

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Ghardaia



Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et Sciences de la Terre

Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Science biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Par : CHANAA Nassima

BENDEHINA Rym

Thème

**Propriétés physico-chimique et microbiologique de quelques
miels produits dans le centre Algérien.**

Soutenu publiquement, le 13/06/2023

Devant le jury composé de :

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------|----------------|----------------------|
| Mme KEBILI Zohra | Maitre-Assistante A | Univ. Ghardaia | Présidente |
| Mme HAMID OUDJANA Aicha | Maitre de conférences B | Univ. Ghardaia | Directeur de mémoire |
| Mme BENSANIA Wafa | Maitre de Assistante A | Univ. Ghardaia | Examinatrice |

Année universitaire : 2022/ 2023

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous remercions avant tout Allah le tout puissant, pour nous avoir donné la force, le courage et la patience pour réaliser ce travail. Nous remercions également nos familles pour leurs sacrifices pour voir notre réussite.

Nous tenons à remercier vivement notre enseignante et encadreur Mme **HAMID OUJANA Aicha**, pour ses précieux conseils, ses encouragements et sa disponibilité à tous moments pour mener à temps notre travail.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger et d'évaluer notre travail. Nos sincères remerciements vont à Madame **KEBILI Zohra** Maître assistante au département de biologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Ghardaia de nous faire l'honneur de présider le jury et d'apprécier notre travail.

Mes remerciements s'adressent aussi à Madame **BENSANIA Wafa** Maître assistante au département de biologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Ghardaia, qui nous ont fait l'honneur en acceptant d'examiner notre travail avec intérêt.

Nous tenons aussi à remercier particulièrement : Le responsable du laboratoire de biochimie de l'université de Ghardaïa Mr **BEN SALAH Bachir** pour avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation de la partie pratique et pour son aide et ses conseils.

Nous présentons nos sincères remerciements aux enseignants de Département de Biologie et spécialement Mr. **MAHAMED A.E.**, Mr **BEN BAHKTI Z.D.**, de nous avoir formés durant ces cinq dernières années.

Nous tenons également à remercier les apiculteurs et les dégustateurs pour leurs aide et leurs disponibilité.

Dédicace

J'ai atteint la fin de mes études. Merci à Dieu tout-puissant. Avec son aide, j'ai pu terminer mon travail avec succès.

Je dédie ce travail à mes parents et un long remerciement ne suffira pas à ma précieuse mère qui était à mes côtés durant les jours difficiles et m'a encouragé à terminer ma carrière d'étude.

À mon père l'aide qu'il m'a accordé durant mes études et ses encouragements merci pour ta patience . À mon bouclier dans lequel je me suis réfugié , Que Dieu lui , accorde le bien-être et bénisse son âge

À mon oncle, qui nous a quitté le 03.01.2019, qui m'a comblé d'affection et d'amour. m'a encouragé et poussé à donner les meilleurs conseils. Je demande à Allah .le miséricorde de lui accordé les jardins d'éternité pour son âme

J'exprime ma gratitude et mes louanges à mes frères , (Abdelkader, Nawal, Maryam) Abdelrazak, Makhlouk, Zahra). Merci de votre initiative morale et matérielle et de vos précieux conseils.

Je dédie aussi mon travail à ceux qui m'ont aidé: mes tantes et mes oncles, à tous leurs fils et filles, et je dédie ce succès à l'enseignant du primaire Naadja Smahi

"L'enseignant est presque devenu un messenger" sans oublier mes amis
(Nassima, nourelhoda, Sara, Abla, Fatiha, Safia).

Rym



Dédicace

Avant tout je remercie mon Dieu qui m'a donnée la volonté de continuer mes études.

Avec un grand plaisir je dédie ce modeste travail :

À ma très chère mère (Souad), à celle qui m'a donné la vie, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, qui a été à mes cotées durant toutes les années de mes études.

À mon cher père (Selimane), qui a toujours été là pour moi, et qui m'a encouragé pendant toute ma vie. Aucune dédicace ne serait exprimer mes sentiments.

Papa, Maman que dieu vous préserve et vous procure santé et longue vie.

À mes très chères grand-mère (Oumelkhir et Fariha) et grand père (Said), pour ces patiences et ces encouragements tous le temps que le bon Dieu les protèges pour nous.

À mon grand père (Zaidi), qui nous a quitté le 19.10.2018, celui qui m'a comblé d'affection et d'amour. Je demande à Allah le miséricorde de lui accordé les jardins d'éternité pour son âme.

À mon professeur RWANE Moussa qui nous à quitter trop tôt. Que dieu vous accueille dans son vaste paradis. À celui qui m'a encouragé et poussé à donner les meilleurs conseils.

À mes chers oncles : Hemida, Lakhdar, Ahmed.

À ma très chère sœur et mes frères.

À mes très chères tantes et à la femme de mon oncle (Ymina), que Dieu la protège pour nous.

À ma binôme Rym mon amie depuis l'enfance.

À mon bien-aimé (Aissa), pour son soutien et son amour.

Comme je dédie aussi ce travail à mes amies spécialement Rym, Nourelhoda, Massouda, Sarah, Imane, en témoignage de l'amitié sincère qui nous a réunis et des bons moments passés ensembles.

À tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom CHANAA et REGHIS je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma réussite . À tous ceux qui me sont chers.

NASSIMA



Résumé.

Le but de ce travail était d'étudier la qualité physico-chimiques et microbiologiques de cinq échantillons de miel obtenus de la région de Messaad en 2022. Nos échantillons de miel sont de différentes sources florales (Djabali, Djerdjir, Lebina, Chawkiat, Sedra). L'analyse des paramètres physico-chimiques de miel étudié montre un pH acide qui varient entre $3,58 \pm 0,01$ et $3,91 \pm 0,01$. Les valeurs de la conductivité électrique obtenus varie de $218 \pm 0,01$ à $695,33 \pm 1,53$ (uS/cm). Ainsi les valeurs de l'absorbance obtenues varient entre $0,101 \pm 0,1$ et $0,202 \pm 0,00$, une acidité de $17,16 \pm 1,04$ à $30 \pm 0,00$ méq/kg et une teneur en eau de $13 \pm 0,00$ à $24,4 \pm 0,00$ % avec un degré de Brix de $74 \pm 0,00$ à $88 \pm 0,00$ %. La teneur en cendre est entre $0,045 \pm 0,02$ et $0,175 \pm 0,09$ %. La densité est située entre $1,427 \pm 0,02$ et $1,4522 \pm 0,05$. Le taux de protéines varient entre $1,359 \pm 0,008$ et $2,604 \pm 0,008$ (g/100g de miel) et les valeurs de sucre obtenus sont entre $6,49 \pm 0,04$ et $20,97 \pm 0,05$ ($\mu\text{g/ml}$). Les valeurs établies par codex alimentaire sont conformes avec nos résultats et les résultats obtenus ont montré que les variétés de miels sont d'origine nectar. L'évaluation in vitro de l'activité antibactérienne des cinq variétés de miel par le test de l'antibiogramme sur milieu gélose de Mueller hinton, sur quatre types des souches bactériennes montre que la souche bactérienne *Escherichia coli* et *Selmonella typhimurium* révèlent une sensibilité plus marqué pour la variété de miel Chawkiat avec une zone d'inhibitions de $14,75 \pm 4,03$ mm et $13,5 \pm 2,08$ mm respectivement. La souche bactérienne *staphylococcus aureus* révèle une sensibilité plus marqué pour la variété de miel Sedra avec une zone d'inhibitions de $12,25 \pm 3,21$ mm. La souche bactérienne *Pseudomonas aeruginosa* révèle une sensibilité plus marqué pour la variété de miel Lebina avec une zone d'inhibitions de $9,25 \pm 1,00$ mm

Mots-clés : Miel, qualité, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques, Messaàde.

الملخص:

كان الهدف من هذا العمل هو دراسة الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لخمس عينات عسل تم الحصول عليها من منطقة مسعد في عام 2022. عينات العسل لدينا من مصادر زهرية مختلفة (جبالية، جردجير، لبيينا، شوكيات، سيدرا). يُظهر تحليل المعلمات الفيزيائية الكيميائية للعسل الذي تمت دراسته أن درجة الحموضة الحمضية تتراوح بين 3.58 ± 0.01 و 3.91 ± 0.01 وقيم التوصيل الكهربائي التي تم الحصول عليها هي 218 ± 0.01 و 695.33 ± 1.53 (uS/cm). وبالتالي فإن قيم الامتصاص التي يتم الحصول عليها تختلف بين 0.101 ± 0.1 و 0.202 ± 0.00 ، وحموضة من 17.16 ± 1.04 إلى 30 ± 0.00 ميكروغرام/كغم ومحتوى مائي من 13 ± 0.00 و 24.4 ± 0.00 بدرجة من بريكس من 74 ± 0.00 إلى 88 ± 0.00 %. محتوى الرماد بين 0.045 ± 0.02 و 0.175 ± 0.09 %. الكثافة بين 1.427 ± 0.02 و 1.4522 ± 0.05 . تراوحت مستويات البروتين من 1.359 ± 0.008 إلى 2.604 ± 0.008 (g/100g de miel) وكانت قيم السكر التي تم الحصول عليها 6.49 ± 0.04 إلى 20.97 ± 0.05 ($\mu\text{g/ml}$). تتوافق القيم التي حددها الدستور الغذائي مع نتائجنا وقد أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن أصناف العسل من أصل رحيق. تقييم في المختبر للنشاط المضاد للبكتيريا لأصناف العسل الخمسة بواسطة اختبار Mueller hinton agar للمضادات الحيوية، على أربعة أنواع من السلالات البكتيرية تظهر أن السلالة البكتيرية *Escherichia coli* و *selmonella typhimurium* تكشف عن حساسية أكبر لصنف العسل Chawkiat مع منطقة تثبيط تبلغ 14.75 ± 4.03 ملم و 13.5 ± 2.08 ملم على التوالي، تظهر السلالة البكتيرية *Staphylococcus aureus* حساسية أكبر لمجموعة العسل Sedra مع منطقة تثبيط تبلغ 12.25 ± 3.21 ملم، تكشف السلالة البكتيرية *Pseudomonas aeruginosa* عن حساسية أكبر لصنف العسل Lebina مع منطقة تثبيط تبلغ 9.25 ± 1.00 ملم.

الكلمات المفتاحية : العسل، الجودة، التحليل الفيزيائي، التحليل الكيميائي، التحليل الميكروبيولوجي، المسعد.

Abstract :

The aim of this work was to study the physico-chemical and microbiological quality of five honey samples obtained from the Messaad region in 2022. Our honey samples are from different floral sources (Djabali, Djerdjir, Lebina, Chawkiat, Sedra). Analysis of the physico-chemical parameters of the honey studied shows an acid pH varying between 3.58 ± 0.01 and 3.91 ± 0.01 . The electrical conductivity values obtained are 218 ± 0.01 and 695.33 ± 1.53 (uS/cm). Thus the absorbance values obtained vary between 0.101 ± 0.1 and 0.202 ± 0.00 , an acidity of 17.16 ± 1.04 to 30 ± 0.00 meq/kg and a water content of 13 ± 0.00 to 24.4 ± 0.00 with a degree of Brix of 74 ± 0.00 to $88 \pm 0.00\%$. The ash content is between 0.045 ± 0.02 and $0.175 \pm 0.09\%$. The density is between 1.427 ± 0.02 and 1.4522 ± 0.05 . Protein levels ranged from 1.359 ± 0.008 to 2.604 ± 0.008 (g/100g honey) and the sugar values obtained were 6.49 ± 0.04 to 20.97 ± 0.05 ($\mu\text{g/ml}$). The values established by food codex are consistent with our results and the results obtained have shown that the honey varieties are of nectar origin. In vitro evaluation of the antibacterial activity of the five honey varieties by the Mueller hinton agar antibiogram test, on four types of bacterial strains shows that the bacterial strain *Escherichia coli* and *selmonella typhimurium* reveal a greater sensitivity for the honey variety Chawkiat with an inhibition zone of 14.75 ± 4.03 mm and $13.5 \pm 2,08$ mm respectively, the bacterial strain *Staphylococcus aureus* shows a greater sensitivity for the honey variety Sedra with an inhibition zone of $12,25 \pm 3.21$ mm, the bacterial strain *Pseudomonas aeruginosa* reveals a greater sensitivity for the honey variety Lebina with an inhibition zone of 9.25 ± 1.00 mm .

Keywords : Honey, quality, physico-chemical analysis, microbiological analysis, messaaade .

Table des matières

| Titre | Page |
|--|----------|
| Résumé | |
| المخلص | |
| Abstract | |
| Liste des abréviations | |
| Liste des figures | |
| Liste des tableaux | |
| Introduction | 1 |
| Chapitre I : Partie bibliographique | 3 |
| I.1.Définition du miel | 3 |
| I.2. Origine et formation du miel | 3 |
| I.2.1. Nectar | 3 |
| I. 2..2 Miellat | 4 |
| I.2..3formation du miel | 5 |
| I.3. Types du miel | 5 |
| I.3.1. Selon l'origine florale | 5 |
| I.3.1.1. Miel monoflorale | 5 |
| I.3.1.2 Miel poly florale | 6 |
| I.3.2 Selon l'origine géographique | 6 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| I.4. Composition du miel | 6 |
| I.4.1. Eau | 6 |
| I.4.2. Sucres | 6 |
| I.4.3. Acides organiques | 7 |
| I.4.4. protéines | 7 |
| I.4.5. Sels minéraux | 7 |
| I.4.6. Vitamines | 8 |
| I.4.7. Lipides | 8 |
| I.4.8. Composés phénoliques | 8 |
| I.4.9. Enzymes | 9 |
| I.4.10. Autres composants | 9 |
| I.5. Propriétés du miel | 9 |
| I.5.1. Propriétés physicochimiques | 9 |
| I.5.1.1. Teneur en humidité | 9 |
| I.5.1.2. Ph | 9 |
| I.5.1.3. Acidité libre | 10 |
| I.5.1.4. Conductivité électrique | 10 |
| I.5.1.6. Densité | 10 |
| I.5.1.7. Teneur en cendres | 10 |
| I.5.1.8. Absorbance | 11 |
| I.5.1.9. Hydroxy-méthylfurfural (HMF) | 11 |
| I.5.1.10. Indice diastasique (ID) | 11 |
| I.5.1.11. Teneur en proline | 11 |
| I.5.1.12. Sucres totaux | 12 |

| | |
|---|----|
| I.5.1.13. Pouvoir rotatoire du miel | 12 |
| I.5.2. Propriétés organoleptiques | 12 |
| I.5.2.1. Couleur | 12 |
| I.5.2.2. Odeur | 12 |
| I.5.2.3. Goût | 13 |
| I.5.3. Propriétés thérapeutiques | 14 |
| I.5.4 .Propriété antibactérienne | 15 |
| Chapitre II : Matériel et methods | 16 |
| II .1.Principe adopté | 16 |
| II .2.Matériel biologique | 16 |
| II .2.1.Choix des échantillons | 17 |
| II .2.2. Présentation géographique de la région de la récolte de miel | 17 |
| II .3.Matériels de laboratoire | 18 |
| II .3.1.Vérreries et petits matériels | 18 |
| II .3.2.Solution et Réactifs | 18 |
| II .3.3. Appareillage | 18 |
| II .4. Méthodes d'analyse | 18 |
| II.4.1. Analyse physicochimique | 18 |
| II.4.1.1. Mesure de la conductivité électrique | 18 |
| II.4.1.1.1. Principe | 18 |
| II.4.1.1.2. Mode opératoire | 19 |
| II.4.1.2.Ph | 19 |
| II.4.1.2.1. Principe | 19 |
| II.4.1.1.2. Mode opératoire | 19 |

| | |
|--------------------------------|----|
| II.4.1.3.Degré de Brix | 20 |
| II.4.1.3.1.Principe | 20 |
| II.4.1.3.2.Mode opératoire | 20 |
| II.4.1.4.Densité | 20 |
| II.4.1.4.1.Principe | 20 |
| II.4.1.4.2.Mode opératoire | 21 |
| II.4.1.5.Absorption | 21 |
| II.4.1.5.1.Principe | 21 |
| II.4.1.5.2.Mode opératoire | 22 |
| II.4.1.6.Teneur en eau | 22 |
| II.4.1.6.1.Principe | 22 |
| II.4.1.6.2.Mode opératoire | 22 |
| II.4.1.7.Acidité libre | 23 |
| II.4.1.7.1.Principe | 23 |
| II.4.1.7.2.Mode opératoire | 23 |
| II.4.1.8.Taux de matière sèche | 24 |
| II.4.1.8.1.Principe | 24 |
| II.4.1.8.2.Mode opératoire | 24 |
| II.4.1.9.Teneur en cendre | 24 |
| II.4.1.9.1.Principe | 24 |
| II.4.1.9.2.Mode opératoire | 24 |
| II.4.1.10.Dosage de protéine | 25 |
| II.4.1.10.1.Principe | 25 |
| II.4.1.10.2.Mode opératoire | 25 |

| | |
|--|-----------|
| II.4.1.11.Dosage des sucres totaux | 26 |
| II.4.1.11.1.Principe | 26 |
| II.4.1.11.2.Mode opératoire | 26 |
| II.4.2. Effet antimicrobien des miels | 26 |
| II.4.2.1. Principe | 26 |
| II.4.2.2. Souches bactériennes | 27 |
| II.4.2.2.1. Salmonella typhi | 27 |
| II.4.2.2.2. Pseudomonas aeruginosa | 27 |
| II.4.2.2.3. Staphylococcus aureus | 28 |
| II.4.2.2.4. Escherichia coli | 28 |
| II.4.2.3.Mode opératoire | 29 |
| II.4.2.4.Epliotation des résultats d'antibiogramme | 30 |
| Chapitre III : Résultats et Discussion | 31 |
| III .1.Résultats | 31 |
| III.1.1. Analyses physico-chimiques | 31 |
| III.1.1.1. La conductivité électrique | 31 |
| III.1.1.2. Ph | 31 |
| III.1.1.3. Absorbance | 32 |
| III.1.1.4. Degré de Brix | 32 |
| III.1.1.5. Acidité libre | 33 |
| III.1.1.6. Teneur de cendre | 34 |
| III.1.1.7. Teneur en eau | 34 |
| III1.1.8. Densité | 35 |
| III.1.1.9. Dosage de protéine | 35 |

| | |
|--------------------------------|----|
| III.1.1.10 .Dosage de sucre | 36 |
| III.1.2. Analyse Microbiologie | 37 |
| III.2.Discussion | 40 |
| Conclusion | 50 |

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

µl : Microlitre

µS : micro Siemens

pH : potentiel hydrogène

BSA : Sérum albumine bovine

Cm : centimètre

g : gramme

HMF : hydroxy-méthyle-furfural

h : heure

L : litre

m : mètre

méq : milliéquivalents

mg : milli gramme

ml : millimètre

mm : millimètre

mS : milli Siemens

N : Normalité

NaOH : Hydroxyde de sodium

NH₃⁺ : Ammoniac

nm : nanomètre

S : Siemens

UE: Union Européenne

V : volume

Kg : Kilogramme

mS : mili Siemens

Liste des figures

| N° | Titre | page |
|---|---|------|
| Chapitre I : Partie bibliographique | | |
| 1 | Abeille Apis mellifera | 3 |
| 2 | Schéma des organes reproducteurs d'une fleur | 4 |
| 3 | Récolte de miellat par l'abeille Apis mellifera | 4 |
| Chapitre II : Matériel et Méthodes | | |
| 4 | Echantillon des miels | 17 |
| 5 | Carte géographique de région la Messàade | 19 |
| 6 | Mesure de conductivité électrique | 22 |
| 7 | Mesure de Degré de Brix par un réfractomètre | 24 |
| 8 | Mesure de la densité | 25 |
| 9 | Mesure de l'absorbance | 26 |
| 10 | Mesure Teneur en eau de miel | 27 |
| 11 | Mesure de l'acidité libre | 28 |
| 12 | Incinération de miel | 29 |
| 13 | Digramme présenté protocole le test antibiogramme | 34 |
| 14 | Préparation des échantillons pour analyses microbiologie | 34 |
| Chapitre III : Résultats et Discussion | | |
| 15 | Valeurs de conductivité électrique des cinq échantillons du miels | 36 |
| 16 | Variation du pH de différents des miels analysés | 37 |
| 17 | Absorbance de chaque type de miel analysé | 37 |
| 18 | Degré de Brix des cinq types des miels | 38 |
| 19 | Acidité libre des différents miels étudiés | 39 |
| 20 | Teneur de cendre des cinq échantillons des miels | 39 |
| 21 | Teneur en eau de différents miels | 40 |
| 22 | Densité de chaque type de miel | 41 |

| | | |
|----|---|----|
| 23 | valeurs de taux de protéine des cinq échantillons de miel | 41 |
| 24 | valeurs de teneur en sucre totaux pour différents miels étudiés | 42 |
| 25 | Activité antibactérienne des cinq échantillons avec différents souche et antibiotiques. | 44 |

Liste des tableaux

| N ° | Titre | Page |
|---|---|----------------|
| Chapitre I : Partie bibliographique | | |
| I | Propriétés et indication thérapeutiques plus spécifiques attribuées aux principaux miels uni-floraux. | 15 - 14 |
| Chapitre II : Matériel et Méthodes | | |
| II | Echantillons des miels analysés | 18 |
| III | Matériels utilisées pour l'analyse | 21-20 |
| IV | Les souches bactériennes tastées | 31 |
| Chapitre III : Résultats et Discussion | | |
| V | Résultats de l'activité antibactérienne des miels étudiés et antibiotiques tests, exprimés par diamètre de la zone l'inhibition en mm | 43 |

Dans le Coran, le miel a une valeur religieuse importante à la fois pour sa couleur dorée et sa couleur. Ambré, solide, liquide ou pâteux, le miel est une source inépuisable de la nature. Le miel produit par les abeilles est une composition complexe qui est le résultat d'interactions entre les systèmes de butinage, floral, pédologique et métabolique liés aux singularités de la génétique des abeilles (Bonté et Desmoulière, 2013).

