemistry*, 131, 1149–1156.
- **Jean lacube.** (2013). L'ABC de l'apiculture. Rustica éditions.la Franc.P.71.
- **Jean-Prost P.** (2005). Apiculture, 7e Edition LAVOISIER, 2005.P. 682.
- **Ji P.**, Liu X., Yang C., Wu F., Sun, J., Cao W., Zhao H. (2023). Natural crystallization properties of honey and seed crystals-induced crystallization process for honey performance enhancing. *Food Chemistry*.V:(405). P.134972.
- **Juszczak L.**, Socha R., Roznowski J., Fortuna T., Nalepka K, (2009). Physicochemical properties and quality parameters of herbhoneys. *Food Chemistry*. V : (113). P-P. 538–542.
- **Juszczak L.**, Socha R., Roznowski J., Fortuna T., Nalepka K. (2009). Physicochemical properties and quality parameters of herbhoneys. *Food Chemistry*. V:(113). P. 538–542.

K

- **Kagiali E.**, Kokoli M., Vardakas P., Goras G., Hatjina F., Patalano S. (2023). Aperçu sur quatre ans des pertes de colonies hivernales en Grèce : preuve scientifique citoyenne que la transition vers des pratiques d'apiculture biologique réduit les pertes de colonies. *Insectes* .14 : (2). P.193.
- **Khalil M I.**, Moniruzzaman M., Boukraâ L., Benhanifia M., Islam M.A., Islam M. N., Sulaiman S.A.et Gan S.H. 2012 . Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules*. 17(9) :11199–11215.
- **Komosinska-Vassev K.**, Olczyk P., Kaźmierczak J., Mencner L., Olczyk K. (2015). Pollen d'abeille : composition chimique et application thérapeutique. Médecine complémentaire et alternative fondée sur des données probantes, 2015.
- **Kornienko E.**, Zabolotnykh M., Yakushkin I., Nadtochiy A.,(2020). Propriétés organoleptiques, physico-chimiques et palynologiques du miel dans la région de Sibérie occidentale en Russie. Dans Conférence scientifique internationale Le cinquième ordre technologique : perspectives de développement et de modernisation du secteur agro-industriel russe (TFTS 2019). *Presse d'Atlantide*.P-P.46-49.
- **Kujumgiev A.**, Tsvetkova L., Serkedjieva Y., Bonkova V.S., Christov R., Popov S. (1999). Antimicrobial, antifungal and antiviral activity of propolis of different geographic origin, *Journal of Ethnopharmacology* .64 (3), 235-40p.
- **Kwakman P. H. S.**, Zaat S. A. J. (2012). Antibacterial components of honey. *IUBMB life*, 1 : (64). P-P.48-55.

L

- **Lachman J.**,Orsak M., Hejtmankova A. and Kovarova E. (2010). Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *Food Science and technology*, 43, 52-58.
- **Laguerre M.**, López-Giraldo L. J., Lecomte J., Pina M., Villeneuve P. (2007). Outils d'évaluation in vitro de la capacité antioxydante. Oléagineux, Corps gras, Lipides, 14 :(5). P-P.278-292.
- **Layazid A.**, Aslani S. (2018). Caractérisation de quelques paramètres physico-chimiques et biologiques de la gelée royale. Mémoire pour l'obtention de diplôme de master. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- **Leila A. A.** (2018). *Etude de l'activité biologique (antioxydante, antimicrobienne et cicatrisante) de quelques préparations thérapeutiques à base de miel et de plantes médicinales* (Doctoral dissertation, Université Ibn-khaldoun : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).
- **Li L.**, Wang P., Xu Y., Wu X., Liu X. (2022). Effect of Trehalose on the Physicochemical Properties of Freeze-Dried Powder of Royal Jelly of Northeastern Black Bee. *Coatings*. 12 :(2). P.173.
- **Liu S.**, Lang D., Meng G., Hu J., Tang M., Zhou X. (2022). Tracing the origin of honey products based on metagenomics and machine learning. *Food Chemistry*.V:(371). P.13106.
- **Logerot J.**, Martin L.B.M., Taufour R., Nicolas J., le prince L. (2003). Info agricole Edition Fédération des centres de gestion Agréés Agricoles F. C. G. A. A.P-P.13-85.

- **Long H.S.**, Tilney P.M. et Van Wyk B.-E. (2010). The ethnobotany and pharmacognosy of *Olea europaea* subsp. *africana* (Oleaceae). *South African Journal of Botany*. 76 (02): 167-420.

