

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



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 : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Par : - BOUAROUA Hanane
- DEB Meriama
- HARROUZI Ahlem

Thème



**Évaluation de quelques paramètres physico-chimiques et
biochimiques de certains miels de différentes origines
florales de la région de Ghardaïa**

Soutenu publiquement, le / / , devant le jury composé de :

Mme. BOUTARFAIA Amira	MAB	Univ. Ghardaïa	Président
Mr. DJELLID Youssef	MAA	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mme. HAMID OUDJANA Aicha	MCB	Univ. Ghardaïa	Encadrant

Année universitaire : 2021- 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالَ تَعَالَى: ﴿وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ
بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ
فَأَسْلِكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلَالًا يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ
أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾

النحل: ٦٨ - ٦٩

« O Prophète, ton Seigneur a inspiré aux abeilles leur mode de vie et leurs moyens de subsistance. Il leur a inspiré de prendre les cavernes des montagnes, les cavités des arbres et les treilles pour demeures (68). -Puis Allah - qu'Il soit exalté- leur a inspiré de se nourrir de tous les fruits des arbres et des plantes ; Il leur a rendu disponibles, à cette fin, des moyens que leur Seigneur leur avait préparés et rendus faciles. De leurs estomacs sort un liquide de différentes couleurs, qui apporte une guérison pour les hommes. Il y a dans cette chose merveilleuse des preuves évidentes de l'existence d'un Créateur Tout-Puissant et Sage, pour un peuple qui réfléchit pour en tirer profit et gagner ainsi un bonheur permanent (69) »

(Sourate El Nahl : verset 68 – 69).



Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous remercions avant tout **ALLAH** le tout puissant qui nous a donné la santé, le courage, la volonté et la patience de réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier notre promotrice Mme **HAMID OUDJANA Aicha** qui a proposé le sujet et accepté de le diriger avec beaucoup de rigueur et de patience, aussi pour le temps qu'il nous a consacré à la réalisation de ce mémoire.

Nous remercierons également les membres de jury, qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.

On remercie Mlle **BOUTARFAIA Amira**, nous lui exprimons notre profonde gratitude pour avoir accepté de présider ce jury, qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.

A Monsieur **DJELLID Youcef**, ayant accepté d'examiner et juger notre travail, nous lui exprimons nos sincères remerciements.

Nous tenons à remercier particulièrement :

Le responsable du laboratoire de biochimie de l'université de Ghardaïa Monsieur **BEN SALAH Bachir** pour avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation de la partie pratique et pour leur aide, leur conseil et leur respect.

Au responsable de l'institut Cherif messadia, Monsieur **HANSALI Salem**, pour avoir accepté que nous travaillions au sein de son laboratoire.

Les apiculteurs de différentes régions de récolte des échantillons de miel dans la wilaya de Ghardaïa **ABI' MHEMED Ahmed** et **GRINE Ammar** pour leurs aides, les informations et les conseils qui nous ont donnés ainsi que les échantillons.

Un grand merci à Melle **BICHI Keltoum**, pour sa simplicité, pour la confiance qu'elle nous a accordée, pour sa gentillesse et sa disponibilité, avec ses judicieux conseils.

Nous tenons à remercier également

Tout l'ensemble des enseignants ayant contribué à notre formation durant notre cycle d'étude.

Un merci particulier à Monsieur **MAHAMEDI Alla Eddine** enseignant à l'université de Ghardaïa pour la qualité de son enseignement, pour toutes les informations qui nous a donné sur la rédaction du mémoire et son aide.

« Un grand merci à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire, nous les remercions du fond du cœur ».

Merci





Dédicace



Avec l'aide de Dieu le tout puissant, nous avons pu achever ce travail que Je
Dédier ce modeste travail :

À

♥ **Ma chère mère** ♥

À ma chère mère, Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte. En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection que tu m'as toujours donné.

♥ **Mon cher père** ♥

L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. Aucune dédicace ne serait exprimer mes sentiments, toi qui m'as toujours encouragé à aller de l'avant et à croire à mes ambitions et ma réussite.

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

♥ **Mes chers frères** ♥

Ali et Mohammed, aucune dédicace ne pourrait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez, je vous souhaite un avenir plein de santé, de bonheur de réussite et de sérénité

♥ **Ma chère sœur** ♥

Samia, je vous aime fortement ma chère belle. Que le Bon dieu vous garde et vous procure santé, bonheur, prospérité et surtout ce que vous souhaitez

♥ **Mes chers oncles** ♥

Toufik, Idrisse, Farouk

♥ **Mes chères binômes** ♥

Ahlem, Meriama

♥ **Mon cher grand père et mes très chère grands-mères** ♥

Que le bon Dieu la protège pour nous

♥ **A tous les membres de ma promotion 2021/2022** ♥

A qui je souhaite bonheur et réussite ♥

♥ **Mes enseignants du primaire à l'université** ♥

♥ **A tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin** ♥



Hanane



Dédicace



*La première chose est de remercier **Allah** pour tout.*

★ ★ Mes parents ★ ★

Je dédie mon travail de mémoire du master en particulier à mes parents qui me sont les plus chères, ma mère bien-aimée (Biïa Neffouci), qui a été à mes côtés dans les moments les plus difficiles et qui s'est sacrifiée et a travaillé dur afin d'atteindre ce niveau d'étude, ainsi je dédie mon travail à mon défunt cher père (Mahammed Deb), qui nous a quitté l'année dernière correspondant au 05.09.2021 et nous a laissé un grand vide, il est un symbole d'encouragement pour moi. Je demande à Allah la miséricorde pour lui et les jardins d'éternité pour son âme.

★ ★ Oncle ★ ★

Et un merci spécial à mon grand oncle (Mohamed Neffouci) pour ses conseils et sa sollicitude pour moi.

★ ★ Mes frères ★ ★

Sans oublier mes chers frères (Ali) pour son sacrifice pour nous et à mon frère (Slimane), professeur de sciences naturelles et de la vie, un merci spécial pour ses initiatives morales et matérielles et ce que j'ai atteint maintenant à ce niveau et (Messoude) pour ses conseils et sa facilitation des tâches et (Omar) qui ma aider.

★ ★ Mes sœurs ★ ★

et je n'oublierai pas mes sœurs (Nasira et Zahira) qui m'ont élevée quand j'étais jeune et à (Saida), qui était une motivation morale pour moi et (Titi) avec son aide et remerciement spécial et (Saber, Z) pour son navir.

★ ★ Les femmes et les enfants de mes frères ★ ★

Et j'ajoute à la liste des dédicaces, les enfants de mes frères et sœurs, des plus grands aux plus jeunes, ils sont un symbole de joie. Je leur souhaite du succès et des bénédictions dans leur vie et leurs éducations et sans oublier les femmes de mes frères (Sheikh) et (la femme de mon frère Slimane) avec leurs encouragements et aux femmes de mes frères (Khadija et Sabrina) je les remercie pour leurs aides et assistances.

♡ ♡ Et à la fin, je conclus avec toute l'expression d'amour...♡ ♡



Del. Meriama



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A

*La mémoire de mon **grand-père** qui nous à quitter trop tôt, Que dieu vous accueille dans son vaste paradis, À ceux qui m'ont comblé d'affection et d'amour, À ceux qui n'ont jamais cessé de se sacrifier pour mon avenir, À ceux pour qui je dois mon bonheur et mes joies.*



*Mon chère **père** pour le soutien et les conseils qui ma encourager déterminer mon travail.*



*Ma chère **maman**. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, L'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Qui se sont sacrifiés pour ma réussite et m'ont soutenu dans toutes mes démarche.*



*Ma très chère **grand-mère**, que le bon Dieu la protège pour nous. A mon très cher mari pour sa patience et ces encouragement tous le temps.*



*Mon **grand frère** qui m'a toujours Soutenu, encouragé et poussé à donner le meilleur de moi-même. Ainsi son épouse*



♥ *Mes belles sœur **Leila, Farida, Aicha, Chikha et Chahra*** ♥

♥ *Chers nièces **Nardjes, widad, Chiraz et Nihel*** ♥

♥ *Mes chers binômes **Hanene et Meriama*** ♥

♥ *Tous mes enseignants, je leurs exprime ma profonde gratitude* ♥

♥ *Tous ceux qui m'ont soutenu de près ou de loin* ♥



Ahlem

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius

µl : Microlitre

µS : micro Siemens

AFN : Association Française de la Normalisation

pH : potentiel hydrogène

BSA : sérum albumine bovine

CA: Codex Alimentarius

cm : centimètre

Do : Absorbance

g : gramme

HMF : Hydroxy-méthyle-furfural

H₂ O : Eau

h : heure

Kg : Kilogramme

Km : Kilomètre

m : mètre

méq : milli-équivalents

mg : milli gramme

ml : millilitre

mm: millimètre

ms : milli Siemens

min : minute

N : Normalité

NaOH : Hydroxyde de Sodium

NH₃⁺ : Ammoniac

nm : nanomètre

S : Siemens

UE : Union Européenne

UV : Ultraviolet

V : volume

Résumé

Le miel est la denrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar ou du miellat, a une composition chimique variée et très complexe et donc une grande variété de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. Le but de ce travail était d'étudier la qualité de trois types de miel (miel de cidre, miel multiflorale, miel d'Eucalyptus) récoltés aléatoirement dans différentes régions de la wilaya de Ghardaïa. Ces miels ont été analysés en déterminant les paramètres physiques et chimiques, biochimiques et sensoriels, l'analyse de ces paramètres étudiés a montré un pH acide compris entre $3,73 \pm 0,09$ et $4,50 \pm 0,05$, une acidité de $14,7 \pm 2,5$ à $22 \pm 3,6$ méq/kg et une teneur en eau de $12,38 \pm 0,38$ à $16,74 \pm 0,07$ % avec un degré de Brix de $81,5 \pm 0$ à $85,7 \pm 0,36$ % et une conductivité électrique de $0,31 \pm 3,6$ à $0,48 \pm 8$ mS/cm, teneur en cendre $0,03 \pm 0,03$ à $0,25 \pm 0,02$ % et une densité de $1,39 \pm 0$ à $1,41 \pm 0$. Les valeurs de protéines varient de $0,04 \pm 0,12$ à $0,05 \pm 0,18$ % et les valeurs de glucose obtenus sont entre $19,28 \pm 0,31$ et $22,08 \pm 0,03$ g/100g cela signifie que notre échantillons provient du nectar. Nous avons également réalisé une analyse sensorielle qui a porté sur la détermination des paramètres organoleptiques, notamment : la couleur, la consistance, l'odeur, le goût. Les résultats obtenus révèlent que les miels étudiés répondent aux critères de la qualité dictés par le Codex Alimentaire et les normes Européennes.

Mots-clés : Miel, qualité, analyses physico-chimiques, analyses biochimique, analyses sensorielles, Ghardaïa.

الملخص

العسل هو الطعام الذي ينتجه النحل من الرحيق أو العسل، وله تركيب كيميائي متنوع ومعقد للغاية، وبالتالي مجموعة متنوعة من الخصائص، الغذائية والعلاجية. كان الغرض من هذا العمل هو دراسة جودة ثلاثة أنواع من العسل (عسل السدر، والعسل متعدد الأزهار، وعسل الكاليتوس) التي يتم حصادها بشكل عشوائي في مناطق مختلفة من ولاية غرداية. تم تحليل هذا العسل من خلال تحديد المعايير الفيزيائية والكيميائية الحيوية، أظهر تحليل هذه المعايير المدروسة وجود درجة حموضة حمضية بين $0,09 \pm 3,73$ و $0,05 \pm 4,5$ ، حموضة تتراوح من $2,5 \pm 14,7$ إلى $3,6 \pm 22$ ميكروغرام/كغ ومحتوى مائي من $0,38 \pm 12,38$ إلى $0,07 \pm 16,74$ % مع درجة بركس يتراوح من $81,5 \pm 0$ إلى $85,7 \pm 0,36$ % وموصلية كهربائية من $3,6 \pm 0,31$ إلى $8 \pm 0,48$ مللي سيمنس/سم، محتوى الرماد $0,03 \pm 0,03$ إلى $0,02 \pm 0,25$ % وكثافة $1,39 \pm 0$ إلى $1,41 \pm 0$. تختلف قيم البروتين من $0,12 \pm 0,04$ إلى $0,18 \pm 0,05$ % وقيم الجلوكوز التي تم الحصول عليها تتراوح بين $0,31 \pm 19,28$ و $0,03 \pm 22,0$ جرام/100 جرام مما يعني أن عيناتنا تأتي من الرحيق. أجرينا أيضًا تحليلًا حسيًا ركز على تحديد بعض العوامل، بما في ذلك: اللون والقوام والرائحة والذوق. تظهر النتائج أن العسل الذي تمت دراسته يستوفي معايير الجودة التي يملئها الدستور الغذائي والمواصفات الأوروبية.