L'utilisation humaine du miel remonte aux temps les plus reculés de l'histoire. Il est considéré comme un aliment préféré et est fabriqué à partir de nectar ou de miellat par les abeilles (*Apis mellifera*). Ils les collectent, les transforment et les stockent dans leurs ruches (Azeredo *et al.*, 2003).

Le miel est une substance très riche en sucre, composée principalement de sucre. Glucides (principalement fructose et glucose) et autres composés eau, protéines, vitamines, minéraux, lipides, acides aminés, acides organiques, composés phénoliques, flavonoïdes, caroténoïdes, enzymes, composés volatils (Azeredo *et al.*, 2003 ; Saxena *et al.*, 2010; Alquarni *et al.*, 2012).

Cet aliment précieux a plusieurs avantages nutritionnels et thérapeutiques. Utilisé dans le traitement de nombreuses maladies. Effet thérapeutique de ce produit ceci est principalement dû à ses propriétés antibactériennes et antioxydantes (Meda, 2005). C'est un aliment naturel, collant, aromatique, Apprécié par de nombreuses personnes à travers le monde pour son goût, sa saveur et sa valeur nutrition et nécessitent donc certaines normes pour garantir sa qualité et son identité (Da Silva, 2016).

Des analyses sont effectuées pour évaluer la qualité du miel, vu que ce précieux aliment est confronté à la dégradation, liée au processus de récolte, conditionnement (surchauffe ; fermentation ; présence de résidus...). Par conséquent, afin de garantir l'authenticité, il est nécessaire de procéder à une analyse détaillée du miel. De nombreuses études ont été faites sur l'analyse du miel à travers le monde (Terrab *et al.*, 2002).

C'est dans ce contexte s'inscrit notre projet de mémoire, l'idée est de déterminer quelques propriétés physico-chimiques ainsi que certaines analyses microbiologiques de cinq échantillons de miel commercialisés dans la région de Ghardaïa 2022. Pour réaliser cela la présente étude est divisée en trois parties :

Le **premier chapitre** est une partie théorique destinée à expliquer le miel en général (définition, origine, variétés, récolte, composition chimique) et ses propriétés biologique, antibactérien, thérapeutique, physico-chimique.

Introduction

Dans le **deuxième chapitre**, le matériel d'étude et les méthodes analytiques utilisées pour l'analyse physico-chimiques (conductivité, pH, absorbance, degré de Brix, acidité libre, teneur en cendre, teneur en eau, densité et dosage protéine et sucre) et activités antibactériennes par test antibiogramme.

Ainsi un **troisième chapitre** sera consacré à la présentation des résultats obtenus et leurs discussions et confrontation à des travaux préexistants.

Une **conclusion** et des perspectives achèvent la présente étude.

I.1. Définition du miel

Le miel est un liquide visqueux remarquable son goût est sucré, il est produit par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* (figure 1) à partir du nectar des fleurs ou des sécrétions des plantes et réalisé par les insectes butineurs et que l'on trouve sur eux (miellat), les abeilles les récoltent, les transforment en les assemblant avec leurs sécrétions des substances spécifiques. Puis déposent, déshydratent, emmagasinent, laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche. Cet aliment peut être épais, cristallisé ou fluide (Codex Alimentarius, 2001).



Figure 1: L'abeille *Apis mellifera* (Mallick, 2013).

I.2. Origine et la formation du miel

La production de miel est le résultat du travail des abeilles, et connaître l'histoire de la production de miel depuis la collecte du miel jusqu'au conditionnement par les apiculteurs est essentiel pour caractériser les produits, en particulier les termes miel de nectar et miel de miellat (Yin et Yang, 2014).

I.2.1. Nectar

Constitué d'eau et de sucres divers selon les espèces végétales, plus ou moins visqueux (Marchenay *et al.*, 2007). Il est produit au niveau des plantes nectarifères. C'est un tissu glandulaire spécialisé appelé nectaire (figure 2). Elles produisent du nectar à partir de sève brute ou transformée et attirent les insectes pollinisateurs pour fertiliser les fleurs (Bruneau, 2011 ; Gharbi, 2011). Il contient environ 90% de sucre, le saccharose, le glucose et le fructose étant les plus courants et une source d'énergie pour les abeilles.

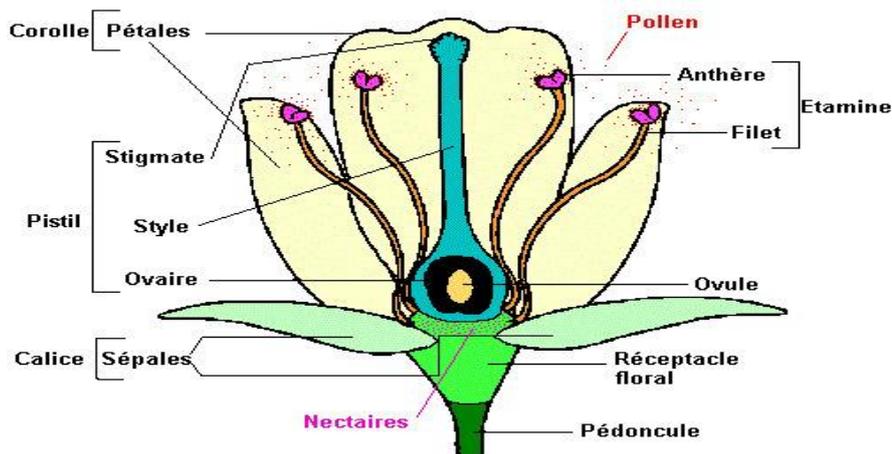


Figure 2: Schéma des organes reproducteurs d'une fleur (Cavelier, 2013)

I.2.2 Miellat

Le miellat un produit sucré fabriqué à partir de la sève des plantes par divers insectes et utilisé par certaines abeilles et fourmis. L'origine du miellat est longtemps restée un mystère. Dans l'Antiquité, deux écoles ont proposées deux théories, l'une sur les origines végétales et l'autre sur les origines animales de miellat. La théorie d'origine végétale montre que le miellat est une sécrétion foliaire qui se produit dans certaines conditions climatiques. Cependant la science montre plus tard que le miellat provient d'insectes plutôt que de plantes (Prost, 2005) (Figure 3).



Figure 3: Récolte de miellat par l'abeille *Apis mellifera* (Homrani, 2020).

I.2.3. Formation du miel

Selon Gonnet (1982) ; Marchenay (1988) le miel est produit par les abeilles comme suit. Le nectar est collecté par les abeilles butineuses et stocké dans leur jabot avec la salive. Par l'action de l'invertase, le saccharose est transformé en glucose puis en fructose, maltose et autres sucres.

Selon la formule simplifiée ci-dessous (Figure 4):

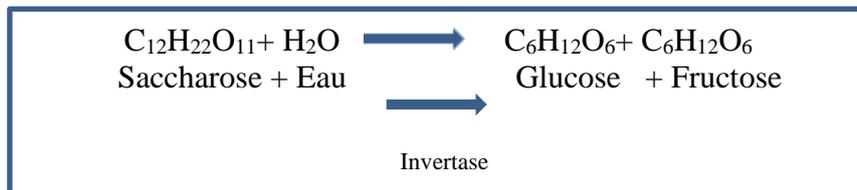


Figure 4: Equation de transformation du Saccharose selon **Ouchemoukh, 2012 ; Marchenay, 1988**

La transformation du nectar au miel réduit la teneur en eau (de 17 % à 20 %) et complète la métamorphose des sucs gastriques et de la salive de l'abeille : le miel s'accumule alors dans des alvéoles, où la maturation va se poursuivre pendant encore quelques jours (Sylvie, 2005).

I.3. Types du miel

Il existe de nombreux types de miel et ils peuvent être classés de différentes manières.

I.3.1. Selon l'origine florale, selon l'origine sécrétoire

I.3.1.1. Miel monofloral

Il est obtenu à partir du nectar ou du miellat récolté sur des plantes individuelles particulièrement attractives pour ces insectes. Cette définition rigoureuse n'a fait ses preuves en pratique que dans certains cas particuliers, notamment pour les grandes cultures (Gonnet, 1982). Les miels mono floraux ont des propriétés physicochimiques et organoleptiques uniques (Bogdanov *et al.*, 2003).

I.3.1. Miel multi floral

Ces miels dits « toutes fleurs » Ils contiennent le pollen du nectar de plusieurs végétaux. Souvent classés selon le lieu de récolte (miel de montagne, miel de forêt, etc.) ou la saison (miel de printemps ou d'été) (Donadieu, 1984).

3.1.2. Selon l'origine géographique

Les types de miel varient selon les régions géographiques et qui en rapport avec la flore habituelle d'une région bien définies (miel des Alpes, d'Anjou, de Corse, du gâtinais, de Provence, des Vosges) (Bogdanov et Kilchenman, 2003).

I.4. Composition du miel

I.4.1 Eau

L'eau est l'un des composants les plus importants du miel et provient du nectar récolté. Sa teneur en abeilles ou en miel varie entre 17% et 19% (Laurent, 2005). La teneur en humidité varie selon l'origine du miel, les conditions climatiques, etc. facteur (maturité). Si la teneur en humidité du miel est de 20 % ou plus Potentiel de fermentation (Gupta *et al.*, 2014).

I.4.2. Sucres

Les monosaccharides représentent environ 75% des sucres miel, avec 10-15% de disaccharides et de petites quantités d'autres sucres. Les sucres présents dans le miel sont responsables des propriétés tels que la valeur énergétique, la viscosité, l'hygroscopicité et la granulation (Kamal et Klein, 2011). La composition du sucre dépend principalement de l'origine botanique du miel (les types de fleurs utilisées par les abeilles), origine géographique, et est affecté par le climat, la transformation et le stockage (Escuredo *et al.*, 2014; Tornuk *et al.*, 2013). La teneur maximale du saccharose est fixée à 5 % avec des exceptions pour certains miels qui sont naturellement plus riches (jusqu'à 15 % dans le miel de lavande) (Codex Alimentarius, 1981).

I.4.3. Acides organiques

Par conséquent, selon de nombreux auteurs, tout miel a un léger goût aigre Environ 0,57 % d'acides organiques (Karabagias *et al.*, 2014). Ces acides organiques sont obtenus à partir des sucres par des enzymes sécrétées par les abeilles Lorsque le miel est transformé en miel ou extrait directement du miel (Cherchi *et al.*, 1994). Les acides organiques sont également utilisés pour identifier le miel selon l'origine botanique et/ou géographique. Ces acides sont responsables de la couleur et du goût du miel et ses propriétés chimiques (acidité, pH, conductivité électrique, etc.

(Mato *et al.*, 2006). Le principal acide du miel est l'acide gluconique. Présence de miel Il est dérivé de la glucose oxydase fournie par les les abeilles lors de la maturation (Karabagias *et al.*, 2014). Le miel contient de l'acide citrique ainsi que de l'acide gluconique. Les concentrations de ces deux substances sont utilisées comme paramètres fiables pour l'identification. Miel de miellat (Mato *et al.*, 2006).

I.4.4 Protéine

La teneur en protéines du miel dépend du type d'abeille. Miel *Apis Serana* contient de 0,1% à 3,3% de protéines, tandis que le miel d'*Apis mellifera* contient 0,2% de protéines. et 1,6 % de protéines (Won *et al.*, 2009). Les protéines et les acides aminés du miel sont attribués aux deux sources glandes salivaires et Pharynx d'abeille (Escuredo *et al.*, 2013; Sak-Bosnar et Sakac, 2012). La source de protéines est le pollen. L'acide aminé le plus abondant dans le miel et le pollen est la proline (Iglesias *et al.*, 2006) La proline est principalement dérivée de la salive des abeilles (*Apis mellifera*) L.) Passer du nectar au miel. La proline représente un total de 50 tonnes de miel 85 % d'acides aminés (Iglesias *et al.*, 2006 ; Truzzi *et al.*, 2014)

I.4.5. Sels minéraux

La teneur en minéraux du miel varie de 0,04 % pour le miel léger à 0,2 % pour le miel léger. Miel noir (Alqarni *et al.*, 2012). Le miel reflète la composition chimique des plantes Où les abeilles collectent de la nourriture, c'est-à-dire la teneur en oligo-éléments des abeilles Le miel dépend du type de sol dans lequel se trouvent la plante et le nectar (Escuredo *et al.*, 2013 ; Madejczyk et Baralkiewicz, 2008), peut indiquer l'origine botanique du miel Soyez précis (Alqarni *et al.*, 2012). Certaines études classent le miel botaniquement Estimation de leur teneur en minéraux. Le potassium est l'élément le plus abondant, représentant généralement un tiers Quantité totale de minéraux dans le miel. Petite quantité de miel Aussi sodium, fer, cuivre, silicium, manganèse, calcium, magnésium. Les macroéléments (potassium, calcium, sodium, etc.) et oligoéléments (fer, cuivre, zinc et manganèse) remplissent des fonctions de base dans le système. Biologique : maintien de réponses physiologiques normales, induction du métabolisme global, Affecte le système circulatoire et la reproduction et comme catalyseur pour divers organismes Réactions biochimiques (Alqarnie *et al.*, 2012, Yücel et Sultanoglu, 2013).

I.4.6. Vitamines

Le miel contient de petites quantités de vitamines, en particulier de vitamines B. Il provient du pollen en suspension dans l'air. Vitamines dans le miel Contient de la thiamine (B1), de la riboflavine (B2), de l'acide nicotinique (B3), de l'acide pantothénique (B5), pyridoxine (B6),

biotine (B8 ou H) et acide folique (B9). Vitamine C aussi le courant. Ces vitamines dans le miel sont conservées en raison du faible pH du miel (Bonté et Desmoulière, 2013).

La vitamine C se trouve dans presque tous les types de miel et est appréciée Ceci est principalement dû à son action antioxydant. Dosage de la vitamine C Un indicateur instable en raison de sa sensibilité et de sa vitesse élevée à l'oxydation chimique et enzymatique Accélération du changement par divers facteurs tels que la lumière, l'oxygène et la chaleur (LeónRuiz *et al.*, 2013). La première étude des vitamines dans le miel a d'abord été réalisée par la méthode essai biologique. La méthode chimique a été introduite après 1940 Mesure de l'acide ascorbique (Ciulu *et al.*, 2011).

I.4.7 Lipides

Les lipides ont une proportion négligeable et sont constitués de glycérides et d'acides gras (palmitique, oléique, linoléique) (Bonté et Desmoulière, 2013).

I.4.8 Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont un groupe de 10 000 composés chimiquement hétérogènes qui sont divisés en différentes classes en fonction de la structure du produit chimique de base. Ils peuvent être classés en non-flavonoïdes (acides phénoliques) et en flavonoïdes (flavones, flavonols, anthocyanidines, isoflavones, chalcones, etc.) (Andersen et Markham, 2006). Les composés phénoliques contenus dans le miel ont été utilisés comme fleurs Intérêt croissant pour les études de marqueurs et d'activités Antioxydants en raison de la capacité de ces composés à éliminer ou à réduire Formation de radicaux libres (espèces réactives de l'oxygène - ROS). Certaines études montrent que les flavonoïdes peuvent protéger les lipides de l'oxydation de la membrane cellulaire (Sghaier *et al.*, 2011).

I.4.9. Enzymes

Les enzymes les plus importantes du miel sont l'invertase, la diastase et la glucose oxydase (Michener, 2013). L'invertase est un facteur clé de la transformation chimique du miel, il hydrolyse le saccharose en glucose et fructose (Bonté et Desmoulière, 2013). Le glucose oxydase et la catalase contrôlent un facteur, la production de H₂O₂ qui donne au miel leurs propriétés antibactériennes. La diastase et l'invertase sont utilisées comme indicateurs de la fraîcheur du miel. Valeurs le codex international définit au moins huit unités de diastase. Leur dégradation active lors du stockage et échauffement du miel (Bogdanov, 2017).

I.4.10. Autres composants

Composés volatils qui jouent un rôle Important dans le goût et la valeur nutritionnelle Dépend du miel, de la zone de production de nectar, de la transformation et des conditions Stockage du pollen (Da Silva *et al.*, 2015). Les aliments protéinés des abeilles (Zitouni, 2014), produits de la réaction de Maillard (hydroxyméthylfurfural, fructose dont la concentration augmente avec le stockage du miel et un chauffage prolongé) (Boukraâ, 2014) et les contaminants, principalement représentés par les pesticides, métaux lourds (Achour et Khali, 2014), antibiotiques (Al-Waili *et al.*, 2012), Matière radioactive (Bonté et Desmoulière, 2013). Nous avons du miel bio Taux de contamination le plus bas (Olaitan *et al.*, 2017).

I.5. Propriétés du miel

I.5.1. Propriétés physicochimiques

I.5.1.1. Teneur en humidité

La teneur en humidité est un facteur très important car elle mesure la maturité du miel et fournit des informations sur la stabilité de la fermentation et de la cristallisation pendant le stockage. Par conséquent, le produit doit être conservé (De Rodriguez *et al.*, 2004; Küçük *et al.*, 2007).

I.5.1.2. pH

Le pH ou potentiel hydrogène ou exposant de Sorensen est défini comme le logarithme de la concentration en ions H en solution et dans le cas du miel, est une mesure de la "réactivité acide" du produit (Louveaux, 1985). Le miel de nectar a un pH acide 3,3à 4,5), et le miel de miellat a un pH légèrement plus élevé (Pesenti *et al.*, 2008).

I.5.1.3. Acidité libre

L'acidité est calculée à partir de la quantité de soude qui doit être ajoutée pour la neutralisation. L'acidité libre du miel influence sa durée de conservation et est principalement liée à son origine botanique, dérivée non seulement des acides organiques contenus dans le miel, mais aussi de la fermentation (Abersi *et al.*, 2016). Cette note est basée sur les critères de la Commission du Codex Alimentarius (2001) et la quantité d'acide par 1000 g ne doit pas dépasser 50 meq.

I.5.1.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique c'est-à-dire la propriété d'un corps à conduire le courant. Cela dépend de la teneur en substances ioniques du miel. Les substances ionisées peuvent être de nature minérale ou organique. Son dosage fournit des informations précieuses sur l'origine de la plante et permet de faire la distinction entre les miels floraux et de miellat notamment. En effet, la conductivité de ce dernier est plus élevée (de l'ordre de 0,8 mS/cm). Cependant, certains miels de fleurs sont très conducteurs (pissenlit, bruyère, coton...). A noter que plus la couleur du miel est foncée, c'est-à-dire plus il est riche en substances ionisées, plus sa conductivité est élevée (Makhloufi, 2010). Une conductivité élevée indique un pH anormal ou, plus généralement, une salinité élevée (Rodier, 1996).

I.5.1.5 Indice de réfraction

Méthode de mesure de la matière sèche avec un réfractomètre à indice de réfraction. La teneur en eau du miel est inversement proportionnelle à sa l'indice de réfraction. Pour la plupart des miels ayant une teneur en humidité de 13 à 18 %, elle varie entre 1,5041 et 1,4915 à 20°C (Terrab, 2004).

I.5.1.6. Densité

Selon Oucemoukh (2012) la densité du miel est une mesure de la densité du miel par rapport à l'eau et dépend de la teneur en eau. Le miel a une densité de 1,40 à 1,45 g/cm³.