M

- **Mădaş M. N.**, Mărghitaş L. A., Dezmirean D. S., Bobiş O., Abbas O., Danthine S., ... Nguyen B. K. (2020). Labeling regulations and quality control of honey origin : a review. *Food Reviews International*, 36:(3). P-P. 215-240.
- **Mahajan RTCM.**, Chopda M. (2009). Examen de la phyto-pharmacologie de *Ziziphus jujuba* Mill-A. *Revue de pharmacognosie* .3 : (6). P.320.
- **Manischa D. M.**, Sahyamapad M. (2011). Honey: its medicinal property and antibacterial activity . *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2011 Apr. 1 :(2). P-P. 154–160.
- **Manyi-Loh C.E.**, Ndip R. N., Clarke A. M., (2011). Volatile compounds in honey: a review on their involvement in aroma, botanical origin determination and potential biomedical activities. *International Journal of Molecular Sciences*.V :(12). P-P. 9514-9532
- **María EG.**, Madueño-Luna A., Ruiz-Canales A., Luna JMM. (2022). Classification des miels monofloraux par mesure de l'impédance électrique basée sur les réseaux de neurones. *Agronomie*.12 : (8). P.1929.
- **Mateescu C.** (2016). Les produits de sécrétion et leurs rôles dans la colonie d'abeilles, [en ligne]. Adresse URL <https://www.researchgate.net/publication/237480596>.
- **Mekious S.**, Houmani Z., Bruneau E., Masseur C., Guillet A., Hance T. (2015). Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*. V:(19). P-P. 221-231.
- **Mescle J.F** et Zucca J. (1996) .les facteurs de developement in Microbiologie alimentaire ;Tomel (Bourgois C M Mescle J .F et Zucca J editors)edition : Lavoisier Technique et Documentation Londres Paris New York Chapitre 1,PP :4-33
- **Mescle J.F.**, Zucca J. (1996). Les facteurs de developement in Microbiologie alimentaire ; Tomel (Bourgois C M Mescle J. F et Zucca J editors) edition : Lavoisier Technique et Documentation Londres Paris New York Chapitre 1.P-P.4-33
- **Mohdaly AA.**, Mahmoud AA., Roby MH., Smetanska I., Ramadan MF. (2015). Extrait phénolique de propolis et de pollen d'abeille : composition, activités antioxydantes et antibactériennes. *Tourillon de biochimie alimentaire*. 39 : (5). P-P. 538-547.
- **Molan P.C**, (1992). «The antibacterial activity of honey.1.the nature of the antibacterial activity». *Bee world*. V:(47). P-P.59-76.
- **Moniruzzaman M.**, Siti Amrah S., Siti Amirah M. A. et Siew H. G. 2013 .Two- Year Variations of Phenolics, Flavonoids and Antioxidant Contents in Acacia Honey. *Molecules*. 18:14694-14710.

N

- **Navrotescu M.**, Toma O. (2005). Influence de la propolis sur la mitose dans le merysteme de secale cereale l. *Journal of Experimental and Molecular Biology*.P.6.
- **Nonotte-Varly C.** (2022). Les pollens allergisants de la gelée royale d'origine française. *Revue Française d'Allergologie*. 62 :(6). P-P. 529-535.

O

- **Ouadjir T.** (2021). Propolis : production, composition, propriétés biologiques et utilisation Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri.
- **Ouakif K., Oulouna S.** (2022). Cire d'abeille : composition, propriétés, qualité et utilisation. Mémoire bibliographique (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri.
- **Ouchemoukh S.** (2012). Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. Thèse de Doctorat de Biologie en Biocimie. Université Abderrahmane Mira.Faculté des Sciences de la nature et de la vie. Béjaia.P-P.21-90.
- **Ozcan M.D., Anslam D.A.** (2006). Phenolic profiles and antioxidant capacities of Chinese unifloral honeys from different botanical and geographical sources. *Food Chemistry*. V :(99). P-P.24-27

P

- **Philippe J. M.** (1999). Le guide de l'apiculteur, Troisième Edition EDISUD.P.1087.
- **Pintus F., Floris S., Fais A., Era B., Porcedda C., Tuberoso C. I. G., Caddeo C.** (2022). Euphorbia characias Extract: Inhibition of Skin Aging-Related Enzymes and Nanoformulation. *Plants*.11 :(14). P.1849.
- **Plave CI, Mărghitas LA., Bobiş O., Dezmirean DS., Şapcaliu A., Radoi I., Mădaş MN.** (2011). Revue des activités biologiques de la gelée royale. *Articles scientifiques Sciences animales et biotechnologies*, 44 : (2). P-P. 108-118.