الكلمات المفتاحية: العسل، الجودة، التحليل الفيزيائي الكيميائي، التحليل الكيميائي الحيوي، التحليل الحسي، غرداية.

Abstract

Honey is the food produced by bees from nectar or honeydew, has a varied and very complex chemical composition, and therefore a wide variety of properties, both nutritional and therapeutic. The purpose of this work was to study the quality of three types of honey (cider honey, multifloral honey, Eucalyptus honey) randomly harvested in different regions of the wilaya of Ghardaïa. These honeys were analysed by determining the physical – chemical and biochemical parameters, the analysis of these studied parameters showed an acid pH between $3,73\pm 0,09$ and $4,50\pm 0,05$, an acidity of $14,7\pm 2,5$ to $22\pm 3,6$ meq/kg and a water content of $12,38\pm 0,38$ to $16,74\pm 0,07$ % with a Brix of $81,5\pm 0$ to $85,7\pm 0,36$ % and an electrical conductivity of $0,31\pm 3,6$ to 48 ± 8 mS/cm, ash content of $0,03\pm 0,03$ to $0,25\pm 0,02$ % and a density of $1,39\pm 0$ to $1,41\pm 0$. The protein values vary from $0,04\pm 0,12$ to $0,05\pm 0,18$ % and the glucose values obtained are between $19,28\pm 0,31$ and $22,08\pm 0,03$ which means that our samples come from nectar. We also carried out a sensory analysis that focused on the determination of organoleptic parameters, including : color, consistency, smell, taste. The results show that the honeys studied meet the quality criteria dictated by the Codex Alimentarius and European standards.

Keywords : Honey, quality, physico-chemical analysis, biochemical analysis, sensory analysis, Ghardaïa.

Table des matières

Résumé.....	8
المخلص	9
Abstract.....	10
Introduction	18
Chapitre I : Synthèse bibliographique	3
I.1. Historique	3
I.2. Définition de miel.....	3
I.3. Origine de miel	4
I.3.1. Miel de nectar	5
I.3.1.1. Composition de nectar	6
I.3.1.2. Récolte de nectar par les abeilles	6
I.3.2. Le miel de miellat	7
I.3.2.1. Composition de miellat.....	8
I.3.2.2. Récolte de miellat par les abeilles.....	8
I.4. Types de miel.....	9
I.4.1. Origine florale.....	9
I.4.1.1. Miel monofloral	9
I.4.1.2. Miel multiflorale.....	9
I.4.1.2.1 Origine géographique.....	10
I.5. Formation de miel.....	10
I.5.1. Les abeilles mellifiques	10
I.5.2. Fabrication de miel	12
I.5.3. Buti- nage.....	12
I.5.3.1. Trophallaxie et enrichissement	13
I.5.3.2. Évaporation.....	14
I.5.4. Etapes de récupération de miel	16
I.5.4.1. Récolte de miel.....	16
I.5.4.2. Enlèvement des cadres.....	17
I.5.4.3. Extraction.....	18
I.5.4.4. Centrifugation et filtration	18
I.5.4.5. Maturation.....	19
I.5.4.6. Pasteurisation.....	20
I.5.4.7. Remplissage et conservation.....	20
I.5.4.7.1. Principales causes d'altération du miel au cours du stockage.....	21
I.5.4.8. Etiquetage	21
I.6. Compositions du miel	21
I.6.1. Composés majeures	22
I.6.1.1. Glucides.....	22
I.6.1.2. L'eau.....	23

I.6.2. Compositions mineures	23
I.6.2.1. Vitamines	23
I.6.2.2. Protéines et acides aminés	24
I.6.2.3. Enzymes	25
I.6.2.4. Sels minéraux	25
I.6.2.5. Lipides	25
I.6.2.6. Acides organiques	25
I.6.2.7. Composés phénoliques	26
I.6.2.8. Substances aromatiques	26
I.7. Propriétés du miel	27
I.7.1. Propriétés physico-chimiques	27
I.7.1.1. Indice de réfraction	28
I.7.1.2. Humidité	27
I.7.1.3. pH	28
I.7.1.4. Acidité	28
I.7.1.5. Conductivité électrique	28
I.7.1.6. Densité	28
I.7.1.7. Viscosité	29
I.7.1.8. Pouvoir rotatoire	29
I.7.1.9. Hydroxy-méthyle-furfural (HMF)	29
I.7.1.10. Indice de Diastase	30
I.7.1.11. Teneur en cendre	30
I.7.1.12. Teneur en matière sèche	30
I.7.1.13. Solubilité	30
I.7.1.14. Teneur en sucre	31
I.7.1.15. Chaleur spécifique	31
I.7.1.16. Cristallisation	31
I.7.2. Propriétés nutritionnelles et diététiques	32
I.7.3. Propriétés thérapeutiques	33
I.7.4. Propriétés organoleptiques	35
I.7.4.2. L'odeur	36
I.7.4.3. Goût	36
I.7.4.4. Texture	36
I.7.5. Fermentation	36
Chapitre II:Matériel et méthodes.....	38
II.1. Principe adopté	39
II.3. Matériel biologique	39
II.3.1. Choix des échantillons	39
II.3.2. Présentation géographique des régions de la récolte de miel	40
II.3.2.1. Région de Ghardaïa	40
II.3.2.2. Région de Hassi Bahbah	41
II.4. Matériels de laboratoire	41

II .4.1. Verreries et petits matériels	41
II .4.3. Appareillage.....	41
II.5. Méthodes d'analyse.....	43
II.5.1. Analyses physico-chimique.....	43
II.5.1.1.1. Principe.....	43
II.5.1.1.2. Mode opératoire.....	43
II.5.1.1.3. Expression des résultats.....	44
II.5.1.2. Acidité libre.....	44
II.5.1.2.1. Principe	44
II.5.1.2.2. Mode opératoire.....	44
II.5.1.2.3. Expression des résultats.....	45
II.5.1.3. Densité.....	45
II.5.1.3.1. Principe.....	45
II.5.1.3.2. Mode opératoire	45
II .5.1.3.3. Expression des résultats	46
II .5.1.4. Teneur en eau.....	46
II.5.1.4.1. Principe.....	46
II .5.1.4.2. Mode opératoire.....	46
II.5.1.4.3. Expression des résultats	47
II.5.1.5. Degré de Brix.....	47
II.5.1.5.1.Principe	47
II.5.1.5.2.Mode opératoire	47
II.5.1.6. Conductivité électrique.....	48
II.5.1.6.1. Principe	48
II.5.1.6.2. Mode opératoire.....	48
II.5.1.6.3. Expression des résultats.....	48
II.5.1.7. Teneur en cendre.....	49
II.5.1.7.1. Principe	49
II.5.1.7.2. Mode opératoire.....	49
II.5.1.7.3. Expression des résultats.....	49
II.5.2. Analyses biochimiques.....	50
II.5.2.1. Dosage de protéine.....	50
II.5.2.1.1. Principe.....	50
II.5.2.1.2. Mode opératoire	50
II.5.2.1.3. Expression des résultats.....	50
II.5.2.2. Dosage du glucose.....	51
II.5.2.2.1. Principe	51
II.5.2.2.2. Mode opératoire	51
II.5.2.2.3. Expression des résultats.....	52
II.5.3. Analyse sensorielle.....	53

Chapitre III Résultats et discussion :	54
III.1. Analyses physico-chimiques	54
III.1.1. Teneur en eau.....	54
III.1.2. Conductivité électrique	55
III.1.3. Teneur en cendre.....	56
III.1.4. pH	57
III.1.5. L'acidité libre.....	59
III.1.6. Degré de Brix.....	60
III.2. Analyses biocimiques	61
III.2.1. Dosage de protéine.....	62
III.2.2. Dosage du glucose	63
III.3. Analyse sensorielle.....	65
III.3.1. Couleur	64
III.3.2. L'odeur	65
III.3.3. Saveur	66
III.3.4. Texture.....	67
Conclusion et perspectives.....	69
Conclusion :	69

Liste des figures

N°	Titre	Page
Chapitre I : Partie bibliographique		
1	Le miel chez les anciens Égyptiens	3
2	Abeille domestique <i>Apis mellifera</i>	4
3	Schéma des organes reproducteurs d'une fleur	6
4	Récolte de nectar par les abeilles	7
5	Puceron avec la goutte de miellat	7
6	Récolte de miellat par l'abeille <i>Apis mellifera</i>	8
7	Anatomie de l'abeille (ouvrière)	11
8	Morphologie de trois types d'habitants de la ruche	12
9	Butinage de la fleur dans la région d'Oued Nessa "Ghardaïa"	13
10	Deux abeilles pratiquant la trophallaxie	13
11	Diagramme qui résume les différentes étapes de la formation du miel	15
12	Les ruches dans la région d'Oued-Ntissa "Ghardaïa"	16
13	Récolte de miel par l'apiculteur	17
14	Un apiculteur est au cours de retirer les abeilles par l'enfumoir	17
15	L'enlèvement d'un cadre operculé de la ruche	17
16	Désoperculassions de cadre à l'aide d'une herse désoperculé	18
17	Extraction de miel par l'extracteur	19
18	Maturateur en inox	20
19	Compositions chimiques de miel	22
20	Cristallisation de miel	33
21	Miel fermenté	38
Chapitre II : Matériel et méthodes		
22	Régions d'échantillons d'études	39
23	Echantillons de miel	40
24	Carte de la région d'étude des échantillons de miels	41
25	Mesure de pH	44
26	Mesure de l'acidité	45
27	Mesure de la densité	46
28	Réfractomètre	47
29	Mesure de conductivité électrique	48
30	Incinération de miel	49

31	Dosage de protéine	50
32	Dosage du glucose	51
Chapitre II : Résultat et Discussion		
33	Teneur en eau ou l'humidité de différents miels	55
34	Valeurs de conductivité électrique des trois échantillons du miel	56
35	Teneur en cendre des trois échantillons du miel	57
36	Variation du pH de l'ensemble des miels analysés	58
37	Acidité de différents miels étudiés	60
38	Degré Brix des trois types du miel	61
39	Taux des protéines de différents types de miels	62
40	Les valeurs de teneur en glucose pour différents miels étudiés	64
41	Evaluation de couleur de différents miels analysés	66
42	Evaluation de l'odeur de différents miels analysés	67
43	Evaluation de saveur de différents miels analysés	68
44	Evaluation de texture de différents miels analysés	69

Liste des tableaux

N °	Titre	Page
Chapitre I : Partie bibliographique		
I	Principales différences entre miels de nectar et de miellat.....	03
II	Les vitamines dans le miel en mg/100 g.....	25
III	Protéines et acides aminés présents dans le miel.....	25
IV	Substances qui causent l'arôme du miel.....	28
V	Propriétés et indications thérapeutiques plus spécifiques attribuées aux principaux miels uni-floraux.....	35
Chapitre II : Matériel et méthodes		
VI	Présentation des échantillons de miels analysés.....	39
VII	Matériels utilisés pour l'analyse.....	42
VIII	Préparation des tubes pour la détermination du taux de glucose.....	52

Introduction





Introduction

Le miel, produit précieux fourni par la nature, est connu et utilisé par l'homme depuis l'Antiquité, à la fois comme édulcorant naturel et comme agent de guérison (Adebisi *et al.*, 2004). Il est produit par les abeilles à partir du nectar et du miellat (Abersi *et al.*, 2016). L'abeille domestique "*Apis mellifera*" est un organisme essentiel à l'équilibre environnemental mondial et pollinisatrice de nombreuses espèces végétales (Boucif, 2017).

Depuis des milliers d'années, de nombreuses civilisations se sont consacrées à la connaissance et à l'utilisation du miel pour élucider ses propriétés nourrissantes, cicatrisantes, désinfectantes et/ou antibactériennes (Lequet, 2010). C'est un aliment naturel, visqueux et aromatique qui est apprécié par de nombreuses personnes dans le monde pour son goût, sa saveur et sa valeur nutritionnelle, il nécessite donc certaines normes pour garantir sa qualité et son identité (Da Silva, 2016). Cet aliment noble est également précieux en tant que marchandise sur les marchés nationaux et internationaux et joue un rôle important dans certaines traditions culturelles (Canini *et al.*, 2005).

Le miel est un produit très complexe et sa production nécessite plusieurs étapes qui affectent toutes sa composition chimique finale (Benkhaddra et Ghadbane, 2014).