I.5.1.7. Teneur en cendres

La teneur en cendres est un critère de qualité, et selon l'origine botanique du miel, la qualité correspondante est le poids du résidu obtenu après pétrification, qui contient des sels inorganiques et des oligo-éléments tels que le calcium, le phosphore, le sodium, le potassium, le magnésium, le fer, le zinc, manganèse, etc. (Abid, 2017).

Le miel de fleur contient moins de cendres que le miellat (I.H.C, 2002 ; J.O.L, 1970) :

I.5.1.8. Absorbance

Il appartient à l'indice de la qualité. Louveaux (1968), a souligné que la couleur du miel est liée à la teneur en minéraux, protéine. Par conséquent, le miel noir est riche en cendres, en protéines et en colloïdes.

I.5.1.9. Hydroxy-méthylfurfural (HMF)

Le HMF est un aldéhyde acyclique formé par déshydratation de l'hexose en présence d'acide libre de miel et de chaleur. Cette molécule est un facteur de qualité du miel et est affectée par le pH et la température de stockage. Celle-ci se manifeste lors du vieillissement ou de la chauffe de ce dernier et est un indicateur de fraîcheur et de surchauffe.

Le Codex Alimentarius (2001) fixe un seuil maximal de 40 mg de HMF/kg de miel pour le miel produit dans l'Union européenne, mais les régions tropicales avec des températures moyennes plus élevées ont des niveaux de HMF deux fois plus élevés que la directive du Conseil européen (≤ 80 mg/kg de miel). Tous les miels ne poussent pas de la même manière. Le miel de nectar atteint 5 à 15 mg/kg de HMF après deux ans, tandis que le miel de miellat (souvent riche en fructose et acides) atteint 25 mg/kg. Le HMF peut être atteint.

I.5.1.10. Indice diastatique (ID)

L'activité de la diastase, une enzyme présente dans le miel, est un facteur de qualité utilisé dans le stockage et le chauffage du miel et est donc un indicateur de la fraîcheur et du chauffage du miel. Cela signifie que les normes européennes sont plus strictes, car l'activité de la diastase diminue avec un stockage plus long. Selon LOUVEAUX (1968), la teneur en enzymes du miel a tendance à se rapprocher progressivement de zéro lorsqu'il est vieilli à température ambiante. L'indice diastatique décrit l'activité enzymatique de l'amylase et sa valeur reflète la dégradation des enzymes naturelles du miel malgré les variations naturelles. La grande variabilité de ce paramètre et le fait qu'il soit fortement dépendant de l'origine botanique du miel a été par confirmée et quantifiée par Persano Oddo L. et *al.* (1990).

I.5.1.11. Teneur en proline

La proline du miel provient du nectar des abeilles et des plantes. La détermination de la teneur en proline renseigne sur la maturité du miel et permet de détecter les falsifications, le miel est considéré mûr lorsque sa teneur en proline est supérieure à 183 mg/kg. Des valeurs inférieures indiquent une immaturité ou une falsification (Bogdanov, 1995).

I.5.1.12. Sucres totaux

La teneur en sucre du miel détermine sa viscosité, son hygroscopicité et sa cristallisation. La répartition entre les différents sucres fournira des informations précieuses permettant de prédire la vitesse de cristallisation et la stabilité de la structure du miel (Pourtallier *et al.*, 1970). Il fournira également des informations sur l'origine du miel. La détermination de la teneur en sucre du miel

est également un critère de qualité affecté par le stockage et le chauffage du miel, qui représente un indicateur de fraîcheur et de surchauffe du miel (Gebremariam et Brhane, 2014).

I.5.1.13. Pouvoir rotatoire du miel

Le miel à force de rotation a la propriété de dévier le plan de la lumière polarisée. La rotation globale de puissance variera en fonction des sucres impliqués et de leurs proportions relatives. Cet attribut est couramment utilisé pour identifier l'origine botanique du miel (Nanda *et al.*, 2003).

I.5.2 Propriétés organoleptiques

I.5.2 .1. Couleur

Les couleurs représentent les critères de classification d'une manière particulière publicité. Plus de clarté signifie moins de minéraux et vice versa. La couleur de miel est un autre paramètre de qualité. Le miel est classé en sept couleurs, Il varie du jaune très pâle (presque blanc) au brun très foncé (presque noir) et s'étale partout. Une sélection de nuances de jaune, d'orange, de marron et parfois de vert mais la plupart de miel est blond, cela est dû aux minéraux qu'il contient (Chouia, 2014).

I.5.2.2. Odeur

L'odeur du miel est fortement influencée par l'essence aromatique qui donne le miel, le nectar initial provient des fleurs butineuses. En général, le miel a un parfum que les gens adorent les consommateurs, à quelques exceptions près, dégagent une odeur désagréable (mielamer ou naturellement acide). La principale plante mellifère qui donne son odeur au miel, Être spécifique. En principe, cette odeur pourrait identifier l'origine végétale du miel (Mahouachi, 2008).

I.5.2.3. Goût

Ce sont l'arôme, la saveur (acide, sucré, salé, amer) et la saveur de la route. Derrière le nez. Elles sont végétales, florales, chaleureuses, délicates, puissantes ou persistantes exogène. L'arrière-goût peut être amer ou acide, laissant des tanins rances, Fumée (Guerzou et Nadji, 2009). Ainsi, l'arôme, le goût et la couleur du miel dépendent des abeilles récoltent le nectar des plantes. Par exemple, les tournesols donnent du miel l'or, le trèfle donne un doux miel blanc. Les miels plus foncés ont tendance à avoir une saveur plus forte clair et riche en sels minéraux ; miel clair au goût plus délicat (Chouia, 2014).

I.5.3. Propriétés thérapeutiques

Selon Bradbear (2005) le miel a des propriétés antianémiques, antiseptiques, diurétiques, aphrodisiaques, antipyrétiques, apaisantes contre la toux, les maux de gorge, Lorsqu'il est appliqué à l'extérieur pour l'angine de poitrine, la toux et la bronchite, il favorise la cicatrisation des brûlures et des plaies.

Ainsi le miel a été utilisé comme source naturelle d'antioxydants (Meda *et al.*, 2005), de divers processus inflammatoires, de diverses maladies aiguës et chroniques telles que les maladies cardiovasculaires et d'autres maladies cancéreuses.

L'activité antioxydante du miel varie en fonction de la source de la fleur, du traitement et d'autres facteurs. Sur le plan environnemental, il varie en fonction de la nature quantitative et qualitative de la teneur phénolique (Marghitas *et al.*, 2009). Les propriétés anti-inflammatoires du miel jouent un rôle thérapeutique important. Cependant une utilisation excessive et prolongée peut devenir nocive et empêcher la cicatrisation, en particulier génération de radicaux libres dans les tissus. (Ait Lounis, 2012) (Tableau 1).

Tableau 1- Propriétés et indications thérapeutiques plus spécifiques attribuées aux principaux miels uni-floraux (Abersi *et al.*, 2016).

| Origine botanique | Propriétés plus spécifiques | Indicateurs plus particulières |
|-------------------------------|--|---|
| Acacia (Fabacées) | Régulateur intestinal | Paresse intestinal chez le jeune enfant |
| Bruyère (Éricacées) | Antiseptique des voies urinaires et diurétiques -Antianémique -Dynamogénique des voies respiratoires et des voies urinaires. | -Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et chronique -Certaines anémies -Etats de fatigue en général -convalescences |
| Eucalyptus (Myrtaceae) | -Antiseptique des voies respiratoires et des voies urinaires | -Affection touchant à la sphère respiratoire et à l'arbre urinaire dans leur ensemble |
| Oranger (Rutacées) | -Antispasmodique -Sédatif nerveux | -Etats spasmodiques d'origines diverses |

| | | |
|----------------------------|--|---|
| | | -Nervosisme en général et troubles qui en découlent :insomnies, palpitations |
| Sapin (Pinaceae) | -Antianémique -Antiseptique et antiinflammatoire des voies respiratoires -Diurétique. | -Certaines anémies -Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble -Affections de l'arbre urinaire dans son ensemble et dans le régime diététique de l'insuffisance rénale et Chronique |
| Lavande (Lamiaceae) | -Antiseptique et antiinflammatoire des voies respiratoires -Antispasmodique -Sédatif nerveux | -Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble -Rhumatismes chroniques)arthrose(|
| Thym (Lamiacées) | -Antiseptique général | -Maladies infectieuse en général touchant aussi bien les sphèresrespiratoires, digestives et urinaires |
| Tilleul (Tiliaceae) | -Antispasmodique -Sédatif nerveux | -Etats spasmodiques d'origines diverses -Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations |
| Trèfle (Fabacées) | -Dynamogénique | -Etats de fatigue -Convalescences -Efforts physiques) chez les sportifs en particulier |

I.5.4 .Propriété antibactérienne

Le miel est connu pour ses propriétés antibactériennes depuis plus d'un siècle. Il a été utilisé par de nombreuses cultures pendant des milliers d'années et son efficacité n'a pas été brisée. Ses propriétés antibactériennes ne sont pas reconnues (Assie, 2004). Le miel est bactériostatique et bactéricide. Son activité est attribuée à la pression osmotique Compositions élevées, acides et chimiques (peroxyde d'hydrogène, acides, etc.) organiques, volatils, composés phénoliques, cire d'abeille, nectar, pollen et propolis).

Les types et les niveaux d'activité antibactérienne du miel sont liés à l'origine de leur fleur, à l'emplacement géographique de la source de la fleur, à l'âge et à la santé Colonie (White, 1956 ; Bogdanov, 1997). L'action antibactérienne du miel de nectar est Plus sensible à la chaleur, à la lumière et au stockage que le miel de miellat (Bogdanov, 2009).

II.1. Principe adopté

Ce travail est réalisé au niveau du laboratoire pédagogique de biochimie de la faculté de science de la nature et de la vie à l'université de Ghardaïa, durant la période entre Mars et mai 2023. Il vise essentiellement à évaluer la qualité physicochimique et microbiologique de cinq échantillons de miel commercialisés dans la région de Ghardaïa.

II.2. Matériel biologique

II.2.1. Choix des échantillons

Le choix des échantillons du miels utilisés pour l'analyse est basée sur une enquête préliminaire réalisée aux tours des habitants de la région de Ghardaïa, elle nous a permis de sélectionner les miels les plus consommables, dont les cinq miels étudiés (Djabali, Djerjir, Lebina, Chawkiat, Sedra). Les miels sont obtenus d'un vendeur à Ghardaïa mais les ruches des abeilles sont placées dans la daïra de messaade, wilaya de Djelfa (Figure 4), (Tableau II).



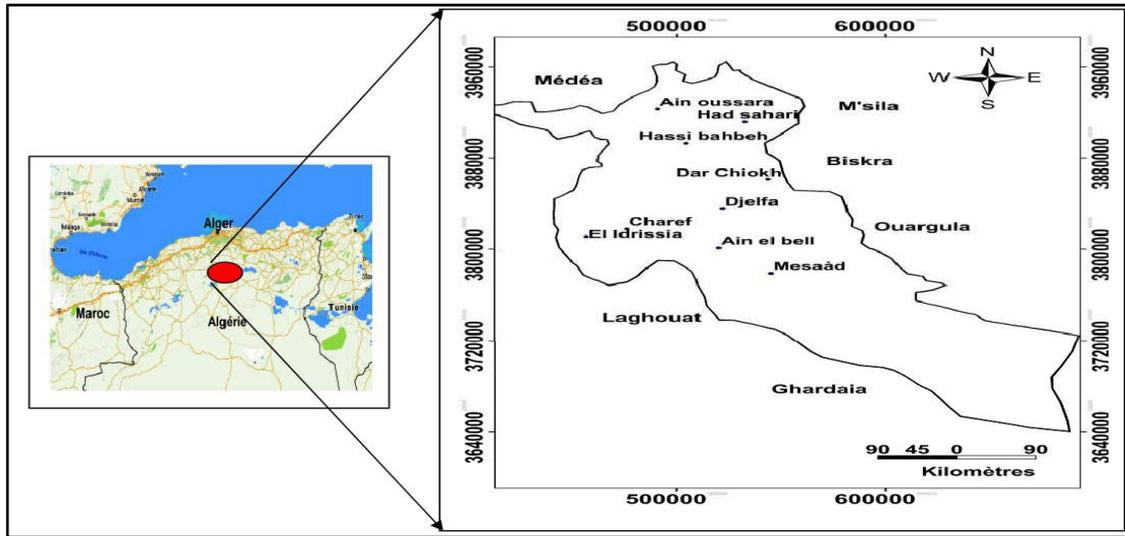
Figure 4 : Echantillon de miel (Photo originale, 2023).

Tableau II- Echantillons des miels analysés (Mekious *et al.*, 2020) ; (Gajra et Sharma, 2014) ; (Abadli et Menaguer, 2022).

| Echantillon | Nom du miel | Nom Scientifique | Famille | Origine géographique | Date de la Récolte |
|-------------|-------------|-----------------------------------|---------------|----------------------|--------------------|
| E1 | Sidra | <i>Ziziphus lotus</i> L. 1789 | Rhamnacees | Région de Messàade | 2022 |
| E2 | Djabeli | <i>Plantes de la montagne</i> | | Région de Messàade | 2022 |
| E3 | Djarjire | <i>Eruca sativa</i> Mill. 1769 | Brassicaceae | Région de Messàade | 2022 |
| E4 | Chawkiat | <i>Acacia sativa</i> | Mimosaceae | Région de Messàade | 2022 |
| E5 | Lbina | <i>Euphorbia cheirdenia</i> | Euphorbiaceae | Région de Messàade | 2022 |

II .2.2. Présentation géographique de la région de la récolte de miel

La daïra de Messâad est une ville algérienne située au sud du siège de l'état de Djelfa, à 76 km. Messàade est à environ 375 km au sud d'Alger. Sa population est de 102 453. La ville est connue depuis l'Antiquité romaine, quand c'était une ville prospère. Astronomiquement : Elle est située entre la latitude 34,09 Nord et la longitude 3,30 Est. Ainsi Messàade est située au sud de la wilaya de Djelfa et si on la regarde sur la base du découpage administratif, elle est bordée au nord par **Ain al-Abel et al-Mujbara**, à l'ouest et au sud-ouest par Dal Doul et Dam Rahal, au sud par Qattara et Umm al-Azham et à l'est par Salmanah. Sa superficie (Municipalité de Massaad) est de 13 962 km **Figure 5.** ([https //messaade .mam9.com](https://messaade.mam9.com)).



(Koussa et Bouziane, 2018).

Figure 5: Carte géographique de la région la Messàade

II .3. Matériels de laboratoire

II .3.1. Verreries et petits matériels (Annexe 8)

II .3.2. Solution et Réactifs (Annexe 8)

II .3.3. Appareillage

Les différents matériels et appareillages utilisés pour la réalisation de nos analyses sont présentés dans le tableau. (Annexe 9)

II .4. Méthodes d'analyse

Les analyses réalisées sur les cinq échantillons de miels sont répertoriées dans deux axes différents, les analyses physicochimiques (le pH, le taux de matière sèche, l'absorbance, l'acidité libre, la conductivité électrique, le degré de Brix, la teneur en cendre, la densité, la teneur de l'eau, dosage des protéines, dosage du glucose) et les analyses microbiologiques (test antibiogramme).

II.4.1. Analyse physicochimique

II.4.1.1. Mesure de la conductivité

II.4.1.1.1. Principe

Le résultat est basé sur des mesures de résistivité électrique (Vorwohl, 1964). La conductivité du miel est basée sur des mesures de résistivité électrique. Concept mutuel de conductivité (Vorwohl, 1964). Selon Younes Chaouche et Bounsiar (2018) la conductivité électrique d'un fluide détermine la conductance d'une colonne de liquide comprise entre deux électrodes surfaces métalliques à intervalles de 1 cm² et 1 cm. Elle est mesurée par un conductimètre.

II.4.1.1.2. Mode opératoire

5 g de miel sont pesé dans un petit bécher et dissous dans 10 ml d'eau distillée. Puis la solution est bien mélangée jusqu'à l'homogénéisation complète, l'électrode du conductimètre est plongée dans la solution. La valeur de la conductimétrie est affichée directement sur l'écran. Le résultat est exprimé en mili-siemens /centimètre (mS/cm) ou micro-siemens/centimètre (μ S/cm) (Hamidate et Mekaddem, 2022) (Figure 6).



Figure 6 : Mesure de Conductivité électrique (Photo originale, 2023).

II.4.1.2. pH

II.4.1.2.1. Principe

Le pH, potentiel hydrogène, est une mesure de l'acidité d'un milieu qui indique la concentration en ions H⁺, dans une solution de miel à 10% (Nair, 2014).

II.4.1.2.2. Mode opératoire

5 g de miel est déposé dans un petit bécher et dissous dans 10 ml d'eau distillée et placer sous agitation magnétique. Ainsi l'électrode de pH-mètre est rincée avec l'eau distillée puis séchée

avec du papier Joseph et immergée dans la solution à analyser. La valeur du pH est lire directement sur l'écran de l'appareil.

II.4.1.3. Degré de Brix

II.4.1.3.1. Principe

Degré de Brix est un paramètre important mesuré par une méthode de réfractométrie, il détermine le taux de la matière sèche (Chougar *et al.*, 2018). Il est utilisé pour mesurer le pourcentage de saccharose en degrés Brix (°Bx). Ainsi le degré brix du miel indique la Teneur en sucre (g) dans 100g de miel refroidi à 20°C. Par conséquent, il existe une petite différence entre le brix du miel et la fraction de matière sèche (Fethallah et Saadi, 2018).

II.4.1.3.2. Mode opératoire

Le Brix est mesuré par méthode de réfraction à l'aide d'un réfractomètre. Le réfractomètre est mis à zéro avec de l'eau distillée (le miel à analyser homogénéisé et complètement liquide); Prélevez une goutte de miel avec une spatule et mettez-la en une seule couche mince sur la plaque du prisme Figure 7. Lire le résultat sur l'appareil.



Figure 7 : Mesure de Degré de Brix par un réfractomètre (Photo originale,2023).

II.4.1.4. Densité

II.4.1.4.1. Principe

La densité est déterminée par méthode de White (1992). Celle-ci est déterminée par le rapport masse de miel sur masse d'eau (Chougar *et al.*, 2018).

II.4.1.4.2. Mode opératoire

La densité est déterminée en calculant le rapport de la densité d'un échantillon de miel (10 ml) à la densité de la même eau distillée (Figure 8).

La note est rédigée par la relation suivante :

$$J=M/M' \quad \text{ou:}$$

- ✓ **M** : masse de miel (g).
- ✓ **M'**: masse d'un même volume d'eau distillée(g).



Figure 8 : Mesure de la densité (Photo originale, 2023).

II.4.1.5. Absorbance

II.4.1.5.1. Principe

L'absorbance a été mesurée selon la méthode présentée par FAO (1969). La densité optique obtenue dépend de la couleur de miel est liée à la quantité des composants (Louveaux, 1968). Ainsi cette méthode permet d'effectuer un classement précis d'une vingtaine de miels d'origines botaniques différentes selon leur couleur. Justifié pour un usage commercial courant, il ne suffit pas de séparer le miel d'origine trop clair, trop foncé ou opaque et cristallisé (Serge *et al.*, 1983)

II.4.1.5.2. Mode opératoire

5 g de miel est dissous dans 100 ml d'eau distillée pour obtenir une solution à 5 %. Après avoir calibré l'instrument avec de l'eau distillée, l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 575 nm (Figure 9).

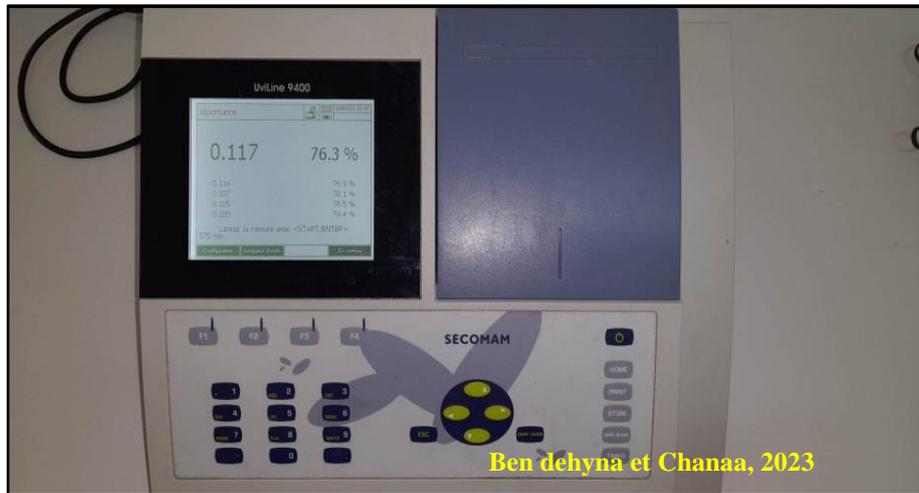


Figure 9 : Mesure de l'absorbance (photo originale, 2023).