R

- **Raoult D.** (2013). TRUC or the need for a new microbial classification. *Intervirology*.56 :(6). P-P. 349-353.
- **Ravazzi G.** (2007) Abeilles et apiculture. Edition de Vecchi S.A. Fenosoa, R. O. Fabrication de bougies parfumées bio à base de cire d'abeille et d'huiles essentielles. P-P.152.111.
- **Rebai h., Saidi sief Ch.** (2017). Identification d'une souche cariogène Streptococcus sp et étude de l'action antibactérienne du miel de colza et de la propolis sur cette souche, Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri Constantine.V :(42). P-P. 21-31
- **Rios J. L., Recio M. C.** (2005). Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of ethnopharmacology*.100 :(1-2). P-P. 80-84.
- **Rossant A ; Desmouliere A.** (2011). Le miel un composé complexe aux propriétés surprenantes, Thèse de doctorat, université de limoges. France. 132p.

S

- **Salama S., Shou Q., Abd El-Wahed A. A., Elias N., Xiao J., Swillam A., ... El-Seedi H. R.,**(2022). Royal jelly: Beneficial properties and synergistic effects with chemotherapeutic drugs with particular emphasis in anticancer strategies. *Nutrients*. 14 :(19). P. 4166.
- **Sanpa, S., Sutjarittangtham, K., Tunkasiri, T., Eitssayeam, S., and Chantawannakul, P.** (2012). Ultrasonic extraction of Thai propolis for antimicrobial and antioxidant properties. In *Advanced Materials Research*, (Trans Tech Publ), pp. 371–374.

- **Santos LM.**, Fonseca MS., Sokolonski AR., Deegan KR, Araújo RP., Umsza-Guez MA., Machado BA, (2020). Propolis : types, composition, activités biologiques, et prospection de brevets de produits vétérinaires. *Journal des sciences de l'alimentation et de l'agriculture*. 100 : (4). P-P.1369-1382.
- **Santos-Buelga C.**, González-Paramás A. M. (2017). Chemical composition of honey. Bee products-chemical and biological properties. P-P. 43-82.
- **Schmidt J. O.**, Buchmann S. L. (1992). Other products of the hive. In: The hive and the honeybees J. M. graham, ed. Dadant & sons, *Hamilton*, Illinois, USA. P-P. 927- 988.
- **Shakib Khoob M.**, Hosseini S. M., Kazemi S. (2022). In vitro and in vivo antioxidant and anticancer potentials of royal jelly for dimethylhydrazine-induced colorectal cancer in wistar rats. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022.
- **Shenoy V. P.**, Ballal, Mamatha, Shivananda P. G., *et al.*, (2012). Honey as an
- **Silvano MF.**, Varela MS., Palacio MA., Ruffinengo S., Yamul DK, (2014). Paramètres physicochimiques et propriétés sensorielles des miels de la région de Buenos Aires. *Chimie alimentaire*. (152) : P-P.500-507.
- **Soares S.**, Amaral J. S., Oliveira M. B. P., Mafra I. (2017). A comprehensive review on the main honey authentication issues: Production and origin. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.16:(5). P-P.1072-1100.
- **Souza E. C. A.**, Menezes C., Flach A. (2021). Stingless bee honey (Hymenoptera, Apidae, Meliponini): *A review of quality control, chemical profile, and biological potential*. *Apidologie*. V : (52). P-P.113-132.
- **Stefanis C.**, Stavropoulou E., Giorgi E., Voidarou C., Constantinidis TC., Vrioni G., Tsakris A. (2023). Propriétés antioxydantes et antimicrobiennes du miel : une étude bibliométrique. *Antioxydants* .12 : (2). P.414.
- **Sueoka B.**, Cheong K. Y., Zhao F. (2022). Study of synaptic properties of honey thin film for neuromorphic systems. *Materials Letters*. V :(308). P. 131169.

T

- **Talbi M.**, (2018). Etude comparative des paramètres physico-chimiques et activité antioxydants de deux types de gelée royale : locale et importée. Mémoire pour l'obtention du diplôme de master. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
- **Tarrab A.**, Recamales, Hernans D. (2004). Characterisation of spanish thym honeys by their physico-chemical characterisation and mineral content. *Food chemistry*. V:(65). P-P.34-37.
- **Tasei J. N.** (1996). Impact des pesticides sur les Abeilles et les autres pollinisateurs. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, 29 :(29) P-P. 9-18.
- **Tesfaye B.**, Begna D., Eshetu M. (2016). Analyse des propriétés physico-chimiques de la cire d'abeille produite dans la forêt naturelle de Bale, au sud-est de l'Éthiopie. *Journal européen de biophysique*, 4 :(5). P-P.42-46.
- **Tesfaye O.** (2023). Screening invitro antibacterial properties of *Apis mellifera* L. monofloral honey in Ethiopia.
- **Thakur M.**, Nanda V. (2020). Composition and functionality of bee pollen: *A review*. *Trends in Food Science & Technology*. V: (98). P-P.82-106.