En effet, la composition qualitative de ce produit dépend d'une part des espèces de plantes butinées par les abeilles, d'autre part des conditions environnementales et climatiques ainsi que de la diversité des sources végétales, du mode d'extraction du miel par l'apiculteur et enfin les conditions de stockage (Bertoncelj *et al.*, 2007).

Le marché de l'apiculture n'est pas non plus à l'abri de la fraude, les régulateurs étant confrontés à un nombre croissant de cas de non-conformité (Tahar et Talaout, 2017). Afin d'éviter la falsification et de maintenir la qualité du miel, le conseil international du miel a établi en 1990 la normalisation de certaines méthodes d'analyse du miel, telles que l'analyse physico-chimique et biochimique. Ces paramètres sont utilisés comme critères de qualité du miel (Bogdanov, 2002).

Le vaste territoire algérien et la diversité des espèces végétales permettent une production qualitative et quantitative (Bouknani et Langueure, 2020). L'apiculture est largement pratiquée dans les plaines côtières, les plaines intérieures, les vallées des grandes vallées fluviales et les montagnes peuplées du désert du Sahara (Mahammed, 2017 ; Chataway, 1932, 2017). Actuellement, en Algérie, l'origine et les propriétés physico-chimiques du



Introduction

miel font l'objet de nombreuses spéculations. De plus, les consommateurs algériens sont confrontés au coût élevé de ce produit noble et ne peuvent faire la différence entre les produits authentiques et contrefaits, cela à cause de l'absence d'organisme officiel de contrôle de la qualité des produits locaux (Bakchiche *et al.*, 2018).

La situation géographique de Ghardaïa offre à son apiculture un atout majeur du fait de conditions climatiques favorables et de la présence d'une flore apicole riche et diversifiée. Parmi les plantes annuelles de Wilaya figurent des orangers, des citronniers, des palmeraies, diverses plantes sauvages ainsi que des roseraies et différentes cultures annuelles de la région, qui offrent une variété d'arômes et de saveurs de miel. De 2003 à 2012, le nombre de ruches est passé de 34 à 2315, détenues par 165 apiculteurs répartis dans toute la province, il a nommé un ingénieur agronome du service provincial de l'agriculture, ajoutant qu'en 2012 la production de miel atteint 90 quintaux. Pour optimiser le processus de production de miel, les apicultures organisent des transhumances de ruches vers des ruchers existants dans les wilayas du nord (Djelfa, Médéa, Blida, et autres) (Khène, 2012).

C'est dans ce contexte que notre projet de mémoire s'inscrit, l'idée est de déterminer et de contrôler certaines propriétés physico-chimiques ainsi que certaines analyses biochimiques et sensorielles sur trois échantillons de miel commercialisés dans la région de Ghardaïa.

Ce travail est divisé en trois chapitres. Le premier chapitre est une partie théorique, qui vise à donner un aperçu sur le miel (définition, origine, variété, récolte, composition chimique) et de ses propriétés biologiques et physico-chimiques. Le deuxième chapitre est réservé à la méthodologie de travail, comprenant la détermination de certaines propriétés physico-chimiques (pH, acidité, humidité, Brix, densité, conductivité, cendres), l'analyse biochimique et la teneur en protéines et glucose et l'analyse sensorielle (couleur, saveur, texture). Le troisième chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus et leurs discussions. A la fin une conclusion et des perspectives achèveront la présente étude.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique





I.1. Historique

L'abeille mellifère, a vécu à l'état sauvage 10 à 20 millions d'années avant l'apparition de l'homme (Philippe, 2007). Ce dernier commence à la domestiquer en lui confectionnant divers abris (paniers, troncs d'arbres creux et poteries). Les premières traces de récolte de miel par l'homme remontent à 12 mille ans (Abersi *et al.*, 2016). Les Égyptiens (**Figure1**) utilisaient le miel comme offrande aux dieux, pour la production des médicaments, pour des soins de beauté, et comme agent sucrant dans la préparation de pains et gâteaux. Des textes égyptiens datant de plus de 2000 ans indiquent ses propriétés médicinales (cicatrisation des plaies, maladies gastro-intestinales et rénales) (Rossant, 2011). Ils employaient ainsi le miel, la cire et la propolis, pour embaumer leurs morts. Les Grecs et les Romains appliquaient le miel sur la peau pour ses propriétés adoucissantes, régénératrices, nourrissantes et hydratantes. Elle était recommandée par Hippocrate et d'autres médecins de l'époque pour certaines pathologies, comme fortifiant de la vision et des organes sexuels, pour la toux, les plaies, les angines de poitrine, avec la traversée de différentes périodes, que ce soit au moyen âge, au renouveau... (Domerego, 2002). Enfin, dans la religion musulmane aussi, des fleuves de miel coulent au paradis (Laudine, 2010 ; Hoyet, 2005). Actuellement, le miel entre dans la composition de nombreuses préparations pharmaceutiques, joue essentiellement un rôle d'excipient (Rossant, 2011).

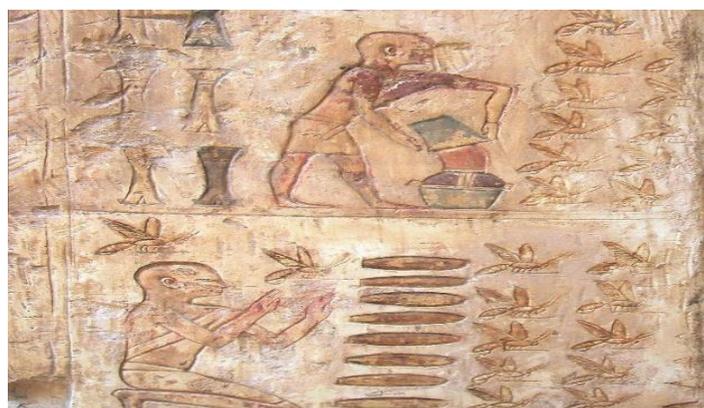


Figure 1: Le miel chez les anciens Égyptiens (Rossant, 2011).

I.2. Définition de miel



Chapitre I

Synthèse bibliographique

Le Codex Alimentaires (2001), donne la définition suivante : Le miel est une substance naturellement sucrée produite par les abeilles *Apis mellifera* (**Figure 2**) à partir du nectar des plantes ou des sécrétions des parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur les parties vivantes des plantes par les insectes butineurs, que les abeilles transforment en les combinant avec les substances spécifiques qu'elles ont récoltées. Elles sécrètent, déposent, déshydratent, stockent et repartent d'elles-mêmes, s'affinant et mûrissant dans les rayons de laruche. D'un point de vue législatif, le miel est défini comme la nourriture produite par les abeilles à partir du nectar des fleurs ou des parties vivantes des plantes ou de certaines sécrétions des plantes. Cette denrée peut être coulante, épaisse ou cristalline. (Blanc, 2010). Par conséquent, le miel est un produit 100% naturel sans aucune intervention humaine de sa fabrication. Le travail de l'apiculteur est de fournir les bonnes conditions pour les abeilles des conditions favorables avant la récolte du miel pour assurer sa qualité et sa conservation de manière appropriée (Lequet, 2010).



Figure 2: Abeille domestique *Apis mellifera* (Lemoine, 2012).

I.3.Origine de miel

L'appétence naturelle des abeilles pour tout ce qui est sucré, les conduisent à butiner différentes sources (Schweitzer, 2004). Il existe deux types de miel selon la provenance sécrétoire (Chouai, 2014) :

- Le miel de nectar qui résulte des nectars de plantes.
- Le miel de miellat qui résulte essentiellement d'excrétions d'insectes butineuses
- (Hemiptera) laissées sur les parties vivantes de plantes (**Tableau I**).



Tableau I : Principales différences entre miels de nectar et de miellat (Rossant, 2011).

Paramètres		Miel de miellat	Miel de nectar
pH		4,50	3,90
Minéraux (cendres)		0,58	0,26
Fructose + Glucose		61,60%	74%
Autres sucres exprimés en % des sucres totaux	Mélezitose	86%	0,2%
	Raffinose	0,84%	0,03%
	Maltose + Isomaltose	9,60%	7,80%

I.3.1. Miel de nectar

Le nectar est la source sucrée la plus répandue. Il est produit par des organes propres aux plantes à fleurs appelés nectaires ou glandes nectarifères. Il en existe deux types : Le premier, généralement situé à la base des pétales du centre de la fleur, s'appelle nectaire floral. Quant aux autres, on les trouve dans d'autres parties de la plante : les bractées, les pétioles ou encore à la base de certaines feuilles comme celles du laurier cerise : on parle alors de nectaires extra-floraux (Clément, 2015). Le nectar se forme à partir de la sève des plantes au niveau des cellules des glandes nectarifères, où s'opèrent des transformations biochimiques complexes, conférant au précieux fluide une composition très diversifiée (Darrigol, 2007). Le nectar est une sécrétion sucrée plus ou moins collante destinée à attirer les insectes pollinisateurs comme les abeilles (Bonté et Desmoulière, 2013). Constitué principalement d'eau (80%) et de sucre (20%) à des concentrations variables, donc plus ou moins visqueux (Darrigol, 2007).



En cas de nectar et pour une isolation climatique insuffisante, le miel peut servir de réserve alimentaire pour la ruche, notamment en hiver, notamment pour protéger la ruche centrale (Blanc, 2010).

I.3.1.1. Composition de nectar

Le nectar végétal est une source d'énergie pour les abeilles, car il contient principalement des monosaccharides tels que le saccharose, le glucose et le fructose, mais aussi des vitamines, des sels minéraux, des enzymes, des acides aminés, des acides organiques et des substances aromatiques (Blanc, 2010).

I.3.1.2. Récolte de nectar par les abeilles

Les nectaires sont généralement situés à la base de la corolle (**Figure 3**). Y arriver, les butineuses doivent pénétrer les fleurs et tirer la langue. Elle suce le nectar, à travers pompage et action capillaire. Lorsque son jabot est plein, elle retournera dans la ruche qu'elle a transféré nectar "prédigéré" aux ouvrières ; cet échange alimentaire s'appelle trophallaxie. Chaque fleur butineuse laisse sa carte identité dans le miel, à travers son nectar, mais surtout par ses oligo-éléments (pigment, arôme, grains de pollen, etc.) (**Figure 4**) (Hoyet, 2005).

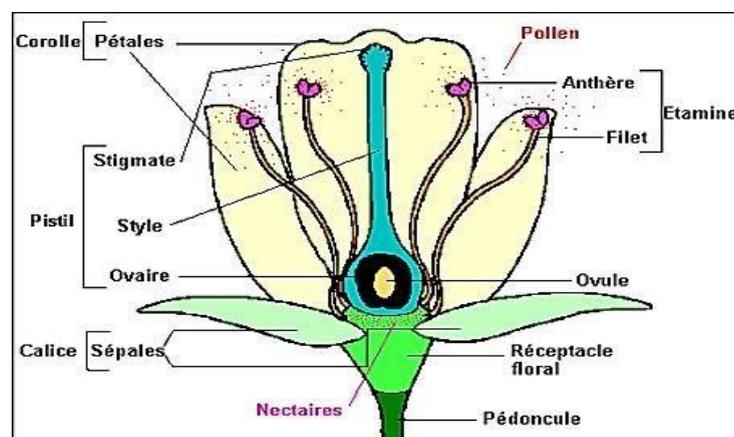


Figure 3: Schéma des organes reproducteurs d'une fleur (Cavelier, 2013).



Figure 4: Récolte de nectar par les abeilles (Lemoine, 2012).

I.3.2. Le miel de miellat

Le miellat est un excrément sucré repoussé par certains parasites végétaux que les abeilles collectent et transforment comme du nectar (Catays, 2016 ; Ravazzi, 2007).

C'est une substance excrétée par les pucerons (Aphidoidea) (**Figure 5**) et les cochenilles (Coccoidea) qui vivent sur les plantes. Ils sucent la sève de divers arbres ou arbustes, les abeilles récoltent ensuite ce miellat des plantes et le transforment en miel. Sa production est aléatoire d'une année sur l'autre, car elle dépend de la présence de parasites et donc de conditions climatiques qui leur sont favorables ou défavorables. Le miel de miellat est généralement de couleur foncée, cristallise plus lentement et contient moins de glucose et de lévulose, mais une teneur en sucre plus élevée que le miel de nectar (Cavelier, 2013).

Par temps sec ou dans des zones où les fleurs sont rares voire inexistantes, comme les forêts de conifères, les abeilles pourront se rabattre par défaut sur une alternative au nectar issu de la source habituelle d'hydrocarbures : le miellat (Schweitzer, 2004).



Figure 5: Puceron avec la goutte de miellat (Nicolay, 2014).