II .4.1.6. Teneur en eau

II.4.1.6.1. Principe

La teneur en eau ou humidité est déterminée en mesurant optiquement l'indice de réfraction du miel à 20°C à l'aide d'un réfractomètre (Chougar *et al.*, 2018).

II.4.1.6.2. Mode opératoire

Le miel à analyser doit dépendre homogénéisé et totalement liquide. L'échantillon est Laisser cristalliser, mettre dans un bocal hermétique et mettre au four Bain marie à 40°C ou 50°C jusqu'à ce que tout les cristaux de sucre tombant dissolution. Puis refroidir à température ambiante si nécessaire. Déposez une goutte de miel sur la plaque du prisme du réfractomètre.

Après un pré-calibage avec de l'eau distillée, lire le résultat à travers l'oculaire. Imprimer les résultats. L humidité est exprimée en pourcentage de masse avec une précision à un chiffre après la virgule. Obtenez le pourcentage d'eau en vous référant au tableau CHATAWAY Annexe) (7 . (Figure 10).

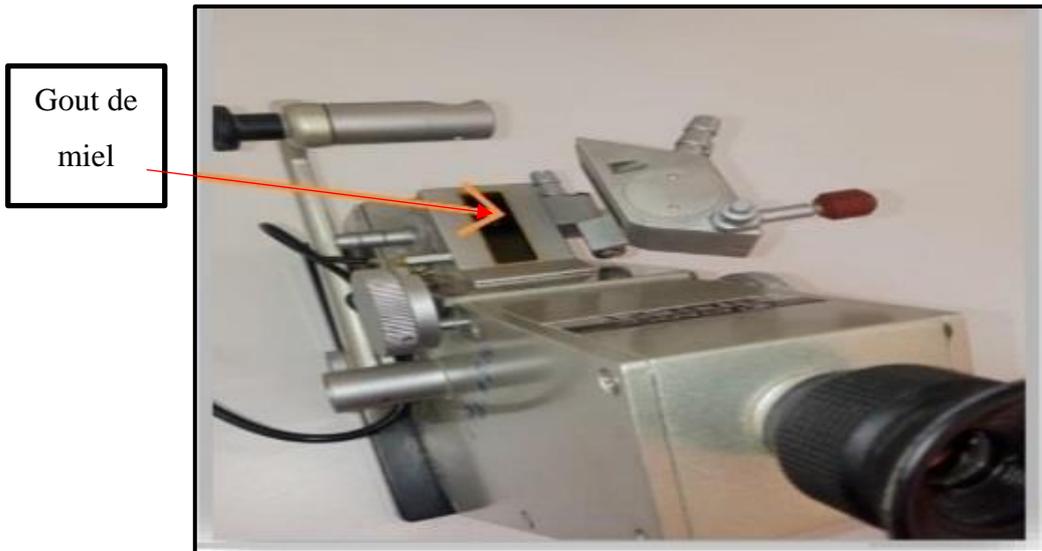


Figure 10 : Mesure de la teneur en des miel (Photo originale, 2023).

II.4.1.7. Acidité libre

II.4.1.7.1. Principe

Selon Rossant (2011), les acides libres fournissent des informations sur les acides qui ne sont pas liés à d'autres molécul. L'acide libre du miel est titré par NaOH en présence de phénolphtaléine comme indicateur.

II.4.1.7.2. Mode opératoire

10 g de miel sont dissous dans 100 ml d'eau distillée (échantillon est mélangé avec un agitateur magnétique et le pH est mesuré avec une électrode placée au niveau de l'échantillon) et l'échantillon est titré avec une solution d'hydroxyde de sodium (0,1 N). En présence de 4-5 gouttes de phénophtaléine. Le changement de couleur final dure 10 secondes (figure 11).

Le résultat est exprimé en (milli-équivalents) acide (Kg miel) et se calcule comme suit :

$$\text{Acidité (m-équ)} = 10V$$

V: Nombre de ml de NaOH 0,1 N utilisées pour neutraliser 10 g de miel.



Figure 11 : Mesure de l'acidité libre (Photo originale, 2023).

II.4.1.8. Taux de matière sèche

II.4.1.8.1. Principe

II.4.1.8.2. Mode opératoire

Grace à la méthode réfractométrie, on peut évaluer le taux de matière sèche. Cette dernière est calculée par la relation donnée par Amin *et al.*,(1999).

$$\text{Taux de MS (\%)}=100-H$$

- ✓ **MS**: matière sèche.
- ✓ **H**: taux d'humidité (teneur en eau) en pourcentage.

II.4.1.9. Teneur en cendre

II.4.1.9.1. Principe

Les cendres alimentaires sont obtenues par incinération complète pour détruire la matière organique par une haute température de 600°C obtenu par un Four à moufle (Aoac, 1990 ; Benameur, 2014).

II.4.1.9.2. Mode opératoire

Une capsule de combustion vide est pesée, puis un échantillon de miel de 10 g est placé dans la capsule et exposé à une température de 600 °C pendant 4 à 5 heures dans un four à moufle. Après combustion, la capsule contenant les cendres est refroidie et pesée (M2) (Figure 12).

$$\text{Teneur en cendre} = (M_1 - M_2) / M_0 \times 100\%$$

- ✓ **M₁**: poids de la capsule avec les cendres.
- ✓ **M₂**: poids de la capsule vide.
- ✓ **M₀**: poids du miel.



Figure 12 : Incinération de miel (Photo originale, 2023).

II.4.1.10. Dosage de protéines

II.4.1.10.1. Principe

Les protéines sont mesurées à l'aide de la méthode de Bradford (1976). Processus colorimétrique par lequel le bleu de Coomassie (G250) passe du vert foncé au bleu lors de la liaison avec des acides aminés basiques en milieu acide. Protéine (groupe NH₃⁺).

II.4.1.10.2. Mode opératoire

Pour 100 µl d'échantillons ou d'eau distillée (pour le blanc); ajouté 1ml de réactif de Bradford; l'absorbance est mesurée à la longueur d'onde 595 nm après 5 min et avant une heure d'incubation à température ambiante. La teneur en protéine est déterminée à l'aide d'une gamme d'étalonnage préparée dans les mêmes conditions avec une solution mère de sérum albumine (BSA) (Annexe-3).

II.4.1.11. Dosage des sucres totaux

II.4.1.11.1. Principe

L'acide sulfurique concentré provoque à chaud le départ de plusieurs molécules d'eau à partir des oses. Cette déshydratation s'accompagne par la formation de l'hydroxyméthylfurfural dans le cas d'un hexose et d'un furfural dans le cas d'un pentose. Ces composés se contentent avec le phénol pour donner des complexes colorés (jaune orange). L'intensité de la couleur varie selon la quantité des sucres le milieu réactionnel. L'absorbance est mesurée à la longueur d'onde 490 à l'aide d'un spectrophotomètre (Dubios *et al.*, 1956).

II.4.1.11.2. Mode opératoire

Dans un tube à essai, un volume 1 ml de solution sucrée dix fois diluée a été introduit après chaque prélèvement. Un volume de 1ml de Phénol 5%. A été rajoutée, ensuite 5ml d'acide sulfurique concentré à été rajouté aussi. Les tubes ont été laissés au repos pendant 10 minutes, ils ont été agités pendant 10 à 20 minutes puis placés dans un bain marie à température de 30 °C. L'absorbance à été mesurée à une longueur d'onde de 490 nm va l'aide d'un spectrophotomètre (Annexe 4).

II.4.2. Effet antimicrobien des miels

L'évaluation de l'effet antimicrobien des échantillons de miels est réalisée par une méthode de diffusion sur gel ou test d'antibiogramme.

II.4.2.1. Principe

Le test d'antibiogramme détermine la sensibilité des bactéries à certains types d'antibiotiques. Pour cette étude la méthode classique (méthode du disque) est utilisée. C'est la méthode préconisée par la Commission d'analyse des antibiotiques de la Société française de microbiologie (CA-SFM). Elle consiste à préparer une suspension bactérienne dans de l'eau physiologique et à utiliser de la gélose Mueller Hinton pour déposer des disques d'antibiotiques ou miels ainsi la suspension de chaque souche bactérienne est déposée dans la gélose (Hyllari aba Gbetoho *et al.*, 2019).

II.4.2.2. Souches bactériennes

Un total de quatre souches bactériennes (*Salmonelle typhi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*) est utilisé dans la recherche de l'activité antibactérienne (bactéries à Gram+ et à Gram-) comme montré dans le tableau suivant (Tableau IV).

Tableau IV : Les souches bactériennes testées.

| Famille | Genre et espèce | Gram | Origine |
|---------------------------|-------------------------------|-------------|----------------|
| Enterobacteriaceae | <i>Salmonella typhimurium</i> | - | ATCC14028 |
| Pseudomonadaceae | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | - | ATCC9027 |
| Staphylococcaceae | <i>Staphylococcus aureus</i> | + | ATCC43300 |
| Enterobacteriaceae | <i>Escherichia coli</i> | - | ATCC 25922 |

II.4.2.2.1. *Salmonella typhimurium*

Salmonella est certainement le genre le plus complexe et le plus vaste de la famille des Enterobacteriaceae, étant aérobie, Gram-négatif, non sporulé et doté principalement de motilité. (Andino et Hanning, 2015).

Salmonella typhimurium provoque des infections généralement confinées au tractus gastro-intestinal et la fièvre typhoïde et paratyphoïde, également appelée fièvre entérique (Andino et Hanning, 2015).

Ainsi elle est un agent pathogène intracellulaire important. Sur plus de 2 300 sérotypes connus de *Salmonella*, *S. typhimurium* est le seul agent pathogène présent uniquement chez l'homme et qui provoque la fièvre typhoïde ou la fièvre entérique (Xiao-lain zhang *et al.*, 2008).

II.4.2.2.2. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie fine en forme de bâtonnet. Il est Gram négatif, non sporulé, strictement aérobie (cytochrome oxydase) et généralement non encapsulé (Chaker, 2012).

Ceci est opportuniste et provoque des infections pulmonaires mortelles chez les patients atteints de mucoviscidose (Mavrodi *et al.*, 2001).

Pseudomonas aeruginosa est l'espèce la plus communément isolée du genre *Pseudomonas* pathologie infectieuse. Il est présent dans le tube digestif, la gorge et le nez. ou la peau. Les infections à *Pseudomonas aeruginosa* augmentent considérablement avec le temps être hospitalisé. L'origine de l'infection peut être endogène. Le patient a une infection établie. Il germe et devient un porteur chronique. La colonisation peut se faire avant l'admission L'omniprésence de *Pseudomonas aeruginosa* provoque des maladies (FRENEY *et al.*, 2007).

II.4.2.2.3. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est parmi les staphylocoques qui sont des coques à Gram positif. Elle est l'espèce la plus fréquente sur la peau humaine et est responsable d'infections suppurées de la peau et des muqueuses et d'infections nosocomiales (Leclerc *et al.*, 1995).

Staphylococcus aureus est l'espèce la plus pathogène de ce genre staphylocoques. Il est répandu chez les humains et de nombreuses espèces animal.

Chez L' homme, environ un tiers des sujets sont porteurs sains du virus Bactéries des muqueuses (principalement des fosses nasales) et des zones cutanées Humide (périnée, aisselles). La transmission interhumaine se fait généralement par contact Direct (porter). Il peut également être transmis indirectement par les vêtements et la literie. Manger *Staphylococcus aureus* peut provoquer des infections des voies urinaires, une septicémie, etc. Intoxication alimentaire (Nauciel et Vilde, 2005).

II.4.2.2.4. *Escherichia coli*

Escherichia coli est une bactérie appartenant à la famille des Enterobacteriaceae. Les dimensions moyennes sont de 2 à 3 microns de long et 0,6 micron de large, son enveloppe cellulaire est constituée de deux membranes concentriques, les membranes internes et externes, le périplasme est séparé par un gel aqueux (Natzro et Kaper, 1998). Ainsi *Escherichia coli* est une bactérie à Gram négatif, aérobie, anaérobie facultative, non halophile et non sporulée (Omar et Barnard, 2014). Elle est commensale, pathogène adaptées du tractus gastro-intestinal et est le plus souvent associée à des infections du sang et des voies urinaires (Vila *et al.*, 2016).

Elles sont parmi les agents pathogènes qui causent la gastro-entérite, les infections des voies urinaires et la méningite (Nataro et Kaper, 1998). Soma oubougoue (2002) indique que la plupart des infections des voies urinaires touchent les jeunes femmes, les infections observées en médecine générale sont dues à *Escherichia coli*.

II.4.2.3. Mode opératoire

Les différentes étapes réalisées à fin d'évaluer l'effet antibactérien des cinq variétés de miels sont présentées dans la figure 13 et figure 14:

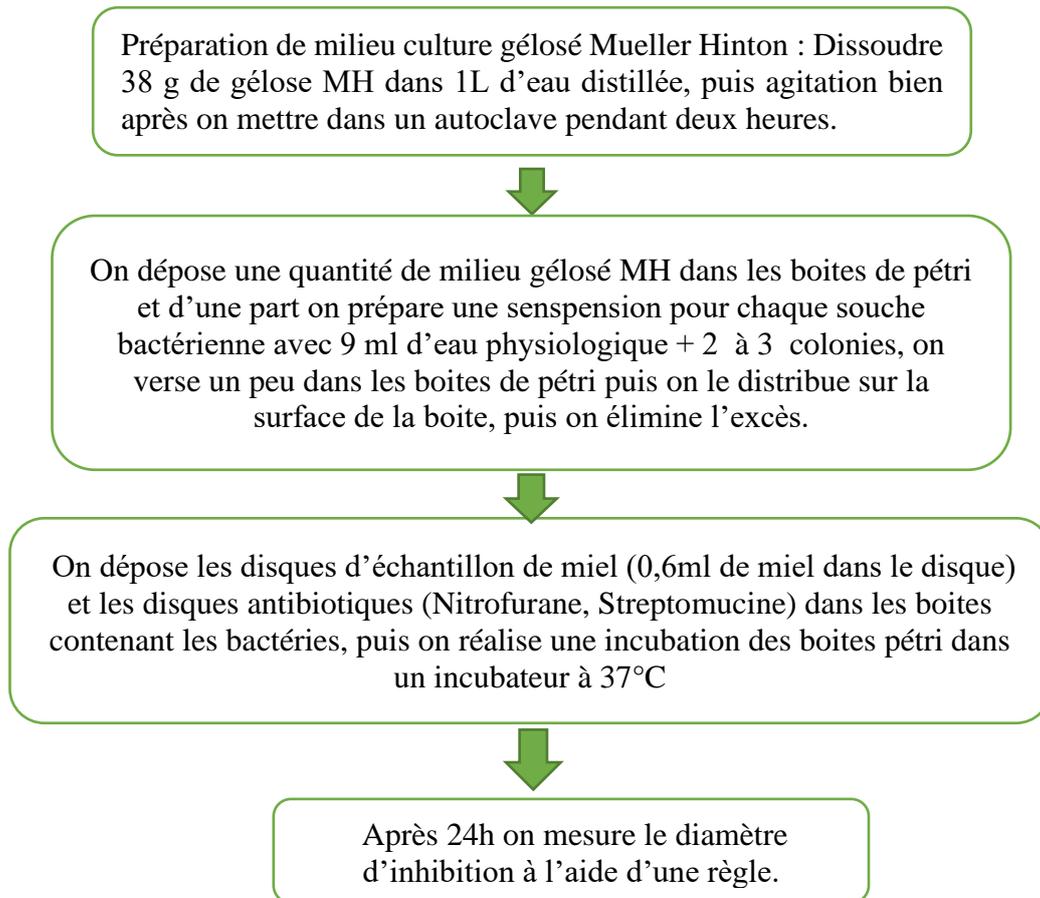


Figure 13: Protocole de test d'antibiogramme.



Figure 14 : Préparation des échantillons pour analyses microbiologie (Photo originale, 2023).

II.4.2.4. Exploitation des résultats d'antibiogramme

Selon la littérature, les souches bactériennes répondent ou ne répondent pas aux extraits. Qu'il y ait ou non une zone d'inhibition, il y a trois réponses possibles:

- ✓ **Souche sensible :** Le diamètre de la zone d'inhibition est égal ou supérieur à 10 mm.

- ✓ **Souche limite (moyenne)** : la dimension du diamètre de la zone d'inhibition est inférieure à 10 mm.
- ✓ **Souche résistantes** : Absence de zone d'inhibition (Kissoum et Khalfaoui, 2015).

Ce chapitre présente l'ensemble des résultats et discussion des analyses réalisées sur cinq types de miel : (Sedra, Chawkiat, Djabli, Lebina, Djerjir). Les paramètres étudiés sont : physico-chimiques et microbiologies.

III.1. Résultats

III.1.1. Analyses physico-chimiques

III.1.1.1. Conductivité électrique

Les mesures de la conductivité électrique des cinq échantillons de miel sont représentées dans la **figure 15** présentée ci-dessous. Les valeurs enregistrées de la conductivité électrique varient entre 218 et 695,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La plus faible valeur est de $218 \pm 1,00 \mu\text{S}/\text{cm}$ enregistrée pour le miel de Djerjir, suivie de miel de Lebina d'une valeur de $387,67 \pm 4,93 \mu\text{S}/\text{cm}$, puis le miel de Chawkiat d'une valeur de $477,33 \pm 8,50 \mu\text{S}/\text{cm}$, puis le miel Djabali de $554 \pm 11,36 \mu\text{S}/\text{cm}$, puis le miel de Sedra avec une valeur supérieure de $695,33 \pm 1,53 \mu\text{S}/\text{cm}$.

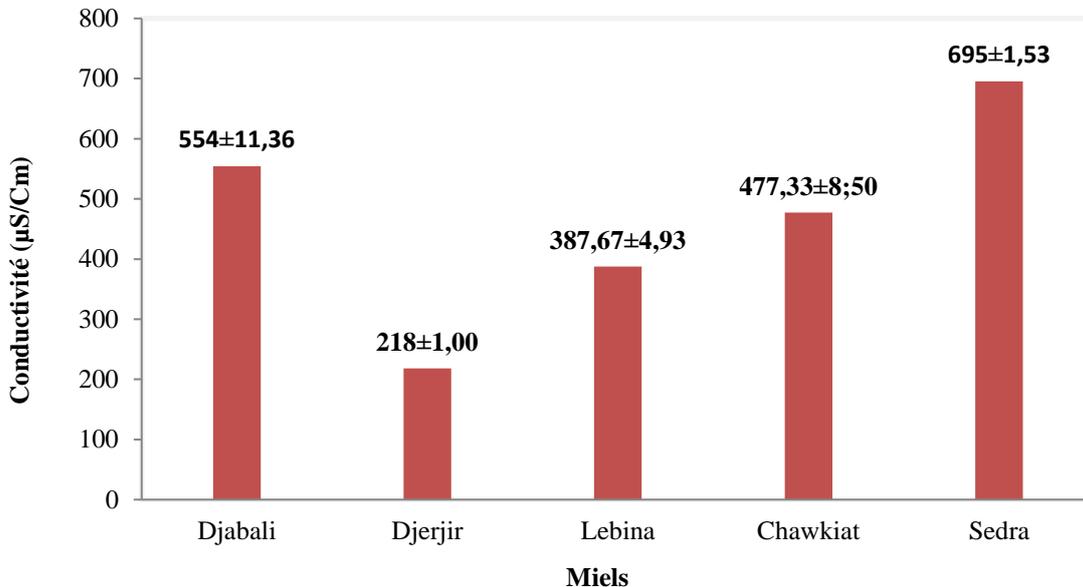


Figure 15 : Valeurs de conductivité électrique des cinq échantillons du miel.

III.1.1.2. pH

Les résultats relatifs au pH obtenus pour nos échantillons sont présentés dans la **figure 16**. Les miels analysés montrent des valeurs de pH comprises entre 3,58 et 3,91, le miel Chawkiate présente une valeur du pH plus faible de $3,58 \pm 0,01$ par contre le miel de Sedra présente une valeur de pH élevée $3,91 \pm 0,01$ et les miels de Lebina, Djerjir et Djabli donnent les valeurs du pH de $3,7 \pm 0,2$, $3,73 \pm 0,7$, $3,76 \pm 0,01$ respectivement.