U

- **Uthaibutra V.**, Kaewkod T., Prapawilai P., Pandith H., Tragoolpua Y. (2023). Inhibition of Skin Pathogenic Bacteria, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of Royal Jelly from Northern Thailand. *Molecules*. 28 :(3). P. 996.V :(8). P.761267.

V

- **Vu AT.**, Hagen J., Gentry N., James D., Bammer M. (2022). Embouteillage, étiquetage et vente de miel en Floride : ENY159/IN918, rév. 2/2022. SEAD, 2022 (1).

W

- **Wei Q.**, Fu G., Wang K., Yang Q., Zhao J., Wang Y., Song S. (2022). Advances in research on antiviral activities of sulfated polysaccharides from seaweeds. *Pharmaceuticals*. 15 :(5). P. 581.
- **Woźniak M.**, Sip A., Mrówczyńska L., Broniarczyk J., Waśkiewicz A., Ratajczak I. (2023). Activité biologique et composition chimique de la propolis de diverses régions de Pologne. *Molécules*. 28 : (1). P.141.
- **Wu J.**, Han, B., Chen X., Gao J., Zhao S., Sun L., & Wang S. (2023). Quantification of bioactive components and evaluation of microbial community and antibacterial activity from *Heterotriona itama* and *Tetrigona binghami* honeys. *International Journal of Food Science & Technology*.

Y

- **Young GWZ.**, Blundell R., (2023). Une revue sur la composition phytochimique et les applications sanitaires du miel. *Helyon*. P.12507.

Z

- **Zakaria Z.**, Misriyani M., Astuti A. D., Masyita A. (2023). Antibacterial Activity and Toxicity of Honey Derived from Bone, South Sulawesi, Indonesia. *Indonesian Journal of Chemical Research*. 10:(3). P-P.177-182.
- **Zarei M.**, Fazlara A., Tulabifard N. (2019). Effet du traitement thermique sur les propriétés physicochimiques et antioxydantes du miel. *Helyon*. 5: (6). P.1894.

Site Web

- **Site01.** (<https://www.apiculture.net/blog/nourrissement-abeilles-comment-proceder-n2100:12>). 28-03-2023.
- **Site02.** <https://coteruche.com/blog/c-produit-de-la-ruche>.19:20.13-06-2023.
- **Site03.** <https://www.femmeactuelle.fr/sante/news-sante/allergique-au-pollen-evitez-la-gelee-royale-et-la-propolis-33638>.19.30.13-06-2023.
- **Site04.** https://www.doctissimo.fr/beaute/beaute-naturelle/autres-ingredients-naturels/cire-dabeille-ses-bienfaits-en-beaute/72cd57_ar.html.19:50.13-06-2023

Annexes

Conclusion

Annexe 01

- ❖ Composition des milieux de cultures utilisés au niveau Laboratoire de pédagogies de la Faculté des sciences de la nature et de vie à El Hamma, sous la direction de responsable du hall de technologie Mme : Chorfi. R
- ❖ Milieux de culture utilisés (pour un litre de milieu)
 - **Eau physiologique**

Stérilisation à 120 °C/15 min

| Composition | Quantité/ litre |
|---------------|-----------------|
| NaCl | 9g |
| Eau distillée | 1L |

- **Gélose nutritive (GN)**

Autoclaver à 120°C pendant 20mn

| Composition | Quantité /litre |
|-------------------|-----------------|
| Peptone | 5g |
| Extrait de viande | 1g |
| Extrait de levure | 2g |
| NaCl | 5g |
| Agar | 7.5g |
| pH | 7.2 |
| Eau distillée | 1L |

- **Bouillon nutritif (BN)**

- ✓ Ajouter 13g à 15g de bouillon nutritif en poudre dans 1L d'eau distillée.
- ✓ Mélanger et dissoudre complètement.
- ✓ Stériliser à l'autoclave à 121 ° C pendant 15 minutes.

Conclusion

➤ Mueller Hinton (MH)

Infusion de viande de bœuf 300,0 ml

Peptone de caséine..... 17,5 g

Amidon de maïs..... 1,5g

Agar..... 17,0g

PH=7,4

Stérilisation à 121°C/15mn



Photographie 1. Pollen



Photographie 2. la gelée royale



Photographie 3. Magasin de Jouda pour miel



Photographie 4. La ruche traditionnelle