I.3.2.1. Composition de miellat

Le miellat est un liquide épais, sombre et visqueux composé de sucres plus complexes que le nectar, comme le mélézitose ou l'erlose, qui se forment directement dans le tube digestif des insectes. Cependant, si le mélézitose est présent en grande quantité dans la ruche, il représente un réel danger, car il durcira comme un roc. Il y a aussi plus d'acides organiques, de minéraux et d'azote : sa composition est donc plus proche de la sève des plantes que du nectar (Koechler, 2015). Les rendements en miellat peuvent varier considérablement : cela dépend notamment des conditions rencontrées par les pucerons (Aphidoidea) très sensibles, mais aussi de nombreux prédateurs. Contrairement au nectar, le miellat n'est pas bénéfique pour les abeilles butineuses. En effet, cette substance n'a pas bonne réputation pour l'hivernage de la ruche car sa composition est particulièrement riche en éléments non digestibles (Schweitzer, 2004).

I.3.2.2. Récolte de miellat par les abeilles

La récolte du miellat a lieu entre la fin du printemps et l'été (Adam, 2011). La quantité récoltée varie considérablement d'une année à l'autre. En effet, les pucerons (Aphidoidea) sont très sensibles aux conditions climatiques difficiles et sont exposés à de multiples prédateurs (coccinelles (Cucujoidea), punaises (Hémiptères), guêpes (Hyménoptères)). Il convient de noter qu'en présence de grandes quantités de nectar, cette source est rejetée par les abeilles. Les butineuses récoltent le miellat en léchant, remplissant progressivement le jabot (Prost et le Conte, 2005).



Figure 6: Récolte de miellat par l'abeille *Apis mellifera* (Homrani, 2020).



I.4.Types de miel

Le miel est classé selon plusieurs critères ; Le miel varie selon la source florale. La détermination de l'origine géographique du miel repose sur l'analyse pollinique (Fethallah et Saadi, 2018). Il existe deux principaux types de miel : le miel monofloral et le miel multifloral (Cavelier, 2013).

I.4.1. Origine florale

La plupart du miel provient d'une flore diversifiée. Il est courant que les abeilles visitent une douzaine ou vingt espèces de plantes à fleurs en même temps dans leurs zones de butinage. Emmanuel *et al.*, (1996), ont montré que chaque abeille s'intéresse à une seule espèce végétale, mais considère l'ensemble de la population de la ruche, qui comprend des milliers de butineuses. Le miel peut être floral ou animal. Par exemple, la présence de mélézitose est caractéristique du miellat, néanmoins du nectar (Blanc, 2010).

I.4.1.1. Miel monofloral

Le miel monofloral est fabriqué à partir du nectar et/ou du miellat d'une seule espèce végétale, ce qui nécessite bien entendu l'implantation d'une ruche à proximité de la plante désirée (Clément, 2015). Par exemple ; le miel d'acacia, d'oranger et de lavande (Rossant, 2011).

Si de nombreuses plantes ont des propriétés mellifères, un nombre limité d'entre elles permettent une production monoflorale caractéristique (Clément, 2015). Le miel de fleur unique a des propriétés organoleptiques (aspect, couleur, goût), physiques et chimiques spécifiques (Bogdanov *et al.*, 2004). En identifiant les grains de pollen dominants, leur origine peut être déterminée (Altman, 2010).

I.4.1.2. Miel multiflorale

Le miel multifloral est fabriqué à partir du nectar dérivant de plusieurs espèces végétales (Bonté et Desmouliere, 2013) et du miellat de plusieurs plantes. Pour valoriser leur spécificité et permettre aux consommateurs d'identifier leurs principales caractéristiques, les apiculteurs



indiquent leur origine géographique (Clément, 2015). Cela représente des zones de production telles que des régions, des secteurs, des parcelles, etc. (Rossant, 2011).

Les propriétés de ces miels sont beaucoup plus variables, par rapport aux espèces d'abeille, la fleuraison respective et les facteurs climatiques (Altman, 2010).

I.4.1.2.1. Origine géographique

Certains miels multif floraux ont acquis des réputations particulières liées à leur origine géographique, qu'il s'agisse de petites régions, de provinces ou de continents. Cette notoriété ne repose pas forcément sur des critères analysables, elle est souvent subjective. En revanche, il n'est pas impossible que les origines florales soient régionalement liées (Huchet *et al.*, 1996). Les types de miel varient selon les zones géographiques et sont liés à une flore commune dans des régions définies (miels des Alpes, d'Anjou, de Corse, de Gatinay, de Provence, des Vosges, etc.) (Abersi *et al.*, 2016).

I.5. Formation de miel

I.5.1. Les abeilles mellifiques

Les abeilles sont des insectes sociaux de l'espèce *Apis mellifera* appartenant à l'ordre des hyménoptères. Elles vivent en colonies d'environ 20000 à 50000 individus, dont une reine, des milliers de faux-bourçons (au printemps) et des ouvrières (Tahar et Talaout, 2017).

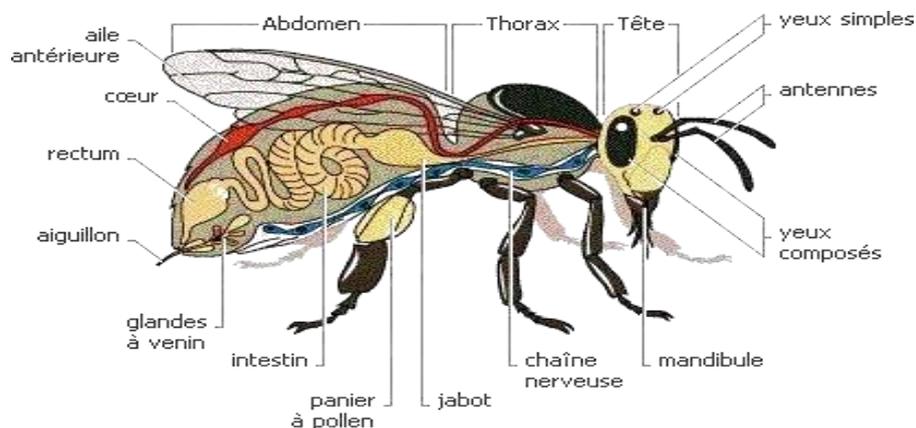


Figure 7: Anatomie de l'abeille (ouvrière) (Djoubar et Zatout, 2019).

- **Reine :** Est la mère de l'entité coloniale. C'est aussi la seule femelle spécialisée dans la ponte, et c'est une véritable machine à pondre. Elle est reconnaissable à sa taille plus grande que celle des ouvrières (Tahar et Talaout, 2017 ; Etienne, 2014).
- **Ouvrière :** Femelle incomplète qui effectue toutes les tâches ménagères (nettoyage, alimentation des larves, gardiennage, stockage, fabrique de cire, évaporation, etc.). Les personnages les plus fascinants par leurs répartitions des tâches au sein de la colonie (Tahar et Talaout, 2017 ; Etienne, 2014).
- **Faux-bourdon :** C'est l'individu mâle du groupe, facilement identifiable par sa taille, né au printemps et mort avant l'hiver. Le faux bourdon ne cherchera pas de nourriture ou ne piquera pas, car il n'a pas de dard. Leur rôle principal est d'assurer la fécondation de la reine des abeilles (Tahar et Talaout, 2017 ; Etienne, 2014).
« Reines, ouvrières et mâles ne peuvent être séparés longtemps. Leur interdépendance est une notion clé en apiculture » (Tahar et Talaout, 2017 ; Prost et le Conte, 2005).

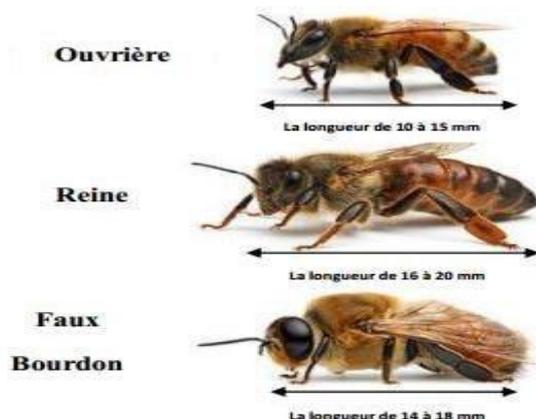


Figure 8: Morphologie de trois types d'habitants de la ruche (Boucif, 2017).

I.5.2. Fabrication de miel

I.5.3. Butinage

Une butineuse réalise entre 20 et 50 voyages par chacun demandant environ 15 minutes.

Le rayon d'action moyen se situe entre 500 mètres et 2 km, d'où l'importance, en plus des conditions climatiques de la nature du sol, de la végétation des alentours du rucher. Ils recueillent tous les deux le nectar et le pollen, s'en nourrissent et travaillent sans relâche pour polliniser les plantes et maintenir l'équilibre naturel. De nombreux rôles sont définis au sein de la ruche, tels que gardienne, ouvrière, butineuse... Chaque abeille remplit toutes ces fonctions au cours de sa vie. Les abeilles butineuses (**Figure 9**) ajoutent de la salive au nectar ou au miellat qu'elles récoltent, le rendant fluide et plus important encore, riche en enzymes, les catalyseurs biochimiques responsables de la conversion des sucres en miel. Elles remplissent leurs récoltes puis apportent du miellat ou du nectar dans leurs ruches (Alvarez, 2011).

Le miellat et le nectar sont transmis plusieurs fois d'une abeille à l'autre, en ajoutant à chaque fois de la salive pour convertir le sucre (Alvarez, 2011).

Les principales enzymes sont :

- La diastase, qui permet la modification de l'amidon.
- Les invertases, qui décomposent le saccharose en glucose et fructose.
- Le glucose oxydase, qui produit de l'acide gluconique et du peroxyde d'hydrogène à partir du glucose (Hoyet, 2005).



Selon l'équation simplifiée représentée ci-dessous (Ouchemoukh, 2012 ; Marchenay, 1988) :

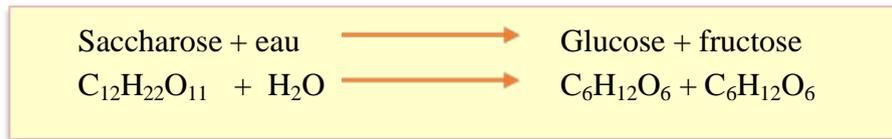


Figure 9: Butinage de la fleur dans la région d'Oued Nessa "Ghardaïa" (photo originale, 2022).

I.5.3.1. Trophallaxie et enrichissement

Une fois à la ruche, les abeilles butineuses régurgitent le nectar à l'abeille réceptrice. Ces abeilles, à leur tour, mélangent ce nectar avec de la salive et des sucs digestifs, complétant le processus de digestion des sucres " trophallaxie " (**Figure 10**) (Evans et Butler, 2010). D'individu en individu, la teneur en eau diminue et le liquide s'enrichit de sécrétions salivaires riches en enzymes (Bredaer, 2010).



Figure 10: Deux abeilles pratiquant la trophallaxie (Cavelier, 2013).



I.5.3.2. Évaporation

Le miel est ensuite stocké dans des alvéoles, déshumidifié par mélange avec des pièces buccales et ventilé à travers les ailes des travailleurs de la ventilation (Balas, 2015).

L'évaporation est améliorée en dispersant le liquide en couche mince dans les pores formés par la cire. Cela se fait sous la double influence de la chaleur et de la ventilation prévalant dans la ruche (Balas, 2015). Lorsque la teneur en eau atteint un seuil inférieur à 18 %, le miel est stocké dans d'autres alvéoles et une fois plein, il se colmate (Bonté et Desmoulière, 2013).