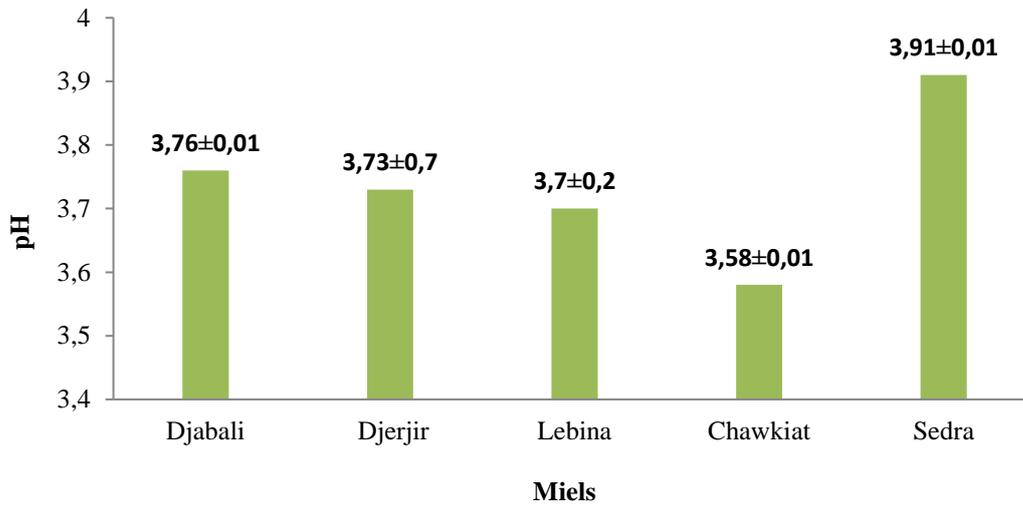


Figure 16: Variation du pH de différents miels analysés.

III.1.1.3. Absorbance

Les résultats d'absorbance obtenus pour les échantillons analysés sont regroupés dans la **figure 17**. Les miels ont une absorbance différente, les valeurs sont comprises entre 0,101 et 0,202, le miel Lebina enregistre la plus faible valeur d'absorbance de 0,101±0,1. Contrairement au miel de Sedra, qui montre la plus forte valeur d'absorbance est 0,202±0,00. Pour les autres miels Djerjir, Chawkiat et Djabali, les valeurs d'absorbance sont de 0,106±0,00, 0,137±0,04, 0,15±0,02 respectivement.

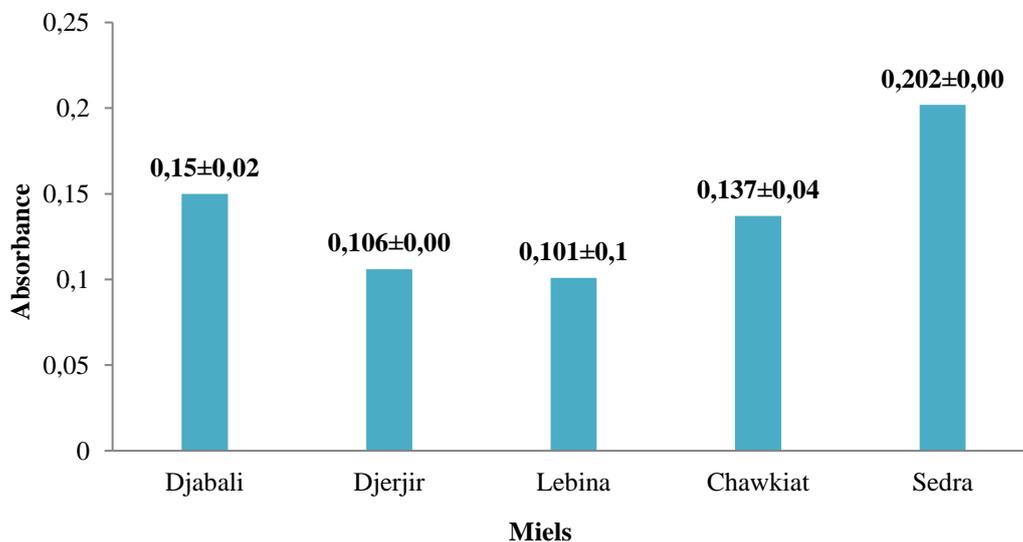


Figure 17: Absorbance de chaque type de miel analysé.

III.1.1.4. Degré de Brix

Les résultats obtenus de Degré de Brix des cinq différents échantillons sont illustrés dans **figure 18**. Les valeurs varient entre 74 % et 88%. Le miel de Sedra présente la plus forte valeur de degré de brix de 88±0,00%, par contre le miel Djabali présente la plus faible valeur de 74±0,00% et les miels Lebina, Chawkiat et Djerjir donnent les valeurs du Degré de Brix 76,5±0,00%, 83,5±0,00%, 86±0,00% respectivement.

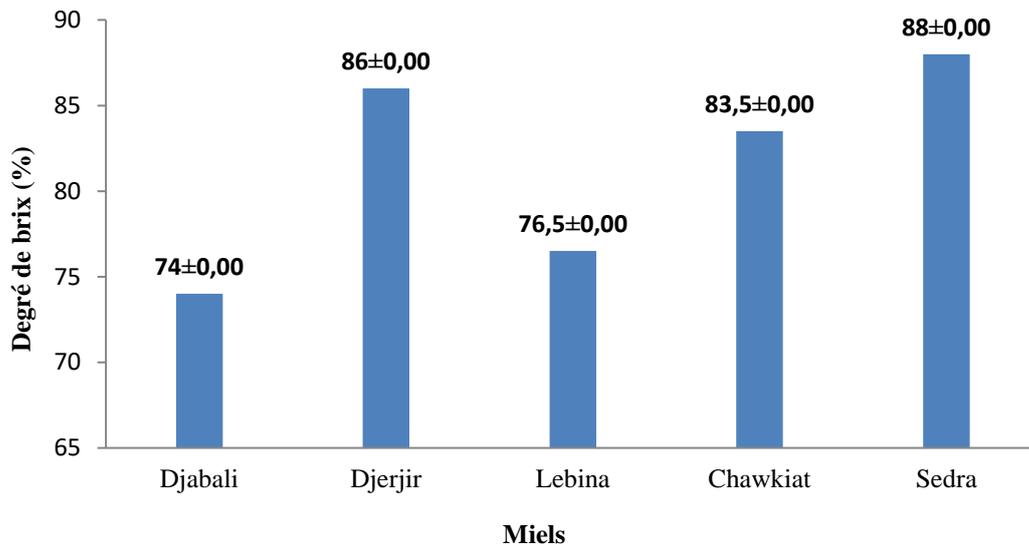


Figure 18 : Degré de Brix des cinq types des miels

III.1.1.5. Acidité libre

Les valeurs de l'acidité résultantes sont indiquées sur la **figure19**. Les valeurs de l'acidité libre des miels analysés varient entre 17,16±1,04 et 30± 0,00 méq/Kg. On trouve que le miel Sedra présent l'acidité la plus faible de 17,16±1,04 méq /Kg. Par contre le miel de Djabali présent une acidité plus forte de 30± 0,00 méq/Kg, ainsi le taux d'acidité enregistré pour les miels Djerjir , Lebina et Chawkiat sont de 18,33± 0,58 méq /Kg, 19,33±0,58 méq/Kg et 28,66±1,53 méq/Kg respectivement.

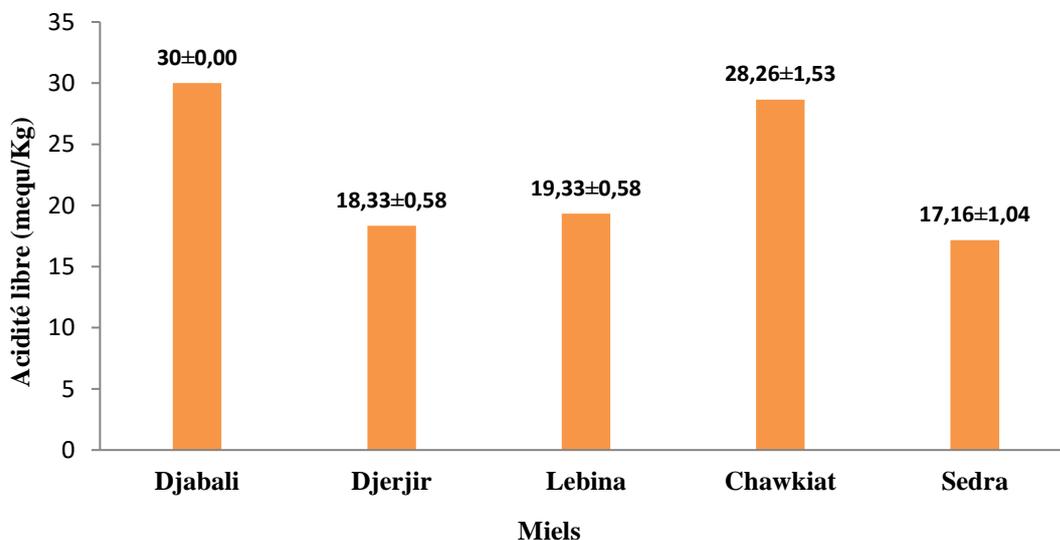


Figure 19 : Acidité libres des différents miels étudiés.

III.1.1.6. Teneur en cendre

Les mesures de teneur en cendre des cinq échantillons de miel sont montrées dans la **figure 20** ci-dessous. Les résultats obtenus montrent que les valeurs de teneur en cendre variées entre 0,045 et 0,175 %. La plus faible valeur est de $0,045 \pm 0,02$ % enregistré pour le miel Djerjir, suivie de miel Djabali d'une valeur $0,098 \pm 0,04$ %, puis le miel Chawkiate d'une valeur $0,161 \pm 0,04$ % , puis le miel de Lebina d'une valeur $0,164 \pm 0,10$ % , puis le miel Sedra d'une valeur supérieure de $0,175 \pm 0,09$ %.

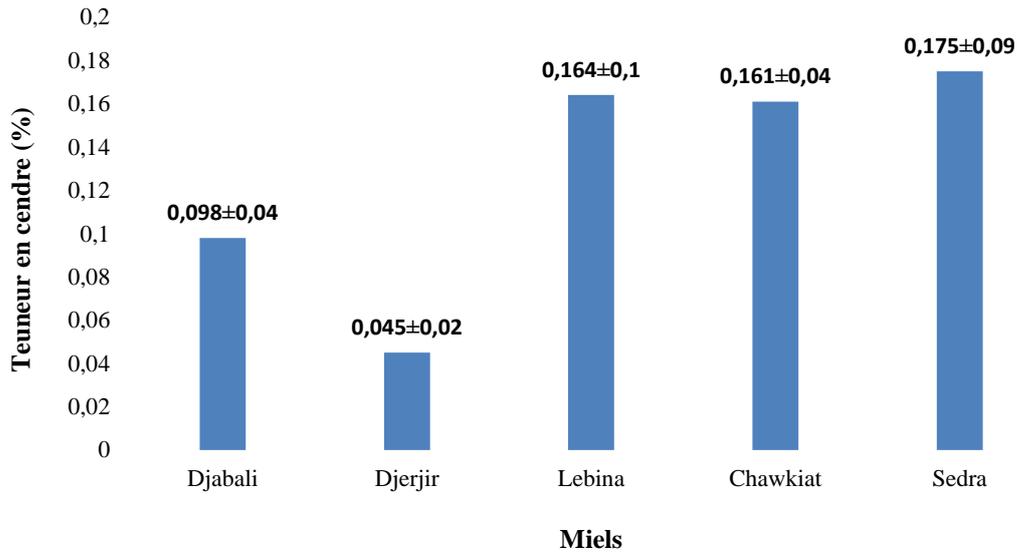


Figure 20 : Teneur en cendre des cinq échantillons de miels.

III.1.1.7. Teneur en eau

Les résultats relatifs aux valeurs de la teneur en eau sont représentés sur la **figure 21**. Les miels ont une teneur en eau comprise entre $13 \pm 0,00$ % et $24,4 \pm 0,00$ %. Le miel de Djerjir présente la plus faible teneur en eau de $13 \pm 0,00$ %, contrairement au miel de Djabali qui montre une plus forte teneur en eau de $24,4 \pm 0,00$ %, ainsi la teneur en eau enregistrée pour les miels de Sedra, le miel de Chawkiat et le miel de Lebina enregistre les valeurs suivantes $14,2 \pm 0,00$ %, $14,4 \pm 0,00$ %, $22,6 \pm 0,00$ % respectivement.

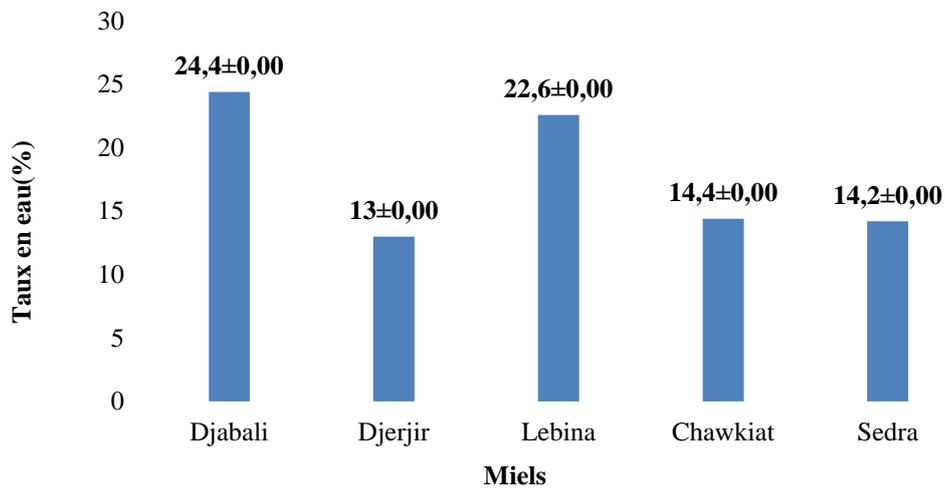


Figure 21 : Teneur en eau de différents miels.

III.1.1.8. Densité

Les résultats obtenus de densité des cinq échantillons différents sont illustrés dans la **figure 22** ci-dessous. L'examen des résultats montre que la densité des cinq échantillons analysés est comprise entre $1,427\pm 0,02$ et $1,4522\pm 0,05$. Il semble que le miel de Chawkiat présente la plus faible densité de $1,43\pm 0,02$. Par contre le miel de Djabali présente la plus forte densité de $1,4522\pm 0,05$. Pour les autres échantillons le miel de Djerjir, le miel de Lebina et le miel de Sedra, les valeurs de densité sont $1,4479\pm 0,02$, $1,4486\pm 0,02$ et $1,4488\pm 0,02$ respectivement.

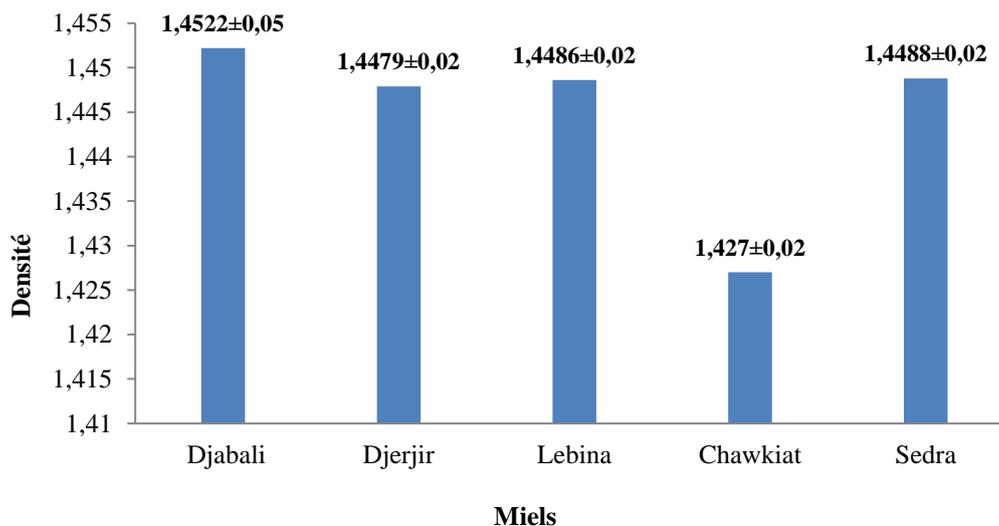


Figure 22 : Densité de chaque type de miel.

III.1.1.9. Dosage de protéines

Les résultats obtenus de la teneur en protéine pour les cinq différents échantillons de miel sont présentés dans la **figure 23**. Il apparait que les valeurs sont variées entre 1,359 g /100g de miel et 2,604 g /100g de miel. Le miel de Djabali présente la plus forte teneur de protéine de $2,604 \pm 0,008$ g/100de miel par contre le miel de Djerjir présente la plus faible teneur en protéine de $1,359 \pm 0,008$ g/100de miel, suivie de miel de Sedra $1,457 \pm 0,042$ g /100 de miel, puis le miel de Lebina $1,734 \pm 0,024$ g/100de miel, puis le miel Chawkiat $2,082 \pm 0,047$ g/100 de miel.

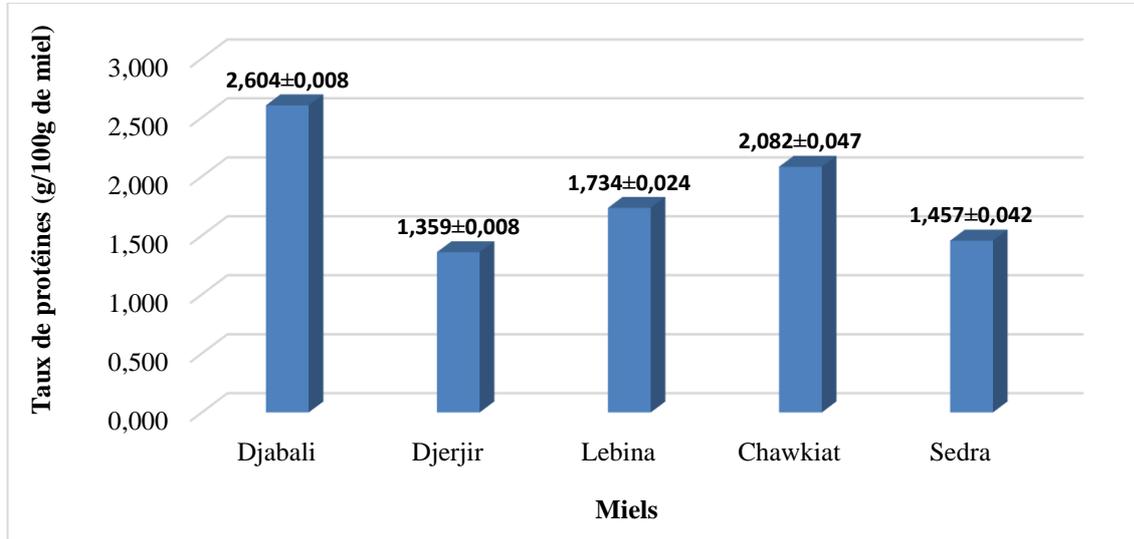


Figure 22 : Densité de chaque type de miel.

III.1.1.10. Dosage des sucres totaux

Les mesures de la teneur en sucres totaux pour les cinq échantillons de miel sont représentées dans la **figure 24**. Ils semblent que les valeurs de la teneur en sucre des miels analysés varient entre $6,59 \pm 0,04$ et $20,97 \pm 0,05$ ($\mu\text{g/ml}$). Le miel de Lebina présente une concentration en sucre de $6,59 \pm 0,04$ ($\mu\text{g/ml}$) inférieure aux autres types des miels, par contre le miel de Djerjir présente une concentration en sucre élevée de $20,97 \pm 0,05$ ($\mu\text{g/ml}$), ainsi la concentration des sucres totaux enregistrée pour les miels Sedra, Chawkiat et Djabali est de $10,23 \pm 0,11$, $10,48 \pm 0,32$ et $18,06 \pm 0,17$ ($\mu\text{g/ml}$) respectivement.