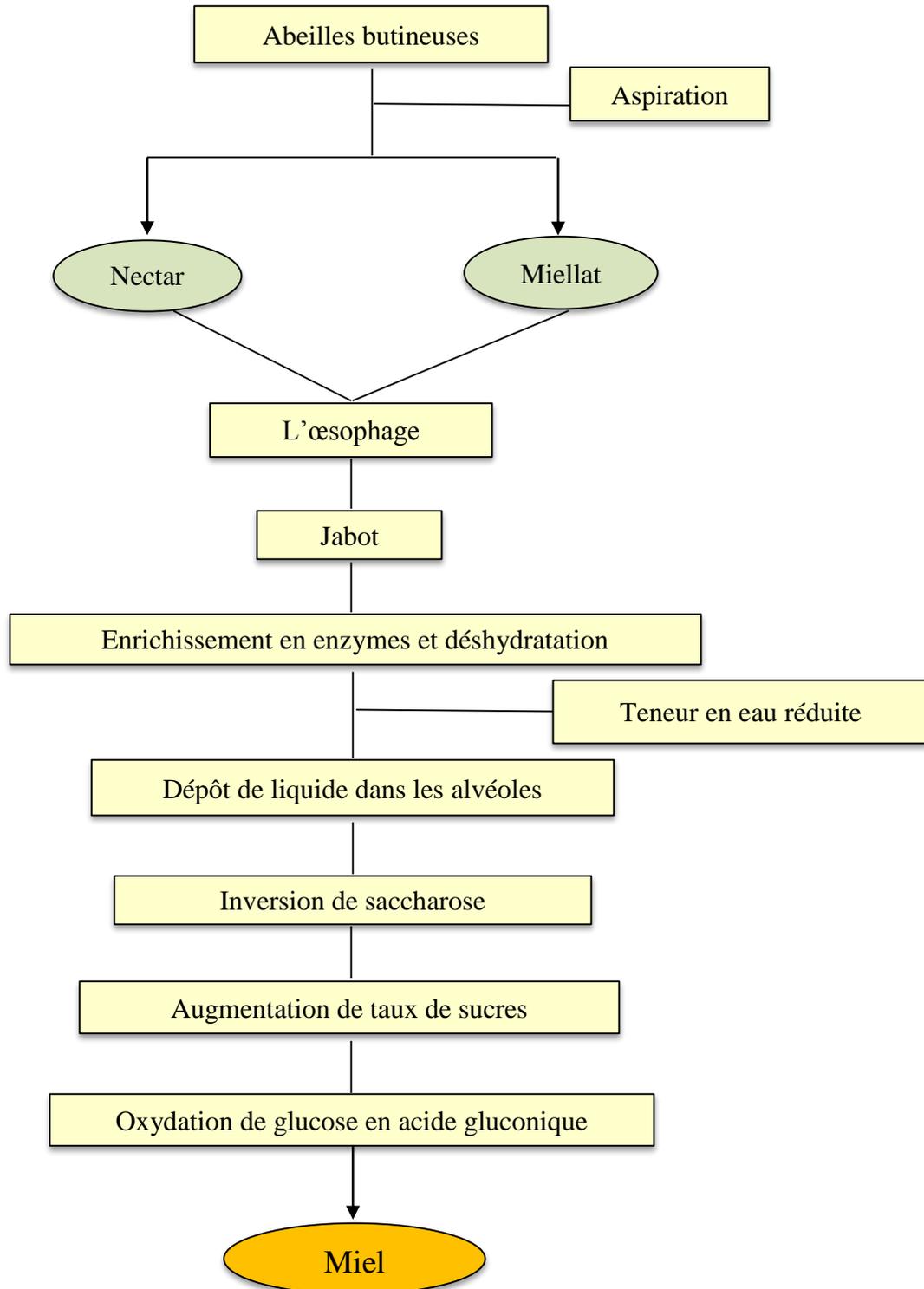


Figure 11: Diagramme qui résume les différentes étapes de la formation du miel (Hamitouche et Landri, 2020).



I.5.4. Etapes de récupération de miel

I.5.4.1. Récolte de miel

Généralement, lorsque le miel est mûr et que l'humidité est inférieure à 20 %, les abeilles recouvrent la ruche pour empêcher le miel d'absorber l'humidité. La teneur en humidité est essentielle à la qualité et à la capacité de stockage du miel. Cela dépend de nombreux facteurs tels que : l'humidité, la température, la force de la ruche, le type de ruche et la force de la miellée. Les apiculteurs peuvent estimer la maturité du miel avec un test simple : piquez une ruche ouverte avec un poing si le miel n'éclabousse pas, le miel est prêt à être récolté (Bogdaov, 2011). Lorsque la ruche devient très lourde (mi-avril, mi-mai), il est possible de récolter le miel en fin de miellée (Anchling, 2005).



Figure 12: Les ruches dans la région d'Oued-Ntissa "Ghardaïa" (Photo originale, 2022).

Après avoir chassé les abeilles en fumant, les super abeilles sont transportées à la miellerie et les bouchons sont enlevés à l'aide d'un couteau ouvre-bouchon (Emmanuelle *et al.*, 1996). Il est préférable de choisir une journée calme et ensoleillée. On peut intervenir le matin, quand la ruche est encore abondante, mais sereinement gouvernée par les butineuses, ou en fin d'après-midi (Anchling, 2005).



Figure 13: Récolte de miel par l'apiculteur (Roy, 2011).



I.5.4.1. Enlèvement des cadres

Pour extraire le miel de la cire d'abeille, l'apiculteur doit d'abord retirer les abeilles du cadre pour cela il doit appliquer une substance aromatique sur le plateau de fumée (**Figure 14**).

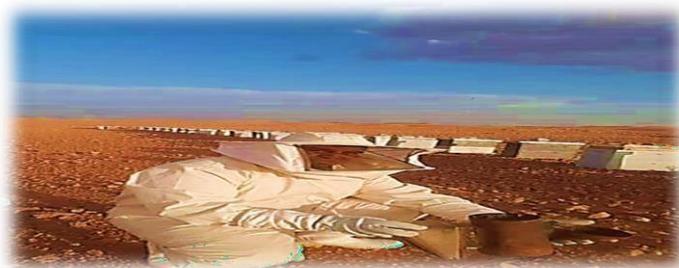


Figure 14: Un apiculteur est au cours de retirer les abeilles par l'enfumoir (Photo originale, 2022).

Une fois les abeilles sont éloignées du miel, l'apiculteur peut retirer les hausses et les amener à la miellerie, où commence l'extraction du miel (Marchese et Flottum, 2013).



Figure 15: L'enlèvement d'un cadre operculé de la ruche (Photo originale, 2022).



I.5.4.2. Extraction

La première étape de l'extraction consiste à amener le super miel et son contenu à température ambiante afin que la cire ramollisse et que le miel coule facilement. Une fois chauffé, chaque cadre est retiré de la boîte et l'apiculteur utilise un grand couteau (**Figure 15**) bien aiguisé pour retirer soigneusement le revêtement de cire d'abeille des cellules remplies de miel (Marchese et Flottum, 2013).



Figure 16: Désoperculassions de cadre à l'aide d'une herse désoperculé (Photo originale, 2022).

I.5.4.3. Centrifugation et filtration

La ruche est insérée dans l'extracteur (**Figure 17**), un gros tambour qui utilise la force centrifuge pour extraire le miel, et comme la ruche complète pèse 2,27 kg, l'extracteur est activé à basse vitesse pour éviter que la ruche ne se casse. Il s'égoutte dans un cône et s'écoule de l'extracteur par un robinet. Sous la tige se trouve un seau à miel avec deux tamis, un épais et un fin, pour recueillir les particules de cire et autres débris. Le miel est versé dans des seaux (Marchese et Flottum, 2013).



Figure 17: Extraction de miel par l'extracteur (Photo originale, 2022).

La clarification du miel est réalisée en le faisant passer à travers un filtre, la taille des mailles du filtre ne dépasse généralement pas 0,2 mm, de sorte que le pollen ne soit pas filtré. Dans certains pays, des filtres à petites mailles sont utilisés pour filtrer le miel, qui ne contient plus de pollen.

Selon le Codex Alimentarius (2001) et l'Union Européenne sur le miel, ce miel doit être étiqueté "filtré" et ne peut pas être étiqueté pour des origines géographiques et botaniques spécifiques (Bogdanov, 2011).

I.5.4.4. Maturation

Le miel est ensuite transféré dans un maturateur (**Figure 18**), un grand récipient cylindrique maintenu à au moins 25 °C muni d'un robinet où il peut décanter pendant plusieurs jours. Cette décantation est conçue pour éliminer les impuretés restantes présentes après la filtration ainsi que les bulles d'air qui se sont incorporées lors de l'extraction. Ceux-ci remonteront à la surface et formeront de l'écume, que l'apiculteur pourra facilement enlever avec une écumoire ou une spatule. Le temps de maturation est de 2 à 8 jours (Chouia, 2014 ; Cavelier, 2013 ; Philipe, 2007 ; Prost, 2005).



Figure 18: Maturateur en inox (Cavelier, 2013).

I.5.4.5. Pasteurisation

La pasteurisation consiste à chauffer le miel à 78 °C pendant 6 à 7 minutes, suivi d'un refroidissement rapide. L'ensemble est principalement constitué de plaques chauffantes parallèles, entre lesquelles le miel va circuler sous forme de fines lamelles. Le miel pasteurisé ne fermente pas, car la levure a été détruite et il restera liquide pendant au moins six mois (Prost et Le Conte, 2005).

I.5.4.6. Remplissage et conservation

Le miel filtré est versé dans un bocal muni d'une passoire. Le réservoir est idéalement maintenu à température d'environ 30 °C et régler pendant plusieurs jours pour que la mousse et de petites particules de cire diffusent à la surface. Il existe plusieurs sortes de miel pot. Le verre est principalement utilisé, mais d'autres matériaux tels que : le plastique peuvent également être utilisés, la poterie peut également être utilisée, tant qu'elle résiste aux effets du miel. Contenants et bocaux doivent être fermés hermétiquement pour empêcher l'altération de l'humidité et des odeurs étrangères (Bogdanov, 2011).

Selon Hoyet (2005), le miel est un produit vivant qui subit une certaine altération dans le temps, ce qui entraîne inévitablement une baisse de sa qualité. En règle générale, la conservation du miel sera effectuée dans un récipient hermétique à une température constante ne dépassant pas 20 °C, dans un endroit sec et aéré et à l'abri de la lumière. En raison de sa forte teneur en sucre, il peut être conservé longtemps. Le miel cristallisé ne supporte pas les températures trop élevées (supérieures à 25 °C) qui peuvent provoquer l'affaissement de sa structure cristalline. S'il s'agit d'un liquide, il doit être d'environ 25 °C.



Tout miel dont le pH est inférieur à 4 doit être conservé dans une pièce fraîche ou à une température ne dépassant pas 20 °C. Si le miel à stocker présente un risque de fermentation, il faudra impérativement le pasteuriser ou le conserver dans des températures de 4 à 5 °C. Comme le miel absorbe l'eau, les pots sont fermés avec des couvercles hermétiques et on élimine de les stocker dans des endroits trop humides (Abersi *et al.*, 2016 ; Hoyet, 2005).

I.5.4.6.1. Principales causes d'altération du miel au cours du stockage

Différentes raisons pour lesquelles le miel se détériore pendant le stockage peuvent plus ou moins accélérer son vieillissement et sa dégradation, notamment :

- État physicochimique lors de la récolte (composition, état de maturité, taux d'humidité, etc.).
- Conditions d'extraction (humidité ambiante de la pièce, propreté, circuits thermiques utilisés, etc.).
- Conditions de stockage après extraction (étanchéité de l'emballage, température et humidité ambiante, etc.) (Khenfer et Zitouni, 2014).

I.5.4.7. Etiquetage

Les mentions "pur", "naturel", "sain", "100%", etc. sont interdites sur l'étiquette des pots de miel, car par définition le miel est pur et sans additif (Radjeh et Recherch, 2019). Le règlement définit les dénominations légales de vente des différentes variétés de miel et prescrit les modalités générales et particulières d'étiquetage et de présentation, ainsi que les caractéristiques de composition des produits (Verdier, 2016). L'étiquette doit également mentionner l'origine florale du miel, la date, la qualité nette et le nom du fabricant, de l'emballer ou du vendeur et le pays d'origine du miel récolté (Achite et Hamoumane, 2018).