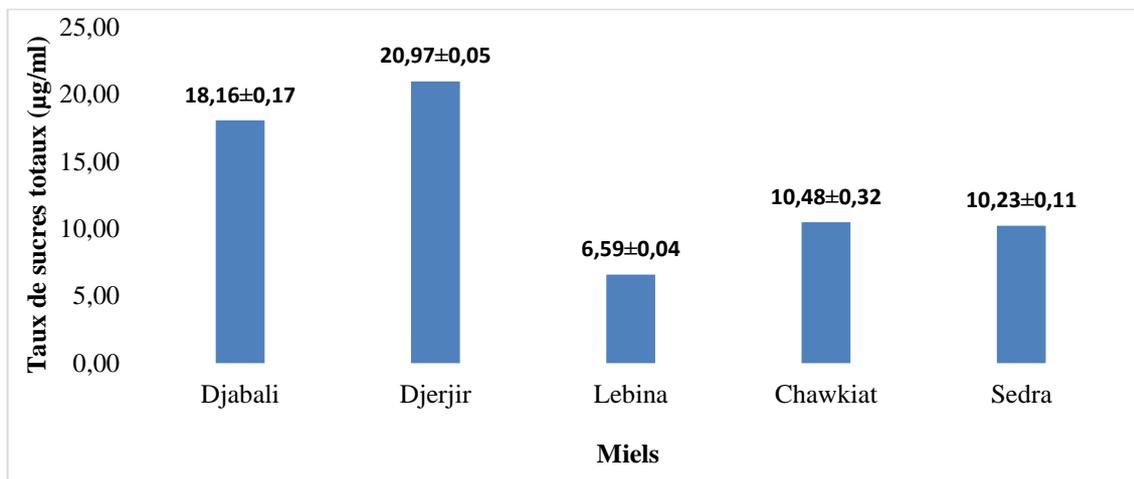


Figure 24 : Valeurs de de la teneur des sucres totaux pour les différents miels étudiés.

III.1.2. Analyses Microbiologiques

Les résultats relatifs à la zone d'inhibition obtenue pour les cinq miels (Djabali, Chawkiat Djerjir, Sedra et Lebina) et pour les antibiotiques utilisés (Nitrofurane et Streptomycine) considérés comme contrôle positif, sont regroupés dans le tableau V et la figure 25. Les résultats révèlent la présence des zones d'inhibition pour toutes les souches bactériennes.

Les diamètres des zones d'inhibition enregistrés pour la souche d'*Escherichia coli* varient entre $11,5 \pm 1,00$ mm et $14,75 \pm 4,03$ mm. Le miel de Chawkiat montre une zone d'inhibition supérieure avec un diamètre de $14,75 \pm 4,03$ mm, alors que les miels de Djabali et Djerjir présentent la zone d'inhibition la moins élevée de $11,5 \pm 0,00$ mm et $11,5 \pm 1,00$ mm. Ainsi les diamètres de zone d'inhibition moyennes sont enregistrés pour les miels Sedra et Lebina en avec $12 \pm 2,45$ mm et $12,5 \pm 4,36$ mm respectivement.

La Souche *Salmonella typhimurium* montre des diamètres de zone d'inhibition comprises entre $9,75 \pm 1,00$ mm et $13,5 \pm 2,08$ mm. Le miel de Chawkiat présente la zone d'inhibition la plus élevée de $13,5 \pm 2,08$ mm, par contre le miel de Djabali présente la zone d'inhibition la plus faible de $9,75 \pm 1,00$ mm, Ainsi les miels de Djerjir, Sedra et Lebina enregistrent une valeur de zone inhibition de $10,5 \pm 0,58$ mm, $10,75 \pm 1,15$ mm, $13,25 \pm 2,52$ mm respectivement .

Pour la souche *Pseudomonas aeruginosa* les valeurs enregistrées de la zone d'inhibition varient entre $7,25 \pm 0,58$ et $9,25 \pm 1,00$ mm. Le miel de Lebina montre une valeur supérieure par rapport aux autres types de miels de $9,25 \pm 1,00$ mm suivie de miel Sedra de $8 \pm 1,00$ mm, puis le miel de Djabali avec $8,25 \pm 1,00$ mm, puis le miel de Djerjir de $9 \pm 1,00$ mm ,cependant Le miel de Chawkiat présente la plus faible zone d'inhibition de $7,25 \pm 0,58$ mm.

Les résultats obtenus sur la souche *Staphylococcus aureus* montrent que les valeurs de zone d'inhibition variées entre $9,25$ mm et $12,25$ mm. Le miel de Sedra présente la plus forte valeur de zone d'inhibition avec $12,25 \pm 3,21$ mm tandis que le miel de Lebina enregistre la plus faible valeur de $9,25 \pm 1,00$ mm, par contre les miels de Djabali, Chawkiat et Djerjir donnent les valeurs des zones d'inhibition des $9,5 \pm 0,58$ mm, $10 \pm 0,58$ mm, $11,75 \pm 2,08$ mm respectivement.

Tableau V. Résultats de l'activité antibactérienne des miels étudiés et des antibiotiques tests, exprimés par diamètre de la zone d'inhibition en mm.

| Nom de bactéries | Djabali | Djerjir | Lebina | Chawkiat | Sedra | Nitrofurane | Streptomycine |
|------------------------------|---------|---------|--------|----------|-------|-------------|---------------|
| <i>Selmonlla Typhimurium</i> | 9,75 | 10,5 | 13,25 | 13,5 | 10,75 | 24,5 | 29,5 |
| <i>Pseudomonas</i> | 8 ,25 | 9 | 9,25 | 7,25 | 8 | 25,25 | 28,75 |

| | | | | | | | |
|------------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Aeruginosa</i> | | | | | | | |
| <i>Escherichia Coli</i> | 11,5 | 11,5 | 12,5 | 14,74 | 12 | 26,5 | 30,25 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | 9,5 | 11,75 | 9,25 | 10 | 12,25 | 18,75 | 31,75 |

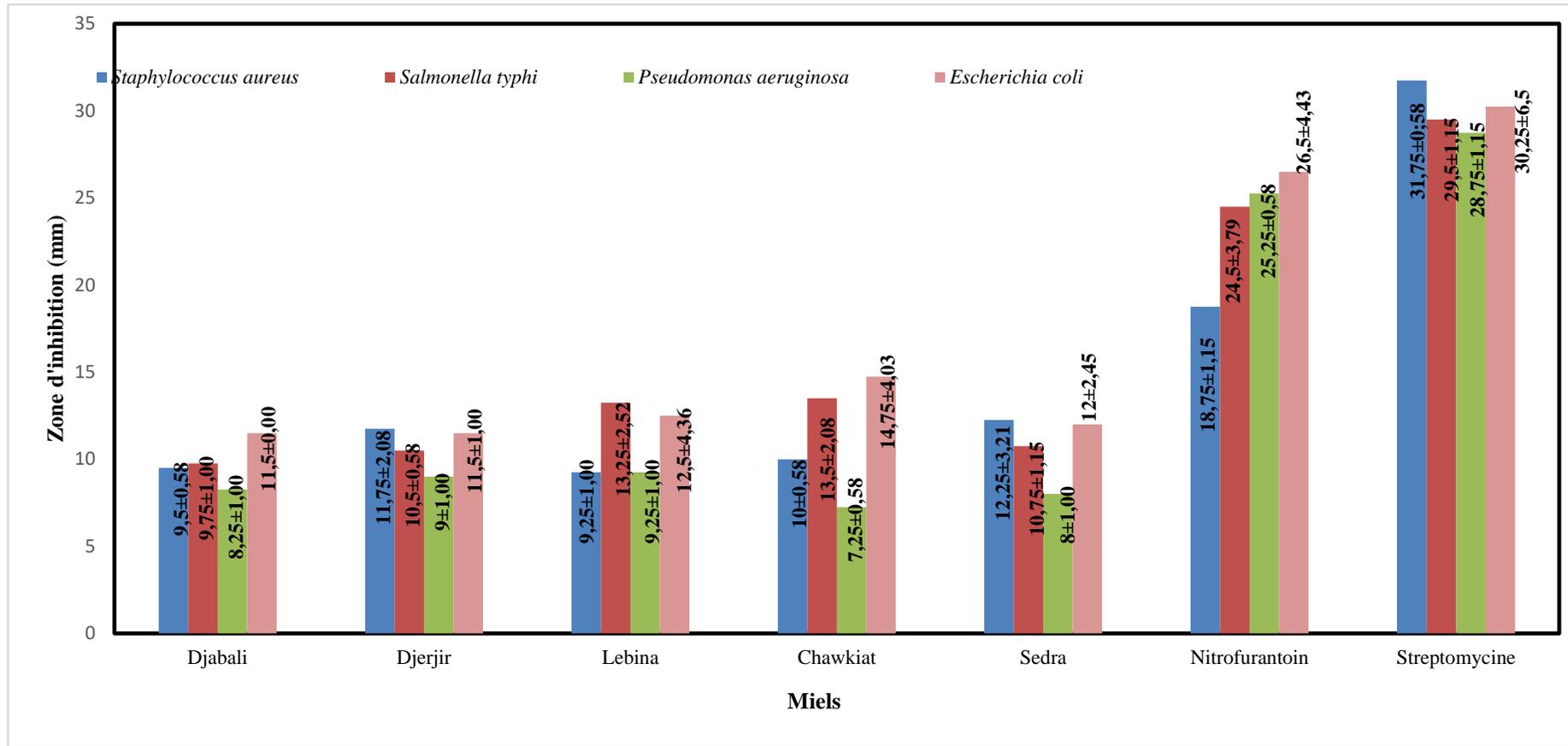


Figure 25 : Activité antibactérienne des cinq échantillons avec différents souches et antibiotiques.

Les résultats obtenus pour la conductivité électrique des miels analyses sont supérieurs par rapport aux résultats de miel de Saida (Homrani, 2020) \pm mS/cm 0.49) inférieur à ,(0.002)celui obtenu par (Aichouba et Boudoumi , 2018 et pour miel de Ain Defla mS/cm 0.8 et inclus dans l'intervalle trouvé par Chakir et al. (2011) (0.129 à 1.119 ,(,ms/cm tous pour la variété de miel de sedra

De même les résultats sont supérieurs aux résultats de Ben daali *et al.*,(2018) dont la conductivité électrique des miels de montagne et Jujubier varie entre 0,13 et 0,45 ms/cm successivement.

Cependant les résultats obtenus sont inférieurs par rapport aux résultats obtenus par Naman *et al.*, (2005) sur le miel marocain de trois échantillons d'euphorbe, qui notent une conductivité entre 0,498 et 0,761 mS/cm. et proche de celle rapportés par Belmehdi (2021) ou les conductivités électriques sont entre 0,362 ms/cm et 0,742 ms/cm sur le miel algérien d'euphorbe et de Jujubier respectivement. Kamal *et al.*, (2011), signale que la conductivité électrique est en corrélation positive avec la teneur en cendres. Une augmentation de la teneur en cendres entraîne une augmentation de la conductivité électrique (Terrab *et al.*, 2004). Ainsi la conductivité électrique est un paramètre souvent utilisé pour classer le miel Monofloral et déterminée l'origine botanique de miel (Bogdanove *et al.*, 2004). Joue, (2001) précise que les valeurs de la conductivité électrique sont très différentes selon le type de miel. Les valeurs de la conductivité électrique sont inférieures à 0,8 mS/Cm cela veut dire que ce sont des miels de nectars. En général, les valeurs de nectar sont inférieures à 0,80 ms/cm⁻¹ selon l'origine de miel si il est associé au miel de miellat pur ou à un mélange de nectar et de miellat Codex Alimentarius (2001).

Les résultats de pH trouvés et présentés dans la figure 16, montrent que le pH des miels analysés varient entre 3,58 et 3,91. Nous constatons que les échantillons examinés ne dépassent pas les normes aux recommandations du Codex Alimentarius (2001). Ces valeurs de pH sont proches de celles rapportées pour d'autres échantillons. Miel avec un pH de 3,49 à 4,70 provenant d'Inde, du Brésil, d'Espagne et de Turquie (Saxena *et al.*, 2010 ; Azeredo *et al.*, 2003), et ils semblent proches à ceux rapportés par et Ben daali *et al.*,(2018) dont les normes de pH des miels de montagne et Jujubier varie entre 3,91 et 4,84 respectivement. Et par Naman *et al.*, (2005), sur le miel marocain qui montre un pH variant entre 4,2 et 4,35 pour trois échantillons d'euphorbe. Cependant les travaux sur la caractérisation des miels

algériens de Adjlane *et al.* (2014) ; Nair (2014) a montré des pH qui varient de 3,40 à 4,46 et 3,58 à 5,7 respectivement. La valeur de pH pour le miel Sedra est proche de la valeur obtenue par Makhloufi *et al.*, (2010) de (pH=3,93) et inférieur à la valeur obtenue par Achouri *et al.*, (2015) de (pH=4,18). Ainsi Gonnet (1986) montre que le pH d'un miel est fonction de la quantité d'acides ionisables qu'il renferme ainsi que de sa composition minérale. Un pH extrême indique une dégradation biochimique entraînant des dommages conditions de récolte ou de stockage (Louveaux, 1968). La valeur du pH mesure la concentration de H⁺ et est très importante pour les réactions chimiques et les micro-organismes. Par exemple, les bactéries n'aiment pas les valeurs de pH basses (Descottes, 2009).

,Le miel contient une variété d'acides, certains obtenus directement à partir du nectar ,d'autres à partir de réactions enzymatiques et de fermentation. En étudiant l'acidité du miel son origine botanique peut être déterminée. Le miel de nectar a un pH bas (3,3-4,0), tandis que le miel de miellat a un pH légèrement plus élevé (4,5-5,5) (DESCHAMPS V. 1998). Nous pouvons conclure que nos échantillons sont tous du miel nectar.

Pour l'absorbance les miels de Sedra et Djabali présentent respectivement une absorbance de 0,202 et 0,150 due à leurs couleurs très foncée. Louveau (1968) souligne que le miel foncé est le plus riche en cendres et en protéines, la couleur du miel étant liée à sa teneur en minéraux et en protéines.

Le miel est principalement composé de glucides qui sont exprimés par le degré de brix qui mesure la quantité de matière sèche dans le miel et s'exprime en grammes pour 100 grammes de miel (Conti *et al.*, 2014).

Les valeurs obtenues pour le degré de brix sont entre 74% à 88 %, elles se rapprochent de celles données par **Ajlouni *et al.*, (2010)**. Ainsi, une étude de Mehdi (2016) a montré que les niveaux de Brix exprimés dans plusieurs miels, dont le Sedra, variaient de 82,2 à 86 %. Et inférieure à celui enregistré par **Belmahdi *et al.*, (2021)** dont la le degré de brix 86% pour le miel de euphorbe. Selon les normes fixés par le Codex Alimentarius (2001), les valeurs de degré de Brix est supérieur à 65% ont pour origine le nectar. Donc nous pouvons dire que tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité.

Les valeurs de l'acidité libre sont similaires à celles rapportées par Doukani *et al.*, (2014), sur le miel algérien variant entre 19,56 à 38,91 méq/kg et les résultats obtenus par Radjeh *et al.*, (2019) sur le miel de jujubier et montagne enregistrent une acidité libre de 16 et 26 méq/kg respectivement sur les miels marocains. Ces valeurs se situent dans la fourchette rapportée par Mendes *et al.*(1998), où l'acidité libre varie de 12 à 38,7 meq/kg).

Zerrouk *et al.*, (2017); Benkhoucha *et al.*, (2020) et Mekious (2016) ont enregistré des valeurs de 9,21 à 23 meq/kg dans les miels de Jujubier algériens étudiés. Cela indique l'absence de fermentations indésirables (Ajrouni et Sujirapinyokul, 2010 et Fallico *et al.*, 2004). De même Gomes *et al.*, (2010) indiquent que l'acidité libre est un critère important dans l'extraction et le stockage car elle affecte la texture et la stabilité du miel. Gonnet (1982), affirme que tous les miels sont acide. Ils contiennent des acides organiques libres ou liés sous forme de lactones. On constate que les valeurs d'acidité libre sont en accord avec ceux fixé selon les normes internationales de Codex alimentaire (2001), l'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 50 méq/kg.

Les valeurs obtenue de la teneur en cendres sont situées dans l'intervalle fixé par Saxena *et al.*, (2010) 0,03% et 0,43%. Pour la teneur en cendre et selon Amri *et al.*, (2007), il existe une relation entre la teneur en cendres et la conductivité. La conductivité électrique et la teneur en cendres distinguent la quantité de matière ionisée contenue dans le miel. Ce dernier est un indicateur de la teneur en minéraux et il indique l'origine botanique du miel (fleur, miellat ou un mélange des deux) (White, 1978).

Les résultats de la teneur en eau sont situés dans l'intervalle préconisé par le travail effectué par Hallouz et Mamoun (2020) sur les miels de Jujubier avec un taux d'humidité qui oscillent entre 13, 13 et 17%. Ainsi Haderbach et Kabli (2019) ont obtenu les valeurs de teneur en eau comprises entre 14 et 16% dans les miels de Jujubier algériens étudiés. Bettar *et al.* (2015) enregistrent une valeurs de teneur en eau de 15,8 à 21,7% dans les miels d'Euphorbe du Maroc, contrairement aux échantillons de miel de Djabali et Lebina qui présentent une forte teneur en eau de 24,4% et 22,6% respectivement. Ces valeurs dépassent la limite maximale préconisée par le Codex Alimentarius (2001) qui est de 20% maximum, ce qui signifie une mauvaise récolte des miels analysés.

La teneur en eau pour les échantillons de notre étude: Djarjir , Chwakiat et Sedra présentent une faible teneur en eau qui leur offre une très bonne conservation et a maturation complète atteinte dans la ruche et l'extraction des miels dans des régions moins humides, ils ne risquent pas de fermenter puisque selon Carvalho *et al.*, (2009) le risque de fermentation est faible dans le miel avec une teneur en humidité inférieure à 18 %. Selon les normes internationales (Codex Alimentarius, 2001), la teneur en humidité ne doit pas dépasser 20 %.

La teneur en eau est un critère important pour déterminer la maturité du miel, la durée de conservation, le risque de fermentation, le comportement de cristallisation et les conditions de stockage. C'est l'un des critères de qualité du miel, seul le miel dont le taux d'humidité est inférieur à 18% peut être bien conservé (Gonnet, 1982).

En plus Nanda *et al.*, (2003) signalent que la variation de la teneur en eau du miel peut être expliquée par l'origine florale des différents miels et affectées par le climat, la saison et la teneur en humidité de la plante d'origine.

Les valeurs de la densité obtenues sont comprises entre 1,427 et 1,4522 est plus proche aux résultats de Ouchemoukh *et al.*, en 2007 qui ont trouvés des valeurs de densité comprises entre 1,4009 et 1,4505 et semblent identiques aux valeurs trouvées par Belmehdi (2021) sur les échantillons d'euphorbe et Jujubier et qui varie entre 1,4445 et 1,4489.

La densité du miel, également appelée gravité spécifique, est un facteur important (Manzoor *et al.*, 2013). Selon Amirat (2014), le changement de la densité de miel est principalement causée par les fluctuations de la teneur en humidité. Le miel plus humide contient moins de densité. Selon Jean Prost (1987), la densité du miel à 20°C comprise entre 1,39 et 1,44, indiquent que le miel est récolté trop tôt ou obtenu dans des lieux trop humides. De même Gonnet (1986) précise que la densité peut changer dans de mauvaises conditions de stockage et le miel récolté prématurément sera moins dense.

Selon Benrahal (1997), la densité du miel algérien est variable entre 1,422 et 1,4328. On peut dire que le miel de sedra analysé ont un facteur de densité Il est conforme aux normes édictées par l'Association Française de Normalisation (1998) entre 1,39 et 1,52.

Les échantillons de miel analysés présentent des teneurs en protéine variées entre 1,359 ±0,008 g /100g de miel et 2,604±0,008 g /100g de miel. Les teneurs en protéines sont

distinctes de celles rapportées par Azeredo *et al.*, (2003) (19.9-22.36mg /100 g de miel) et Alvarezsuarez *et al.*, (2010) (12-92,3 mg/ 100g de miel).

Les valeurs obtenus de notre miel analysés sont supérieurs de celles rapporté par Moniruzzaman *et al.*, (2013)(20,4-48,3 mg/100g de miel) sur le miel Malysien et différentes à celui enregistré par Amri (2006)(13,3-26,6 mg/100gde miel) sur le miel d'Est algérien.

Ces différences de taux de protéines peuvent s'expliquer par le fait que ces composés sont issus des abeilles ou des sécrétions végétales (nectar, pollen) qui sont différent selon l'origine botanique du miel Amri (2006).