I.6. Compositions du miel

Les compositions du miel sont très complexes et variables (Homrani, 2020). Les glucides et l'eau sont les principaux composants du miel. En outre, des oligo-éléments tels que : des protéines, des enzymes, des acides aminés, des acides organiques, des lipides, des vitamines, des minéraux et des composés phytochimiques, principalement des flavonoïdes et des composés phénoliques (Belay *et al.*, 2013). Les étapes de fabrication influent sur sa composition chimique finale. La composition est soumise à de nombreux facteurs tels que :



nature de Sa flore visitée, la nature du sol, les conditions météorologiques, la spécificité génétique des abeilles, l'état physiologique de la colonie, etc. (Jean-Prost et Medori, 2005). Les composants du miel sont divisés en :

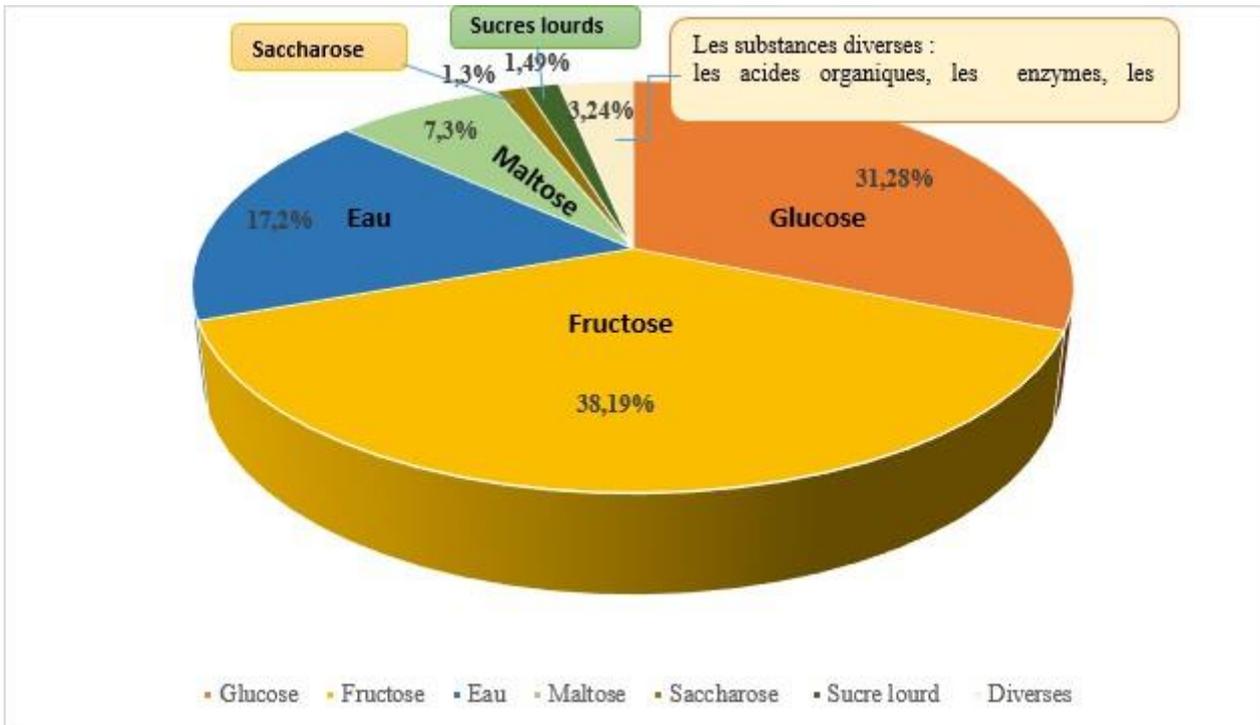


Figure 19: Compositions chimiques de miel (Jeanne, 1993).

I.6.1. Composés majeures

I.6.1.1. Glucides

Constituent la partie la plus importante du miel. Il s'agit essentiellement de sucres dont le pourcentage représente en moyenne 70 à 80 %. Parmi eux, on retrouve selon (Jesica, 2015 ; Aboussedik, 2008 ; Bogdanov *et al.*, 2008 ; Olaitan *et al.*, 2007) :

- **Les monosaccharides** : sont les deux sucres les plus abondants qui répondent à la formule globale $C_6H_{12}O_6$; avec en moyenne 31,28 % de glucose et 38,19 % de fructose ; La teneur totale en fructose et glucose ne doit pas être inférieure à 60 g pour 100 g d'un miel de fleurs et 45 g pour 100 g d'un miel de miellat ou mélange de miel de miellat avec du miel de fleurs (Lequet, 2010).
- **Disaccharides** : comme le maltose avec en moyenne 7,31% et saccharose 1,31%.



- **Les polysaccharides :** avec en moyenne 1,5 à 8 % qui contient (erlose, raffinose, mélézitoze, kojibiose, dextrantriose, mélibiose, etc...).

I.6.1.2. L'eau

Selon Codex Alimentarius (2001) et les règlements de l'Union Européenne), la teneur en eau dans le miel peut varier entre 17 à 19 % (donc l'eau est parmi les compositions majeures par rapport aux autres composés) (Ravazzi, 2007) ; exception faite pour le miel de boulangère et le miel de bruyère, qui peuvent présenter des teneurs plus élevées (jusqu'à 26%). La teneur en eau, est un paramètre lié au degré de maturité et dépend de la source du miel, des conditions climatiques et d'autres facteurs. Si la teneur en eau du miel est supérieure à 20 %, ce dernier a des chances de fermenter (Gupta *et al.*, 2014).

I.6.2. Compositions mineures

I.6.2.1. Vitamines

Le miel contient un nombre important de vitamines. Il s'agit essentiellement de vitamines de la famille B (B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9) qui seraient apportées par le pollen, il y a aussi de la vitamine C, parfois on y trouve aussi et très rarement des vitamines A, K et D (Bensefia *et al.*, 2019). Le tableau suivant montrera la quantité des vitamines dans le miel en mg/100 g :



Tableau II: Les vitamines dans le miel en mg/100 g (Bogdanov et Matzke, 2003).

Les vitamines	Unité en mg/100 g
Thiamine (B1)	0,00-0,01
Riboflavine (B2)	0,02-0,01
Pyridoxine	0,01-0,23
Niacine	0,10-0,20
Acide pantothénique	0,02-0,11
Acide ascorbique (vitamine C)	2,2-2,5
Phylloquinone (vitamine K)	0,25

I.6.2.2. Protéines et acides aminés

Le miel contient un très faible pourcentage de protéines et les acides aminés (0,2 à 0,4%), (Abid, 2017). La source de protéine dans la ruche étant le pollen signifie qu'il est pauvre en ces dernières et parmi elles matières dans le tableau III, et considérée proline plus abondante dans le miel et est donc généralement choisie comme étalon pour la quantification de la teneur en acides aminés. (Abid, Belaidi et Kadri, 2018). Le tableau suivant montré quelque protéines du miel :

Tableau III: Protéines et acides aminées présents dans le miel (Abid, 2017).

Protides	Acides aminés
Albuminoïdes, matières azotées, Defensine-1	Aspartique, Glutamique, Alanine, Arginine, Asparagine, Cystine, Glycine, Histidine, Isoleucine, Leucine Lysine, Méthionine, Phénylalanine, Proline, Sérine, Tryptophane, Tyrosine, Valine.



I.6.2.3. Enzymes

On retrouve dans le miel les enzymes provenant des glandes hypopharyngiennes (des sécrétions salivaires des abeilles) comme : Amylase α et β gluco-invertase, glucose-oxydase et les enzymes provenant du nectar comme (catalase, diastase, phosphatase acides) (Abid, 2017).

I.6.2.4. Sels minéraux

La teneur en sels minéraux d'un miel est en général faible (l'ordre de 0.1%) (Bena-meur.2014). On y trouve, dans l'ordre d'importance potassium, le Calcium, le Sodium, le Magnésium, le Manganèse, le Fer, le Cuivre, le Bore, Phosphore, Soufre, Zinc, et Baryum, et le Silicium. Selon (Louveaux, 1968) les miels foncés en contiennent en cendre plus que les miels clairs.

I.6.2.5. Lipides

Les lipides sont présents de faibles quantités dans le miel, on retrouve plus important des stérols comme le cholestérol libre ou des esters de cholestérol, en plus les acides gras comme (acide palmitique, oléique et linoléique, butyrique, caprique) (Abersi *et al.*, 2016).

I.6.2.6. Acides organiques

L'acidité du miel est due aux acides qu'il contient : des acides organiques (0,1 à 0,5%), de la même façon que des lactones, parmi eux : l'acide gluconique (constituant majeure et principale), les acides butyriques, l'acide acétique, l'acide formique, l'acide lactique, l'acide succinique, l'acide proglutamique, l'acide malique et l'acide citrique, des traces d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique. certains sont issus du nectar directement, d'autres sont le fruit de réactions enzymatiques et de fermentations (Abid, 2017).

L'acidité totale est la somme des acides libres et des lactones. Légalement, elle ne doit pas dépasser 50 méq/kg. Pour les miels destinés à l'industrie, la limite tolérée est de 80 méq/kg (Lequet, 2010).



I.6.2.7. Composés phénoliques

On appelle phénols les dérivés hydroxylés du benzène et hydrocarbure aromatique sont retrouvés principalement dans la propolis, car ils proviennent souvent des sécrétions débougeons et autres exsudats des plantes.

En distingue trois familles : les acides benzoïques, les acides cinnamiques et les flavonoïdes, Certains phénols participent à l'arôme au même titre que les substances terpéniques ou d'autres composés à noyau aromatique d'origine naturelle, tels les acides phénylacétique et benzoïque, (L'acide 4-hydroxybenzoïque acide protocatéchuïque, acide gallique, acide syringique, acide vanillique acide férulique, acide caféïque, acide p-coumarique) (Chouia, 2014). Composés phénoliques identifiés dans le miel (David *et al.*, 2011).

Certains composés phénoliques sont impliqués dans les qualités organoleptiques du miel. Les substances phénoliques interviennent également sur les Pigments du miel est liée aux flavonoïdes et caroténoïdes tels : lutéoline, méthylflavonol, catéchine et chrysine.

Leur composition dans le miel varie elle aussi avec l'origine florale. Ces substances phénoliques possèdent certaines activités biologiques intéressantes : germicide, bactériostatique et anti-inflammatoire (Lequet, 2010 ; Amiot *et al.*, 1989).

I.6.2.8. Substances aromatiques

Plus de 50 substances aromatiques qui paraissent provenir exclusivement de la plante ont été isolées dans différents miels. (Balas, 2015). Ce sont en général des mélanges de plusieurs dizaines de composés (alcools, cétones, acides, quinones, aldéhydes) (Homrani, 2020).

Les substances aromatiques sont indiquées, à l'origine de l'arôme botanique du miel. Seules quelques-unes ont été identifiées à deux groupes spécialement les esters et les aldéhydes et les acétones, car il a effectué le processus de fermentation ou des sécrétions des abeilles directement, il y a certainement des éléments alcooliques dans le miel (Abid, 2017). Le tableau IV suivant illustré quelques substances aromatiques du miel :



Tableau IV : Substances qui causent l’arôme du miel (Abid, 2017).

Esters	Aldéhydes et Acétones	Alcools
Méthyléthylcétone	Formaldéhyde	Ethanol
Méthylantranilate	Acétaldéhyde	Méthanol
Acétates	Isobutyraldéhyde	Isobutanol
		2-Phényléthanol.

Depuis quelques années, plusieurs auteurs s’efforcent de trouver des marqueurs de l’origine florale des miels. Certains pensent que les substances aromatiques sont de bons candidats. (Lequet, 2010). Mais maintenant, vous ne pouvez pas considérer l’arôme du miel comme un marqueur de l’origine florale, car l’endroit où il est stocké peut affecter son arôme.

I.7. Propriétés du miel

I.7.1. Propriétés physico-chimiques

I.7.1.1. Indice de réfraction

L’indice de réfraction est une propriété optique qui caractérise toute substance transparente en fonction de la teneur en eau et de la température, il est une technique plus rapide que les autres méthodes, l’indice est mesuré par réfractomètre, en plus il fournit une lecture directe des valeurs, nous pouvons facilement connaître la teneur en eau de miel (Gavrilovic *et al.*, 1999).

I.7.1.2. Humidité

L’humidité est déterminante pour apprécier la durée de vie du produit et sa sensibilité vis-à-vis des fermentations (Haderbache, 2021). Les techniques analytiques utilisées pour la détermination du taux d’humidité sont l’utilisation des réfractomètres digitaux et donnent selon la table de CHATAWAY, une correspondance à la quantité d’eau présente dans le miel (Moussaoui, 2011). Il a une importance mineure quant à la détermination de l’origine florale, mais est grandement influencé par les climats, les régions et les saisons (Bakchiche *et al.*, 2018).



I.7.1.3. pH

Le pH ou potentiel d'hydrogène, est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il représente la concentration des ions H^+ d'une solution. Il influence la vitesse de dégradation des sucres et des enzymes. Dans le miel le pH est acide se situe entre 3,5 et 4,5 pour les miels de nectar et entre 4,5 et 5,5 pour un miel de miellat (Sotodonou, 2014).

I.7.1.4. Acidité

Acidité calculée à partir de la quantité de soude qu'il faut y rajouter pour la neutraliser. L'acidité libre du miel influence sa durée de conservation et sont principalement liés à son origine botanique et provient d'acides organiques existant dans le miel, mais aussi de sa fermentation. (Abersi *et al.*, 2016). Il est évalué selon les normes de Codex Alimentarius (2001), qui ne doit pas dépasser 50 méq d'acide par 1000 g.