Ainsi la concentration en protéines du miel varie en fonction de son origine botanique et géographique, des conditions et du temps de stockage, de la présence d'enzymes ajoutées par les abeilles lors du processus de maturation et des grains de pollen présents (Alvarez-Suarez *et al.* , 2010 ; Moniruzzaman *et al.*, 2013). Selon Louveaux, 1968, la teneur en protéines est d'environ 2,6 g/Kg en moyenne avec un maximum de 8,3 g/Kg. Il ajoute que les matières azotées peuvent être présente dans les sécrétions salivaires de l'abeille. Les miels falsifiés, surchauffés ou stockés longtemps montrent une réduction ou une absence de teneur en protéines (Almeida Muradian *et al.*, 2013)

Les valeurs de teneur en sucres de nos échantillons varient entre 6,59-20,97 g/100g de miel. Cet résultat est inférieur au résultat obtenu par Achouri et Khali (2014) (79,21g/100g miel) pour le miel de sedra et par Laouar (2016)(80,23±2,09 g/100gde miel) pour le miel algérien.

Les sucres du miel sont responsables de la viscosité, de l'hygroscopie et de la cristallisation du miel. La répartition entre les différents sucres fournit des informations précieuses qui peuvent prédire le taux de cristallisation et la stabilité structurale du miel (Pourtallier *et al.*, 1970). La variation observée est principalement due aux variations des sources végétales à partir desquelles le miel est fabriqué. Cependant, d'autres facteurs influencent également cette variation, comme la maturité du miel dans la ruche et la conversion des sucres en acides organiques (Cavia *et al.*, 2002). La composition en sucre du miel dépend fortement des types de fleurs visitées par les abeilles, des zones de butinage et des conditions climatiques (Ouchmoukh *et al.*, 2007). Louveaux (1968) souligne que la composition en sucres peut identifier l'origine botanique de certains miels monofloraux et

que les proportions de divers sucres dans le miel varient considérablement. En fait, cela dépend directement du type de fleurs que les abeilles mangent. Poppek (2002) montre une corrélation entre les sucres et la teneur en eau, les échantillons les plus riches en sucres contiennent une faible teneur en eau vice-versa et c'est le cas de miel de Djarjir.

Concernant l'activité antibactérienne l'antibiogramme permet de mesurer la capacité d'un antibiotique à inhiber la croissance bactérienne in vitro. De nombreuses recherches ont été consacrées à la connaissance et à l'utilisation du miel pour élucider ses propriétés nutritionnelles, thérapeutiques, cicatrisantes, antiseptiques et antimicrobiennes (Lequet, 2010).

On a constaté que la majorité des miels analysés présente un effet inhibiteur sur les souches bactériennes *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella tiphymurium*. Ainsi l'espèce *Esherichia coli* présente une sensibilité plus élevée pour la majorité des miels testes comparativement autres bactéries.

Le miel de Sedra présente une valeur moyenne du diamètre d'inhibition ($12 \pm \dots$ mm) vis-à-vis de la souche *Escherichia coli* plus élevée par rapport aux autres types de miels. Ces valeurs obtenus est inférieur à celui enregistré par Moulai *et al.*, (2021) et par Homrani (2019) pour le miel Jujubier (30mm) (15mm) sur la souche d' *Escherichia Coli*.

Nos résultats sont cohérents avec les études de (Shamala *et al.*, 2002) selon lesquelles le miel a montré une activité antibactérienne significative contre *Escherichia coli* in vitro ou in vivo. De plus, les bactéries étudiées sont très sensibles à certains types de miel (par exemple de Lebina). Elle est probablement liée aux propriétés médicinales des principales fleurs utilisées pour faire du miel. *Escherichia coli* était l'espèce la plus sensible avec une zone d'inhibition de $10,1 \pm 4,7$ mm (Laallam *et al.*, 2015).

Ahmed *et al.*, (2014) ont étudié la capacité antimicrobienne in vitro du miel du nord de l'Algérie. Ils ont montré que l'ajout de miel au milieu inhibait la croissance d'*Escherichia coli*. Plusieurs autres études ont démontré un effet inhibiteur du miel sur la même bactérie.

Nos tests montrent que les miel de chwakiat est très actif sur *Salmonella tiphymurium* avec de moyen diamètre d'inhibition allant de $13,5 \pm 2,08$ mm. Une étude de Hussain *et al.*, (2015) ont découvert que le miel pakistanais et le miel de Manuka de différentes origines

botaniques ont une activité antibactérienne contre une souche multirésistante de *Salmonella typhi*. Hannan *et al.*, (2009) ont démontré l'efficacité du miel de mur de *Ziziphus jujube* et de *Plectranthus Rugosus* contre les souches résistantes aux antibiotiques de *Salmonella tiphymurium*.

Une précédente étude sur le miel algérien (Nair, 2014) a montré que l'effet inhibiteur du miel naturel sur *Escherichia coli* est similaire à celui des antibiotiques les plus actifs (Aurongzeb et Kamran, 2015) ont étudié les effets du miel pakistanais in vitro. Les résultats ont montré une activité antibactérienne significative contre *Salmonella typhi* pour tous les types de miel.

Pseudomonas aeruginosa sont des bactéries à Gram négatif et elles sont responsables d'infections nosocomiales de plus en plus graves et fréquentes (Westman *et al.*, 2010). Le miel de Lebina présente une valeur moyenne du diamètre d'inhibition ($9,25 \pm 1,00$ mm) la plus élevée par rapport aux autres types de miels sur cet souche. Ces valeurs obtenues sont inférieure aux valeurs enregistrées par Moulai *et al.*, (2021) pour le miel de euphorbe (43mm) sur la souche *Pseudomonas aeruginosa*. Halstead *et al.*, 2015 ; Hegazi, 2011; Cooper *et al.*, 2014, montrent une sensibilité de *Pseudomonas aeruginosa*. Cette bactérie est responsable de nombreux types d'infections humaines, le plus souvent associées à des infections nosocomiales et communautaires (Matthieu, 2007).

Le miel de Sedra présente une valeur moyenne du diamètre d'inhibition ($12,25 \pm 3,21$ mm) vis-à-vis de la souche *Staphylococcus aureus* la plus élevée par rapport aux autres types de miels.

Les valeurs obtenus sont inférieurs aux valeurs obtenues par Moulai *et al.*, (2021) et par Homrani (2019) pour le miel Jujubier (50mm) (18mm) respectivement sur la souche *S.aureus*.

Cependant nos résultats sont similaires à ceux (Hammoudi *et al.*, 2009) qui ont étudié le miel algérien et trouvé que *Staphylococcus aureus* est la souche la plus sensible contrairement à *Pseudomonas aeruginosa* modérément sensibles.

Alan Dejany *et al.*, (2009) ont montré lors d'une étude in vitro. Le miel yéménite (Sedra) à une concentration de 50 % ont un effet bactéricide contre les biofilms préformés de *Staphylococcus aureus*.

Ces résultats sont accords avec les investigations de Shamala *et al.*, (2002) qui indiquent que le miel possède une activité antibactérienne significative contre *Escherichia coli* in vitro et in vivo.

Les résultats obtenus de notre miel analysés est inférieur à celui obtenu par Moulai *et al.*, (2021) pour le miel jujubier (40mm);(50mm);(30mm);(50mm) sur les souches bactériennes de *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* respectivement et inférieur pour le miel d'euphorbe (42mm);(43mm);(40mm) testé sur les souches bactériennes *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus aureus* respectivement et aussi inférieure pour le miel de montagne (45mm);(40mm);(30mm);(45mm) testé sur les souches bactériennes *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* respectivement.

L'étude de Homrani (2019) sur l'activité antibactérienne de différents miel, montre une activité antibactérienne contre les souches *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella typhimurium*. Le miel du Jujubier montre des zones d'inhibitions (15±mm), (17±mm), (18±mm) obtenues vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia Coli*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella typhimurium* respectivement.

En ce qui concerne l'origine florale du miel, rapporté par Allen *et al.*, (1991) l'activité antibactérienne du miel dépend du type de fleur dont les abeilles obtiennent le nectar. Gout (2008) indique que le miel contient des propriétés spécifiques des plantes mellifères et possède diverses propriétés thérapeutiques naturelles en fonction de son origine botanique. La plupart des études attribuent l'activité antibactérienne du miel à ses paramètres physico-chimiques, en particulier sa forte teneur en sucre, sa faible teneur en eau et son faible pH.

L'activité antibactérienne est positivement corrélée avec les sucres réducteurs. Ceci est le résultat d'effets osmotiques rapportés dans la littérature (Werner et Laccourreya, 2011). Le miel devient hypertonique en raison de l'action des monosaccharides sur la teneur en eau contenue dans les bactéries, provoquant la lyse de la membrane bactérienne, un retard de croissance et la mort microbienne (Couquet *et al.*, 2013).

Selon nos résultats, l'augmentation de la conductivité électrique (CE) du miel réduit son activité antibactérienne. Cette dernière est liée à la teneur en substances ionisantes, dont

fait partie intégrante la matière minérale. Cela dépend du type d'ions dissous et de leur concentration. Ceci est lié à l'origine botanique du miel (Rejsek, 2002). (Thasyvorlor et Manikis, 1995). Le pH acide du miel améliore son activité antibactérienne, car les bactéries ne peuvent pas se développer dans un environnement acide (Al-Waili *et al.*, 2011).

Le pH du miel varie entre 3,9 et 6,0 (Laurent, 2014). On pense que ce pH est efficace pour ralentir ou empêcher la croissance de nombreux types de bactéries pathogènes. Ces qui prouve ce que nous avons trouvé, que le miel de sider a une pH très acide et une conductive électrique très élevée par rapport aux autres types de miels étudiés. L'acidité et généralement un pH bas, inhibe la croissance bactérienne (Torres et Alabama, 2004; Gukai, 2013). De plus, le peroxyde d'hydrogène est considéré comme inhibiteurs majeurs dans le miel (Adcock, 1962; Mandel *et al.*, 2012).

Cette étude est réalisée afin de déterminer les critères de qualité de cinq échantillons de miel (Djabali, Djerjir, Lebina, Chawkiat, Sedra) en se basant sur l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques, ainsi que des analyses microbiologiques.

L'analyse physico-chimique révèle que la majorité des résultats obtenus pour les miels étudiés sont conformes avec les normes du Codex alimentaire, sauf la valeur de teneur en eau des deux échantillons (Djabali et Lebina) qui sont non conformes avec les normes. Ainsi la forte valeur de la conductivité de $695 \pm 1,53$ uS/cm est enregistrée pour le miel de Sedra par contre le miel de Djerjir présente une valeur de conductivité plus faible de $218 \pm 1,00$ uS/cm, ainsi le miel de Sedra montre une valeur de pH qui est plus élevée de $3,91 \pm 0,01$ et le miel de Chawkiat présente inférieure de $3,58 \pm 0,01$.

Les résultats obtenus de l'absorbance indiquent une forte valeur de $0,202 \pm 0,00$ pour le miel de Sedra par rapport au miel de Lebina qui révèle une faible valeur de $0,101 \pm 0,01$. Le degré de Brix le plus élevé est enregistré pour le miel de Sedra $88 \pm 0,00$ % et la faible valeur pour le miel de Djabali de $74 \pm 0,00$ %. Les valeurs d'acidité sont plus élevées pour le miel de Djabali de $30 \pm 0,00$ méq/Kg et plus faible pour le miel de Sedra de $17,16 \pm 1,04$ méq/Kg. Le teneur en cendre le miel de Sedra est supérieur de $0,175 \pm 0,09$ % par rapport aux autres miels étudiés et le miel de Djerjir présente la plus faible valeur de $0,045 \pm 0,02$ %. Le teneur en eau pour le miel de Djabali est la plus élevée de $24,4 \pm 0,00$ % tandis que le miel de Djerjir présente la plus faible valeur de $13 \pm 0,00$ %. Le miel de Djabali présente une densité supérieure de $1,4522 \pm 0,05$ alors que le miel de Chawkiat enregistre les plus faibles densité de $1,427 \pm 0,02$. Le taux de protéine est plus élevé pour le miel de Djabali de $2,604 \pm 0,008$ (g/100g de miel) et plus inférieur pour le miel de Djerjir de $1,359 \pm 0,008$ (g/100g de miel). Le taux des sucres totaux est plus élevé pour le miel de Djerjir de $20,97 \pm 0,05$ (µg/ml) par rapport au miel de Lebina qui présente le taux le plus faible de $6,59 \pm 0,04$ (µg/ml).

L'évaluation de l'activité antibactérienne in vitro est réalisée selon la méthode de diffusion à l'aide du test de l'antibiogramme. Les résultats montrent une activité antibactérienne des miels testés contre toutes les souches bactériennes. L'activité antibactérienne la plus élevée est celle mesurée pour l'échantillon de miel de Chawkiat sur la souche *Escherichia coli* -avec une zone d'inhibitions de 14,75mm.

L'analyse des paramètres physico-chimiques est un excellent critère d'évaluation de l'adéquation. Les résultats de cette étude montrent que les échantillons répondent aux critères des normes de codex alimentaires et la majorité des miels étudiés sont de bonne qualité chimique et répondent aux normes requises. Les paramètres microbiologiques permettent de tester l'effet des échantillons de miel sur les souches bactériennes et il ressort des résultats que les miels présentent un effet antimicrobiens sur les souches bactériennes pathogènes.

Perspectives

- ✓ Les miels du centres algérien étudiés montrent une qualité physico-chimique et microbiologique importante, il est souhaitable en perspective de :
- ✓ Elargir la gamme d'échantillonnage et effectuer des analyses physico-chimiques pour d'autres types des miels.
- ✓ Enrichir les analyses physicochimiques avec d'autre paramètres physicochimiques à fin d'étudier la qualité de miel : la détermination des taux de hydro-méthyle-furfural (HMF), des composés phénoliques et de indice de Diastase.
- ✓ Réaliser des analyses polliniques, des tests antifongiques et Antioxydantes.

- 1) **ABADLI Khawla et MENAGUER Imane (2022)** Etude phytochimiques et d'activité antimicrobienne de deux plantes sahariennes Algériennes (*Euphorbia cheirdenia* et *Anabasisorpediorum*). Mémoire de mastre .Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED, el-oued ,16-17p.
- 2) **Abersi, D., Henna, K., & Rahem, A. (2016).** Etude comparative des caractéristiques physicochimiques et organoleptiques de certains miels locaux et importés. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 96p.
- 3) **Abid, M ;(2017).** Évaluation de l'activité antifongique des miels Algériens vis-à-vis deux souches de *Candida albicans*. Mémoire de master. Université Abou Bekr BelkaidN Tlemcen,Tlemcen, 48p.
- 4) **Achour, H.Y et Khali, M. (2014).** Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique science*, 10: 127-136
- 5) **Ait lounis Lydia. (2012).** Comparaison des caractéristiques physiques, polliniques, microbiologiques et organoleptiques de quelques miels locaux et ceux d'importation commercialisés, Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques spécialité Technologie Alimentaire, Université de Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.
- 6) **Alqarni, A. S., Owayss, A. A., & Mahmoud, A. A. (2012).** Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi .Chemical Society*, 5, 618–625
- 7) **Alvarez-Suarez, J. M., Giampieri, F., González-Paramás, A. M., Damiani, E., Astolfi, P., Martinez-Sanchez, G., et al. (2012).** Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology*, 50, 1508–1516.
- 8) **Al-Waili, N., Salom, K., Al-Ghamdi, A et Ansari, M.J. (2012).** Antibiotic, pesticide, and microbial contaminants of honey: human health hazards. *The Scientific World Journal*, 9.

- 9) Andersen, Ø. M., & Markham, K. R. (2006). Flavonoids chemistry, biochemistry and applications. In Separation and quantification of flavonoids. New York Taylor et Francis. Apidologie, 12(4): 383-396
- 10) **Aoac, (1990).** Official Methods of Analysis. 15th ed. In K. Helrich Benameur, A. (2014). Etude physico-chimique et pollinique du miel d'Eucalyptus globulus de la région de Tlemcen. Mémoire de Master, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen. 52p
- 11) **Benameur, A. (2014).** Etude physico-chimique et pollinique du miel d'Eucalyptus globulus de la région de Tlemcen. Mémoire de Master, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen. 52p
- 12) **Bogdanov S, Bieri k, Figar M, Figueiredo V, Iff D, Känzig A, Stöckli H and Zurcher K,(1995).** Miel: définition et directives pour l'analyse et l'appréciation. In livre Suisse des denrées alimentaires, 1-26.
- 13) **Bogdanov, S. (2017).** Honey as Nutrient and Functional Food. In Bogdanov, S. The Book of Honey. Bee Product Science. 54 p.
- 14) **Bogdanov, S. (2017).** Honey Composition. In Bogdanov, S. The Book of Honey. Bee Product Science. 10 p.
- 15) **Bonté, F et Desmoulière, A. (2013).** Le miel : origine et composition, Elsevier Masson, 531: 17-21 p.
- 16) **Bonte F. et Desmouliere A. (2013).** Le miel: origine et composition. Actualités Pharmaceutiques, 52 (531), 18-21. Service de physiologie, Faculté de pharmacie. Université de Limoges, France
- 17) **Boukraâ, L. (2014).** Honey in Traditional and Modern Medicine, edition Taylor & Francis Group, 462 p.
- 18) **Bradbear N.,)2005(.** Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ISSN 1813-6001, Rome, 64 p.

- 19) **Bradford MM. (1976).** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem.* 72, 248-254
- 20) **Bruneau E. (2011).** Chapitre IX : Les produits de la ruche. In: Clément et al., *Le traité rustica De l'apiculture.* Éditions Rustica, Paris, 354-387.
- 21) **Cherchi, A., Spanedda, L., Tuberoso, C., & Cabra, P. (1994).** Solid-phase extraction and high-performance liquid chromatographic determination of organic acids in honey. *Journal of Chromatography A*, 669, 59-6.
- 22) **Chougar, T., & Kebdi, T. (2018).** Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et pouvoirs antioxydant et antimicrobien des miels algériens de régions diverses (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- 23) **Ciulu, M., Solinas, S., Floris, I., Panzanella, A., Pilo, M. I., Piu, P. C., et al. (2011).** RPHPLC determination of water-soluble vitamins in honey. *Talanta*, 83, 924–929. *Food Chemistry*, 180: 133-141.
- 24) **Codex Alimentarius Commission (2001).** Codex standard 12, Revised Codex Standard for honey, p : 1-7.
- 25) **Codex Alimentarius, (2001).** Programme Mixte FAO/OMS Sur Les Normes Alimentaires. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, 1-31p.
- 26) **Codex Alimentarius. (2001).** Revised codex standard for honey. Codex standard 12-1981, Rev,1 (2): 1-7.
- 27) **Da Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Oliveira Costa A.C. and Fett R. (2016).** Honey Chemical composition, stability and authenticity. *J. food chem*, 196 :-309 : .Chemical composition, stability and –323
- 28) **De Rodriguez G.P., De Ferrer B.S., Ferrer and Rodriguez B. (2004).** Characterization of honey produced in Venezuela . *Food Chemistry* , 84 : 599-502.
- 29) **Erejuwa O. O., Sulaiman S. A., Wahab M. S., Sira-judeen K., N. S., Salleh M.S.M.D. and Gurtu S. (2010).** Antioxidant protection of Malaysian tualang honey

- in pancreas of normal and streptozotocin-induced diabetics rats .
Annals Endocrinol, 71(4):291–296.
- 30) Escuredo, O., Míguez, M., Fernández-González, M., & Seijo, M. C. (2013).** Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*, 138, 851- 856p.
- 31) Fethallah, O., Saadi, M.Z. (2018).** Etude de l'effet de la durée et de la température ,d'entreposage sur la qualité du miel dans la région de Tébessa. Mémoire de master .Université laarbi tebessi, Tebessa, 81p
- 32) Freney J., Renaud F., Leclerc R., Riegel P., 2007.** Précis de bactériologie clinique. Ed. Alexandre Lacassagne et ESKA, 2ème 795-910 .
- 33) ,Gajra Garg & Vinay Sharma (2014)** *Eruca sativa (L.): Botanical Description Crop Improvement, and Medicinal Properties*, *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 20:2, 171-182
- 34) Gámbaro, A., Ares, G., Giménez, A., & Pahor (2007).** Preference mapping of color of Uruguayan honeys. *Journal of Sensory Studies*, 22 , 507 - 519.
- 35) Gebremariam T., Brhane G., (2014).** Determination Of Quality And Adulteration Effects Of Honey From Adigrat And Its Surrounding Areas, *International Journal Of Technology Enhancements And Emerging Engineering Research*, 2(10).
- 36) Goumni Z. et Salhi A. (2013).** Etude de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle extrait de la plante *Laurus nobilis L.* Mémoire de Master. Université Kasdi Merbah, Ouargla, 41p.
- 37) Gupta, R.K., Rybroeck, W. & Johan, W. R. (2014).** Beeking for poverty alleviation and livelihood security. Ed. Springer: 1-114.
- 38) Hamidat Maroua et Mekaddem Chaima (2022)** Analyses physico chimiques de quelques miels. Mémoire de Master. Université Ziane Achour –Djelfa, djalfa , 27p.
- 39) Homrani, M. (2020).** Caractérisation physico-chimique, spectre pollinique et propriétés biologiques de miels algériens crus de différentes origines

- botaniques.Thèse doctorat. Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem,253p.
- 40) Hyllari Aba GBETOHO ADJOVI, Fidèle TCHOBO, Victorien DOUGNON, Jean-Robert KLOTUE, Peace P ADIMOU (2019).** Evaluation de l'efficacité de l'eau distillée et de la gélose CLED dans la réalisation de l'antibiogramme.17(4),125-139.
- 41) Iglesias, M. T., Martian-Alvarez, P. J., Polo, M. C., Lorenzo, C., Gonzalez, M., & Pueyo, E. N. (2006).** Changes in the free amino acid contents of honeys during storage at ambient temperature. Journal Agricultural and Food Chemistry, 54, 9099.–9104
- 42) Kamal, M. A., & Klein, P. (2011).** Determination of sugars in honey by liquid chromatography. Saudi Journal of Biological Sciences, 18, 17–21.
- 43) .Karabagias, I. K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S., & Kontominas, M G. (2014).** Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. Food Chemistry, 146, 548–557.
- 44) Kissoum A. et Khalfaoui K. (2015).** Evaluation phytochimique et étude des activités biologiques d'une plante médicinale Algérienne (Foeniculum vulgare). Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri, Constantine, 44p.
- 45) Kissoum A. et Khalfaoui K. (2015).** Evaluation phytochimique et étude des activités biologiques d'une plante médicinale Algérienne (Foeniculum vulgare). Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri, Constantine, 44p.
- 46) Koussa, M. et T. Bouziane.(2018).** Apport du sig à la cartographie des zones à risques d'érosion hydrique dans la région de Djelfa, Algérie 19(1): 31-46.
- 47) Laurent O. 2005 .**Les bienfaits du miel. Edition De Vecchi S.A. 101
- 48) León-Ruiz, V., Vera, S., González-Porto, A. V., & Andrés, M. P. S. (2013).**Analysis of water-soluble vitamins in honey by isocratic RP-HPLC. Food Analytical Methods, 6, 488–496.