I.7.1.5. Conductivité électrique

La conductivité électrique ou la conductivité d'une solution, c'est-à-dire sa capacité à conduire le courant. Cette conductivité, notée σ et exprimée en Siemens par mètre ($S.m^{-1}$) ; c'est l'un des paramètres qui révélé l'origine botanique du miel, il est évalué selon les normes de Codex Alimentarius (2001), qui est basé sur de miel de miellat est supérieur à 0,8 mS/cm et celle de nectar est inférieur à 0,8 mS/cm.

Tout ce qui est supérieur, car sa teneur en minéraux est élevée (Bogdanov *et al.*, 2005) et trouvées par les différents auteurs comme (Fethallah er Saadi, 2018).

I.7.1.6. Densité

La densité appelée aussi le poids spécifique, c'est-à-dire le rapport de la masse d'un miel avec le même volume d'eau, les normes préconisées par L'Association Française de la Normalisation, qui la valeur moyenne est de 1,42 et varie généralement entre 1,39 à 1,44 selon la nature des miels analysés ; Le poids spécifique du miel est en fonction principalement de sa teneur en eau (Louveaux, 1968).



I.7.1.7. Viscosité

Selon Karl (2011), la viscosité du miel dépend de trois facteurs qui sont la teneur en eau, composition chimique et de sa température. Le facteur de la température et de teneur en eau dans la viscosité est le même principe, plus la température est élevée et plus la teneur en eau est élevée, plus la viscosité est élevée, en plus que cette viscosité est également accrue par la quantité de matière colloïdale contenue dans le miel : les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs.

I.7.1.8. Pouvoir rotatoire

La capacité des miels à tourner est liée à leur effet sur la lumière polarisée (Prost, 1987). La plupart des miels font tourner la lumière polarisée vers la gauche, mais il existe également des miels tournés vers la droite, faisant ainsi tourner le plan de polarisation vers la droite. Le pouvoir rotatoire du miel importe peu, car les différents sucres qu'il contient ont des pouvoirs rotatoires différents (Louveaux, 1985).

I.7.1.9. Hydroxy-méthyle-furfural (HMF)

L'appréciation de la qualité du miel par le consommateur se fait principalement par la concentration en HMF (hydroxyméthylfurfural 5-(hydroxyméthyl)-2-furaldehyde) est un bon indicateur pour la fraîcheur et le sur chauffage du miel, Ainsi que le miel naturel, qui n'a subi aucun traitement thermique particulier, ne contient pas plus de 5 mg/kg d'HFM, sa teneur augmente au cours de la fonction du pH du miel et de la température du stockage (Jocelyn *et al.*, 1994). Selon Codex Alimentarius (2001), le miel après le traitement et/ou le mélange ne doit pas dépasser 40 mg/kg. Toutefois, dans le cas des miels d'origine déclarée provenant de pays ou de régions où règnent des températures ambiantes tropicales, et des mélanges de ces miels, la teneur en HMF ne dépassera pas 80 mg/kg dans les pays chauds et avec la durée du stockage et la forte teneur en fructose.



I.7.1.10. Indice de Diastase

L'indice diastasique, c'est-à-dire l'activité enzymatique de l'amylase, avec le vieillissement du miel, la teneur en diastases diminue progressivement et tend vers zéro (Louveaux, 1968).

La destruction des diastases est fortement accélérée par l'élévation de la température. Les normes précisées selon le Codex Alimentarius (2001), en général, de l'indice diastasique d'un miel doit être supérieur à 8 dans l'échelle de Schade, à l'exception des miels destinés à l'industrie. Pour les miels ayant une faible teneur naturelle en enzymes et une teneur en HMF inférieure à 15 mg/kg, (miel d'acacia (*Robinia*), d'oranger (*Citrus*), de pissenlit (*Taraxacum*), de bruyère (*Erica*) et d'arbousier (*Arbutus*)) légalement l'indice diastasique doit être supérieur à 3 dans l'échelle de Schade. Cette faible teneur est principalement due à leur origine botanique (Persano-Oddo *et al.*, 1990).

I.7.1.11. Teneur en cendre

La teneur en cendres est un critère de qualité, selon l'origine végétale du miel, la qualité correspondante est déterminée par pesée du résidu obtenu après minéralisation, qui contient des sels minéraux comme le calcium, le phosphore, le sodium, le potassium, le magnésium et des oligo-éléments comme le fer, zinc, manganèse, etc. (Abid, 2017).

Le miel de nectar contient moins de cendres que le miel de miellat (Vorwohl, 1964). Notez que la limite autorisée de teneur en cendres du nectar est de 0,6 %. D'autre part, le miel provient de miellat est de 1,2 %. (Bakchiche *et al.*, 2018) Ces résultats sont conformes aux limites autorisées par le Codex Alimentarius (2001), sont des miels de nectar.

I.7.1.12. Teneur en matière sèche

Grâce à la méthode de la réfractométrie, nous pouvons évaluer le taux de matière sèche. La lecture est faite sur l'échelle qui indique la teneur en matière sèche ou « Degré Brix » qui se trouve en parallèle avec l'échelle de l'indice de réfraction (Halimi, 2018).

I.7.1.13. Solubilité

Le miel est soluble dans l'eau et l'alcool dilué mais insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le benzène et le chloroforme (Hoyet, 2005).



I.7.1.14. Teneur en sucre

La détermination de la teneur en sucres, vient de confirmer l'origine du miel analysé, car selon les normes de (Bogdanov *et al.*, 2001) qui contracté par le Codex Alimentarius (2001), les miels qui présentent une teneur en sucres supérieure à 60% ont pour origine le nectar également qui présentent une teneur en sucre supérieure à 40% on origine de miellat. Les laboratoires utilisent généralement des techniques (chromatographiques sur couche mince, chromatographie liquide à haute performance, chromatographie en phase gazeuse) ou spectroscopiques (UV-visible ou infrarouge) pour réaliser le dosage des sucres dans le miel (Homrani, 2020).

I.7.1.15. Chaleur spécifique

La chaleur spécifique d'un corps est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 °C la température d'une unité de poids de ce corps (Benameur, 2014).

Dépend de la proportion en sucres. Il serait de 1.42 °C à 1.53 °C en solution aqueuse à 15% et 2,75 °C à 3,15 °C en solution aqueuse à 25% (Chouia, 2014).

I.7.1.16. Cristallisation

Fait référence à un processus naturel complexe causé par la présence de plusieurs sucres dans un mélange et des différences dans leur solubilité. Plus la teneur en fructose est élevée, plus il reste de liquide dans le miel, ce qui affecte généralement la solubilité du glucose (Bogdanov, 1984 ; El Sohaimy *et al.*, 2015). Cette cristallisation est liée à la cristallisation finale du glucose en solution dans le miel à température ambiante. Il forme d'abord de petits cristaux, qui se rejoignent progressivement pour former des cristaux plus gros et donner au miel une consistance grumeleuse (Koechler, 2015). La cristallisation du miel s'amorce. Le processus de cristallisation des sucres est dépendant des rapports glucose/fructose et glucose/eau (Rossant, 2011).

Connaître ces ratios peut prédire la capacité du miel à cristalliser (**Figure 20**) en deux à trois jours, peut-être même en super cristaux. Une très haute teneur en fructose (supérieure à 42%) permet au miel de rester liquide pendant des années (Rossant, 2011).



Figure 20: Cristallisation de miel
(Photo originale, 2022).

I.7.2. Propriétés nutritionnelles et diététiques

En raison de ses bienfaits généraux pour la santé, le miel est un aliment riche en glucides, fournissant environ 320 calories ou 13400 joules / kg pour 100 grammes. Sa composition en sucres hexoses la rend très facilement absorbée, laissant peu ou pas de déchets métaboliques. Le miel contient essentiellement des glucides, des protéines, des lipides, des enzymes et des vitamines (Abersi *et al.*, 2016).

Une cuillère à soupe du miel fournit 60 calories et contient 11 g de glucides, 1 mg de calcium, 0,2 mg du fer, 0,1 mg de Vitamine B et 1 mg de vitamine C (Thasyvorlor *et al.*, 1995).

Le miel est un aliment très favorable à la croissance des jeunes enfants (Prost, 2005), et il est adapté aux personnes âgées ainsi qu'aux sportifs. Grâce à sa richesse en éléments biologiques, le miel peut être introduit dans certains régimes alimentaires, mais il n'est pas considéré comme un aliment complet (Blasa *et al.*, 2007).



I.7.3. Propriétés thérapeutiques

Le miel est utilisé dans de nombreux domaines de la médecine populaire depuis des milliers d'années et Aristote (vers 350 av. J.-C) le recommandait pour soulager divers maux (Paulus *et al.*, 2012 ; Bogdanov et Blumer, 2001). En fait, il existe de nombreux types de miel et cela varie selon le nectar, ce qui suggère que chaque plante a un bénéfice thérapeutique ou nutritionnel, donc même le miel qui a été fabriqué à partir du nectar de cette plante acquiert la même propriété, qu'elle soit nutritionnelle ou thérapeutiques ou cosmétiques. Le tableau suivant répertorie chaque type de miel et ses propriétés thérapeutiques. Selon (Chougar *et al.*, 2018), le miel aide à soulager les maux de gorge, l'angine, la toux, la bronchite, les ulcères intestinaux et gastriques, l'insomnie et certaines maladies cardiaques. Le miel aide à la rétention du calcium, il active l'ossification à la sortie des dents, c'est un laxatif doux. En fait, ses molécules de sucre libres aident le cerveau à mieux fonctionner, c'est l'organe qui consomme le plus de sucre et c'est le moyen le plus efficace de réduire la fatigue et d'améliorer les performances physiques.

En usage externe ou cosmétique, le miel aide à la cicatrisation des brûlures et des plaies grâce à sa capacité à absorber l'humidité de l'air et ses propriétés nettoyantes et protectrices le rendent utile comme pansement. N'importe quelle étape de la guérison (Balas, 2015).



Tableau V: 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 (<i>Fabacées</i>)	-Régulateur intestinal	-Paresse intestinal, notamment chez le jeune enfant
Bruyère (<i>Ericacées</i>)	-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 -Sénescences
Eucalyptus (<i>Myrtaceae</i>)	-Antiseptique des voies respiratoires et des voies urinaires	- Affection touchant à la sphère respiratoire et à l'arbre urinaire dans leur ensemble
Oranger (<i>Rutacées</i>)	- Antispasmodique - Sédatif nerveux	- Etats spasmodiques d'origines diverses - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations
Sapin (<i>Pinaceae</i>)	-Antianémique - Antiseptique et anti-inflammatoire 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



Chapitre I

Synthèse bibliographique

Lavande (<i>Lamiaceae</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Antiseptique et anti-inflammatoire des voies respiratoires - Antispasmodique - Sédatif nerveux 	<ul style="list-style-type: none"> - Affection touchant à la sphère respiratoire dans tout son ensemble - Rhumatismes chroniques (arthrose)
Thym (<i>Lamiacées</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Antiseptique général 	<ul style="list-style-type: none"> - Maladies infectieuses en général touchant aussi bien les sphères respiratoires, digestives et urinaires
Tilleul (<i>Tiliaceae</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Antispasmodique - Sédatif nerveux 	<ul style="list-style-type: none"> - Etats spasmodiques d'origines diverses - Nervosisme en général et troubles qui en découlent : insomnies, palpitations
Trèfle (<i>Fabacées</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Dynamogénique 	<ul style="list-style-type: none"> - Etats de fatigue - Convalescences - Efforts physiques (chez les sportifs en particulier)

I.7.4. Propriétés organoleptiques

I.7.4.1. Couleur

La coloration est une caractéristique physique et organoleptique importante de miel ; La couleur de chaque miel varie selon sa composition et l'origine florale et sa situation géographique, la palette des couleurs du miel est vaste : de quasiment incolore à presque noir en passant par le beige, le jaune, l'orange et le marron (Gonnet *et al.*, 1986), plus il est clair, moins il est riche en minéraux et inversement. Selon des études de (Louveaux, 1968), Le chauffage, le vieillissement ainsi que la lumière provoquent une intensification de la coloration du miel. En plus la couleur d'un même miel peut varier d'une année à l'autre (Ibrahim Khalil *et al.*, 2012 ; Schweitzer, 2000).



I.7.4.2. L'odeur

Considérer pour déguster pleinement un miel est d'en capter les effluves dès l'ouverture du pot. Les odeurs varient considérablement, mais s'évaporent très rapidement. Elles sont végétales, puissantes ou non, florales ou fruitées, fines, lourdes, vulgaires (Guerzou et Nadji, 2009).