- 49) Louveaux J, (1968).** L'analyse pollinique des miels, in *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Edition Masson de Cie, Paris. Pp. 324-361.
- 50) Louveaux J. (1968).** Composition, propriétés et technologie du miel. In Chauvin .R. *Traité de biologie d'abeille*. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 277-324p
- 51) Louveaux J.(1985)** .les miel produits du ruches .In «Les abeilles et leurs élevage »
- 52) Pesenti Marion E., Spinelli Silvia , Bezirard Valérie , Briand Loïc , Pernollet JeanClaude , Tegoni Mariella, Cambillau Christian (2008)** . Structural Basis of the Honey Bee PBP Pheromone and pH-induced Conformational Change. *Journal of Molecular Biology*, Volume 380, Issu 1 ,Page 158-169.
- 53) Madejczyk, M., & Baralkiewicz, D. (2008).** Characterization of Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES. *Analytica Chimica Acta*, 617, 11–17.
- 54) Makhloufi C., Kerkvliet D., Ricciardelli-D'albore G., Choukri A., Samar R., 2010.** Characterization of Algerian honeys by palynological and physicochemical methods. *Apidologie*, 41: 509-521.
- 55) Marcheney P., Berard L. (2007).** L'homme, l'abeille et le miel. Paris, de borée, 223. Marchini LC., Moreti AC., Otsuki IP. and Sodr  G. (2007). Physicochemical composition of *Apis mellifera* honey samples from S o Paulo State, Brazil. *Quimica Nova*, 30 (1): 653.
- 56) Marghitas L., Dezmirean D., Otilia B., Laslo L., Bogdanov S., 2009.** Physicochemical and bioactive properties of differnt floral origin honeys from romania. *Food chemistry*, vol.1112, jun, p.p.863-867.
- 57) Mato, I. S., Huidobro, J. F., Simal-Lozano, J. S., & Sancho, M. T. (2006).** Rapid determination of nonaromatic organic acids in honey by capillary zone electrophoresis with direct ultraviolet detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 1550-1541.

- 58) Meda A., Lamien C. E., Romito M., Millogo J. and Nacoulma O. G. (2005).** Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *J. Food chem*, 91: 571-577.
- 59) Mekious, S., Masseaux, C., Daoud, N., & Belhadj, S. (2020).** caractéristiques méliissopalynologie et contenu phénolique du miel *Ziziphus lotus* d'Algérie.
- 60) MICHEL Dubois, K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and fred Smith (1956).** .Colorimetric method for determination of sugars and related substances .*Analytical Chemistry* 28 (1956).356-350
- 61) Nair, S. (2014).** Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques .des miels Algériens. Thèse de doctorat. Université d'Oran, Oran, 235p
- 62) Nataro, J. P., Kaper, J. B., 1998.** Diarrheagenic *E. coli*. *Clin Microbial. Rev*, 11, 142-201.
- 63) Nauciel C., Vildé J.-L., 2005.** Bactériologie médicale. Ed. Masson, 2ème édition, 77-142.
- 64) Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. Food Chemistry(2013), 138, 851–856.**
- 65) Olaitan, P.B., Adeleke, O.E et Ola, I.O. (2007).** Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *African health sciences*, 73: 159-65
- 66) 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, pp.21-90.
- 67) Persano Oddo L., Baldi E., Accorti M. (1990)** Diastatique activité dans certains miels unifloraux, *Apidologie* 21, 17–24.
- 68) Pierre Jean-Prost. (2005).** Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher. 7ème Edition, J.B. BAIUIERE, Paris.

- 69) Pourtallier ,J., Taliercio , Y. (1970) .** Les caractéristiques physicochimiques des miels en fonction de leur origine florale. 1. Application à un project pour les grandes variétés de miels. Bull. Aic. Doc. Sci.Tech. Inf. 13: 58-68.
- 70) Rodier J. (1996).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème édition, Paris, 1383 p.
- 71) .Rossant, A. (2011).** Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes Thèse .de doctorat, Univ. Limoges, 132 p
- 72) Sak-Bosnar, M., & Sakac, N. (2012).** Direct potentiometric determination of diastase activity in honey. Food Chemistry, 135, 827–831.
- 73) Serge AUBERT et Michel GONNET (1983).**Mesure de la couleur des miels. Apidologie, 1983,14(2),105-118p.
- 74) ,Sghaier, M. B., Skandrani, I., Nasr, N., Franca, M. D., Chekir-Ghedira L,Ghedira K .(2011)** Flavonoids and sesquiterpenes from *Teucrium . ramosissimum* promote antiproliferation of human cancer cells and enhance antioxidant activity: A structure–activity relationship study. Environmental Toxicology andPharmacology , 336- 348p.
- 75) Silva, P.M., Gauche, C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C.O et Fett, R. (2015).** Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Concentrations and Temperatures. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology. Food Chemistry, 196: 309-323.
- 76) Soma Oubougoué Brama, 2002.** Activité antibactérienne d'extraits d'*Euphorbia hirta* (Linn), une plante utilisée traditionnellement dans le traitement des infections urinaires, thèse de doctorat, UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU, BURKINA – FASO.
- 77) Terrab A, Recamales A F, Hernanz D et Heredia F J. (2004).** Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. Food Chem. 88.537– 542.

- 78) Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker, O. S., Tastemur, B., Sagdic, O., et al. (2013).**Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products*, 46, 124–13
- 79) Trautvetter, S., Koelling-Speer, I., & Speer, K. (2009).** Confirmation of phenolic acids and flavonoids in honeys by UPLC–MS. *Apidologie*, 40, 140–150.
- 80) Truzzi, C., Annibaldi, A., Illuminati, S., Finale, C., & Scarponi, Giuseppe.(2014).** Determination of proline in honey: Comparison between official methods, optimization and validation of the analytical methodology. *Food Chemistry*, 150, 477–481.
- 81) Vorwohl G. (1964).** Die Beziehungen zwischen der elektrischen Leitfähigkeit der Honige und ihrer trachtmässigen Herkunft. *Ann. Abeille*, 7, (4), 301-309p
- 82) White J.W. (1992).**Quality evaluation of honey: Role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *American Bee Journal* 132 (11/12):737-742
- 83) Won, S. A., Li, C., Kim, J., & Rhee, H (2009).** Immunological characterization of honey major protein and its application. *Food Chemistry*, 113, 1334–1338
- 84) Xiao-Lian Zhang, Victor Tunje Jeza & Qin Pan(2008).** Salmonella Typhi: from a Human Pathogen to a Vaccine Vector. *Cell Mol Immunol* 5, 91–97p.
- Ying yang. 2014).** Qualification des miels de corse par une approche multifactorielle: diversité pollinique variabilité chimique. *Chimie organique*. Université de corse-pascal PAOLI, Français
- 85) Younes Chaouche, lydia et BOUNSIAR Nassima,(2018).** Contrôle qualité des miels locaux et importés. Thèse doctorat en pharmacie. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou. 25p.

- 86) Yücel, Y., & Sultanoglu, P. (2013).** Characterization of honeys from Hatay region by their physicochemical properties combined with chemometrics. *Food Bioscience*, 1,16- 25.
- 87) Zitouni, G. (2014).** La Pollinisation des plantes par les Abeilles Domestiques
Département Monogastriques, Service Apicole, INSTITUT TECHNIQUE DES.
. ELEVAGE

Annexe -1-

Préparation des dilutions pour la courbe d'étalonnage par dosage de protéine

| | Blanc | 0.001% | 0.002% | 0.005% | 0.008% | 0.01% |
|-------------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Eau distillée (ml) | 1 | 0.9 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 0 |
| BSA 0.01% (ml) | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1 |
| Concentration (mg /l) | 0 | 100 | 200 | 500 | 800 | 1000 |
| Réactif de Bradford (ml) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

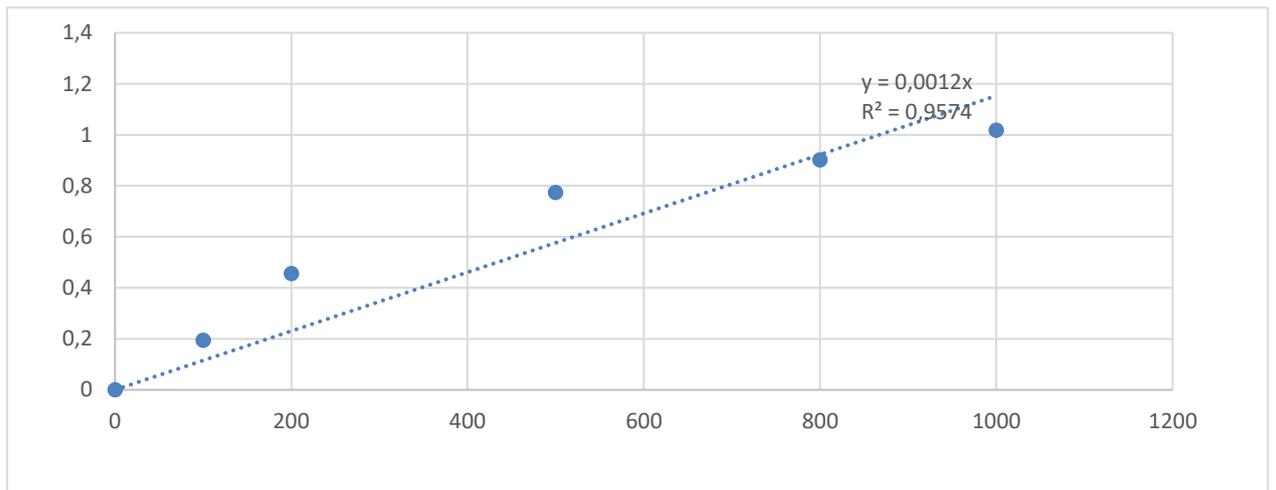
Annexe -2-

Préparation de courbe d'étalonnage par de dosage de sucre.

| | Blanc | 0.001% | 0.002% | 0.005% | 0.008% | 0.01% |
|---|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Eau distillée (ml) | 1 | 0.9 | 0.8 | 0.5 | 0.2 | 0 |
| Glu 0.01% (ml) | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 1 |
| Concentration (mg /l) | 0 | 10 | 20 | 50 | 80 | 100 |
| Phénol 5% (ml) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Acide sulfurique (pure) (ml) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

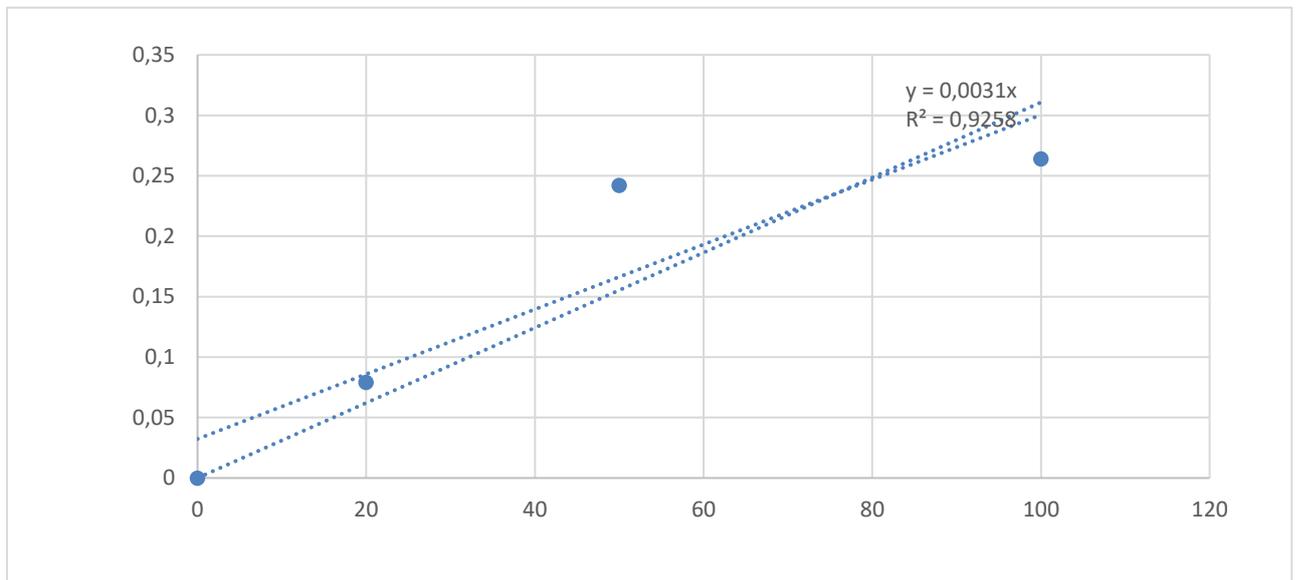
Annexe -3-

Courbe de d'étalonnage de dosage de protéine



Annexe -4 -

Courbe de d'étalonnage de dosage de sucre.



Annexe- 6 –

Les normes de miel selon codex Alimentation et l'Union Européenne (Bogdanov).

| Critères de qualité | | Codex | L'UE |
|---------------------------------|--|---|--------------|
| Teneur en eau | Général Miel | ≤ 21 g/100 g | ≤ 21 g/100 g |
| | bruyère, de trèfle Miel | ≤ 23 g/100 g | ≤ 23 g/100 g |
| | industriel ou miel de pâtisserie | ≤ 25 g/100 g | ≤ 25 g/100 g |
| Teneur en sucres Réducteurs | Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous | ≥ 65 g/100 g | ≥ 65 g/100 g |
| | Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar | ≥ 45 g/100 g | ≥ 60 g/100 g |
| | <i>Xanthorrhoea pr.</i> | ≥ 53 g/100 g | ≥ 53 g/100 g |
| Acidité | Général | ≤ 50 meq/kg | ≤ 40 meq/kg |
| Teneur en hydroxyméthylfurfural | Après traitement et mise en pot (Codex) | ≤ 60 mg/kg | ≤ 40 mg/kg |
| | Tous les miels du commerce (UE) | | |
| Conductivité électrique | Miels non mentionnés (b) ou (c), et mélanges de ces miels | maximum 0,8mS/cm | |
| | (b) Miels de miellat ou de châtaignier et mélanges de ces miels sauf ceux mentionnés (c) | moins de 0,8mS/cm | |
| Couleur | Général | Miel clair : 1.1 à 6.2 cm Miel foncé : 6.2 à 14 cm | |

Annexe -7 -

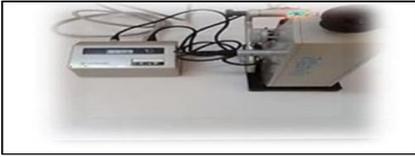
Table de CHATAWAY

| Indice de réfraction (20°C) | Teneur en eau (%) | Indice de réfraction (20°C) | Teneur en eau (%) | Indice de réfraction n (20°C) | Teneur en eau (%) |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1.5044 | 13.0 | 1.4935 | 17.2 | 1.4835 | 21.2 |
| 1.5038 | 13.2 | 1.4930 | 17.6 | 1.4830 | 21.4 |
| 1.5033 | 13.4 | 1.4925 | 17.6 | 1.4825 | 21.6 |
| 1.5028 | 13.6 | 1.4920 | 17.8 | 1.4820 | 21.8 |
| 1.5023 | 13.8 | 1.4915 | 18.0 | 1.4815 | 22.0 |
| 1.5018 | 14.0 | 1.4910 | 18.2 | 1.4810 | 22.2 |
| 1.5012 | 14.2 | 1.4905 | 18,4 | 1.4805 | 22.4 |
| 1.5007 | 14.4 | 1.4900 | 18.6 | 1.4800 | 22.6 |
| 1.5002 | 14.6 | 1.4895 | 18.8 | 1,4795 | 22.8 |
| 1.4997 | 14.8 | 1.4890 | 19.0 | 1.4790 | 23.0 |
| 1.4992 | 15.0 | 1.4885 | 19.2 | 1.4785 | 23.2 |
| 1.4987 | 15,2 | 1.4880 | 19.4 | 1.4780 | 23.4 |
| 1.4982 | 15.4 | 1.4875 | 19.6 | 1.4775 | 23.6 |
| 1.4976 | 15.6 | 1.4870 | 19.8 | 1.4770 | 23.8 |
| 1.4971 | 15.8 | 1.4865 | 20.0 | 1.4765 | 24.0 |
| 1.4966 | 16.0 | 1.4860 | 20.2 | 1.4760 | 24.2 |
| 1.4961 | 16.2 | 1.4855 | 20.4 | 1.4755 | 24.4 |
| 1.4956 | 16.4 | 1.4850 | 20.6 | 1.4750 | 24.6 |
| 1.4951 | 16.6 | 1.4845 | 20.8 | 1.4745 | 24.8 |
| 1.4946 | 16.8 | 1.4840 | 21.0 | 1.4740 | 25.0 |
| 1.4940 | 17.0 | | | | |

Annexe -8-

| Vérreries et petits matériels | Solution et Réactifs |
|--------------------------------------|--|
| Barreau d'agitation magnétique | Phénolphtaléine |
| Béchers | Hydroxyde de sodium NaOH (0.1N). |
| Burette gradué | Réactifs de Bradford (Annexe 5) |
| Entonnoir Eprouvette en verre | Sérum albumine bovin (BSA) |
| Fioles Jaugées | Glucose. |
| Micro Pipettes | Acide sulfurique |
| Verre de montre | Phénol 5%. |
| Boîte de pétri | Milieu de culture des bactéries (Mueller |
| Pipettes pasteurs et anse de platine | hinton). |
| Tubes à essais | |

Annexe -9-

| Matériels | Références | Lieu de réalisation des analyses | Photo originale (2023) |
|-----------------------------|--|----------------------------------|---|
| Réfractomètre | Atagoco ; NAR-2T numéro de série:135602 | Laboratoire de Biochimie |  |
| PH mètre | Adwa AD 130 numéro de série:0075249 | Laboratoire de Biochimie |  |
| Conductimètre | Adwa AD330 ; numéro de série: 3130032991 | Laboratoire de Biochimie |  |
| Balance de précision | OHAUS Item : PA214 numéro de série:249579865 | Laboratoire de Biochimie |  |
| Spectrophotomètre | SECOMAM Uviline 9400 numéro de série:3150558 | Laboratoire de Biochimie |  |
| Vortex | Staurt/SA8/ protected numéro de série:R8000114 53 | Laboratoire de Biochimie |  |

| | | | |
|--|---|-----------------------------|---|
| Plaque chauffante + agitateur | Staurt/SA8/ protected numéro de série:R6000084 84 | Laboratoire de Biochimie |  |
| Four à moufle | Protherm numéro de série:1301062 | Laboratoire de Biochimie |  |