I.7.4.3. Goût

Les arômes influence très largement la saveur du miel (Lagha, 2017). Ainsi que varient et dépendent de l'origine végétale, mais le miel ne doit pas présenter de goût étranger ou d'odeur étrangère (fumée, etc.) ni avoir commencé à fermenter (Leqeut, 2010). Ainsi an réglé générale, plus le miel est foncé plus sa saveur est prononcée : le miel de trèfle, de colza, et de luzerne sont pâles et de saveur modérée (Zekrini, 2012). Le miel de bruyère est roux et de saveur forte ; alors que celui d'acacia est très doux, transparent et liquide (Fredot, 2005). Et chaque goût a sa propre référence par exemple la saveur sucré du miel référence de saccharose, saveur acide référence d'acide citrique, amer référence de quinine et salé référence de chlorure de sodium (Moussaoui, 2011).

I.7.4.4. Texture

La texture est fortement dépendante de la source du nectar, elle conditionne l'expérience gustative ultérieure et représente une caractéristique du miel. Il peut être liquide, crémeux, collant ou même granuleux (Lagha, 2017).

I.7.5. Fermentation

Tous les miels naturels contiennent de la levure, responsable de la fermentation alcoolique. Teneur en eau excessive (à partir de 18%) et des températures excessives leur permettent dese développer autour de 16 °C et entre 10 et 25 °C (Chauvin, 1968), ce qui entraîne miel fermenté. D'autres micro-organismes présents dans le miel peuvent différentes fermentations sont produites (acide lactique, acide butyrique, acide acétique, etc.). Toutes ces fermentations altèrent fortement le miel et présentent alors une acidité supérieure à la normale (**Figure 21**). Le miel fermenté a généralement des bulles dans sa qualité et devient impropre à la consommation (Rossant, 2011).



Figure 21: Miel fermenté (Kast, 2014).

Chapitre II :

Matériel et méthodes





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 et au niveau du laboratoire de contrôle de la qualité de l'institut Cherif Messaadia "Ghardaïa " durant la période de Mars à avril 2022. Il se base essentiellement sur la détermination de la qualité de trois échantillons de miel commercialisés dans la région de Ghardaïa. L'étude porte sur l'évaluation physico- chimiques par l'analyse de quelques paramètres : l'humidité, densité, l'acidité libre, teneur en cendres, pH, conductivité électrique qui donnant des informations sur l'origine florale et la qualité du miel.

Ainsi que l'analyse biochimique qui porte sur le dosage des protéines et le dosage de glucose, pour évaluer la qualité nutritionnelle et biologique du miel dont la fraîcheur de miel et sa stabilité dans le temps et une en fin une analyse sensorielle qui a porté sur la détermination de paramètres organoleptiques notamment : la couleur, la consistance, l'odeur et le goût.

II.2. Matériel biologique

II.2.1 Choix des échantillons

La méthode utilisée était des entretiens directs basés sur des questionnaires, (**Annexe- I**), incluant des commerçants et des apiculteurs. Qui ont été choisis au hasard pour recueillir un maximum d'informations sur le miel de la wilaya de Ghardaïa.

Ainsi trois échantillons de miel largement connus et consommés par les habitants de la wilaya et provenant de différentes régions (**tableau VI**) ; (**Figure 22**) ont été testés. Il s'agit de Cidre, Eucalyptus, Multiflorale. Les ruches des abeilles sont placées dans différentes régions à Ghardaïa à l'exception du miel d'Eucalyptus, l'apiculteur transporte leurs ruches et leurs abeilles jusqu'à la région de Hassi bahbah de wilaya de Djelfa mais le processus de stockage se fait à Ghardaïa.



Tableau VI: Présentation des échantillons de miels analysés.

Echantillons	Type de miels	Origine florale	L'origine Géographique	Date de Récoltes	Poids
E1	Cidre	Jujubier (<i>Ziziphus lotus</i>)	Oued Nessa - Guerrara- Ghardaïa	2020	250 g
E2	Eucalyptus	<i>Eucalyptus (Eucalyptus sp.)</i>	Hassi bahbah- Djelfa	2021	250 g
E3	Multiflorale	<i>Reseda alba</i> <i>Retama raetam</i> <i>Caparis spinosa</i> <i>Peganum harmala</i> <i>Onopordum tauricum</i> <i>Echinops sphaerocephalus</i>	Oued Ntissa -Ben isguen- Ghardaïa	2020	250 g



a : Oued Nessa-Guerrara 2022



b : Oued Ntissa-Ben Isguen 2022

Figure 22: Régions d'échantillons d'études
(Photo originale, 2022).

Les différents échantillons ont été conservés dans des flacons en verre stériles hermétiquement fermés et gardés à température ambiante, dans un endroit sec et à l'abri de la lumière.

Ainsi et afin de bien organiser le travail, un étiquetage est réalisé pour chaque bocal du miel comprenant :

- Type de miel.
- Date de récolte (**Figure 23**).



Figure 23: Echantillons de miel (Photo originale, 2022).

II.2.2. Présentation géographique des régions de la récolte de miel

II.2.2.1. Région de Ghardaïa

La Wilaya de Ghardaïa se situe au centre de la partie Nord du Sahara à 32° 30 de l'altitude Nord et à 3° 45 de longitude (Hadj moussa, 2014 ; Anonyme, 2005).

Elle est limitée :

- Au Nord par la Wilaya de Laghouat (200 Km).
- Au Nord Est par la Wilaya de Djelfa (300Km).
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla (200 Km).
- Au Sud par la Wilaya de Tamanrasset (1.470 Km).
- Au Sud- Ouest par la Wilaya d'Adrar (400 Km).
- A l'Ouest par la Wilaya d'El-Bayadh (350 Km).

La Wilaya couvre une superficie de 86.560 km², comporte actuellement 13 communes regroupées en 09 daïra, pour une population de 4,17 habitants par Km² (Anonyme, 2005).



II.2.2.2. Région de Hassi Bahbah

Hassi bahbah est une commune de la wilaya de Djelfa (35° 04' N, 3° 01' E). Elle s'empare une superficie de 773,74 km² et une altitude de 885 m, cette région est située à 50 km au nord de Djelfa et à 250 km d'Alger. Elle est délimitée au nord par Ain Oussera et Had sahari, au sud par Djelfa et située aux extrémités Est avec Dar Chioukh et ouest avec Charef. Selon (Selet *et al.*, 2018 ; O.N.M. 2017) (**Figure 24**).

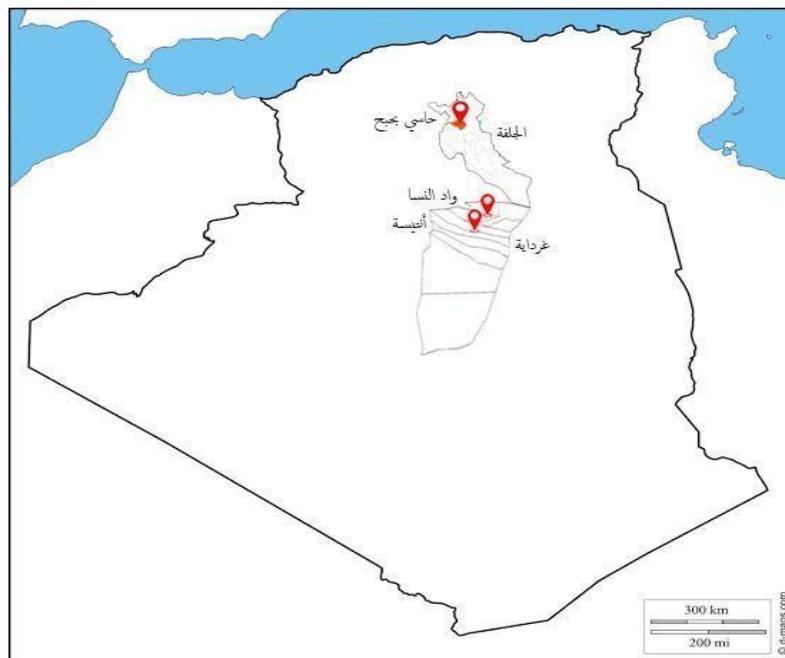


Figure 24 : Carte de la région d'étude des échantillons de miels
(Personnelle).

II.3. Matériels de laboratoire

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

II.3.2. Produits et réactifs (Annexe-II)

II.3.3. Appareillage

Les différents matériels et appareillages utilisés pour la réalisation de nos analyses sont présentés dans le tableau VII :



Tableau VII: Matériels utilisés pour l'analyse.

Matériels	Références	Pays de fabrication	Laboratoire	Photo (originale 2022)
Réfractomètre	ATAGO CO; LTD. IN- PUT : AC100-http : www.atago.net	Japan	Laboratoire de Biochimie Université de Ghardaïa	
pH mètre	Adwa AD130	Romania	Laboratoire de Biochimie Université de Ghardaïa	
Conductimètre	Marck adwa AD 330 EC/TDS Meter SN 03130032991	Romania	Laboratoire de Biochimie Université de Ghardaïa	
Balance	Item : PA214 MAX Cap : 210 g www.ohaus.com	USA	Laboratoire de Biochimie Université de Ghardaïa	
Spectrophotomètre	Adwa AD330	France	Laboratoire de Biochimie Université de Ghardaïa	
Vortex	Stuart® /SA8/ pro- tected by Bio Cote www.stuart-equipment.com	Chine	Laboratoire de Biochimie Université de Ghardaïa	
Plaque chauffant + agitateur	Stuart® /SA8/ pro- tected by Bio Cote www.stuart-equipment.com	Chine	Laboratoire de Biochimie Université de Ghardaïa	



Chapitre II

Matériel et méthodes

Bain marie	JISICO® J-BAS8	Chine	Laboratoire de Biochimie Université de Ghardaïa	
Four à moufle	Protherm® FURNACES PLF 120/7	Turkey	Laboratoire de Biochimie Université de Ghardaïa	

II.4. Méthodes d'analyse

Diverses analyses physico-chimiques sont effectuées sur trois échantillons de miel : Le pH, l'acidité, conductivité électrique, l'humidité, degré de Brix, teneur en cendre, densité. Ainsi des analyses biochimiques (Dosage des protéines, dosage du glucose) et les tests sensoriels.

II.4.1. Analyses physico-chimique

II.4.1.1 pH

II.4.1.1.1. Principe

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

II.4.1.1.2. Mode opératoire

Etape 01 : Etalonnage du pH mètre

Pour l'étalonnage du pH-mètre on a employé deux solutions tampons. Plonger l'électrode dans chaque solution de calibration et attendre la stabilisation de la mesure.

Etape 02 : Préparation de 10% de solution de miel

Peser dans un petit bécher 10 g du miel le dissoudre dans 100 ml d'eau distillé, puis rincer l'électrode à l'eau distillée puis sécher là avec du papier, ensuite placer la solution de miel a analysé sous agitation magnétique et plonger l'électrode propre et sèche dans la solution à analyser et enfin attendre la stabilisation de la valeur du pH (Abersi *et al*, 2016).



Figure 25: Mesure de pH (Photo originale, 2022).

II.4.1.1.3. Expression des résultats

La valeur du pH est directement lue sur l'écran de l'appareil.

II.4.1.2. Acidité libre

II.4.1.2.1. Principe

Selon Rossant (2011), l'acidité libre renseigne sur les acides non liés à d'autres molécules et qui peuvent intervenir directement dans les réactions. L'acidité mesurée est celle d'une solution de miel à 10 % à une température ambiante.

On titre les acides libres du miel par du NaOH (0,1 N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur.

II.4.1.2.2. Mode opératoire

Dissolution de 10 g du miel dans 100 ml d'eau distillée (l'échantillon est mélangé par un agitateur magnétique, le pH est noté par des électrodes déposées au niveau de l'échantillon) puis l'échantillon est titré avec une solution d'hydroxyde de sodium (0,1 N), en présence de 4 ou 5 gouttes de phénolphtaléine. Le virage final de la coloration doit persister pendant 10 secondes (Benameur, 2014).

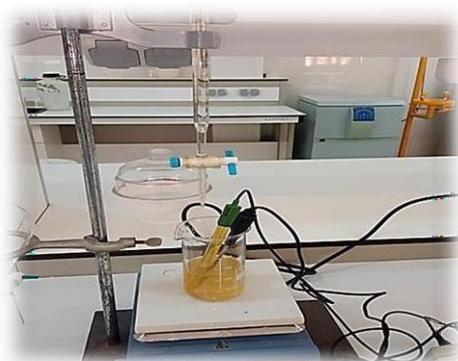


Figure 26: Mesure de l'acidité (Photo originale, 2022).

II.4.1.2.3. Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en (milli -équivalents) d'acide (kg de miel et sont calculés comme suit.

$$\text{Acidité} = 10.V$$

V= Nombre de ml de NaOH 0.1 N utilisées pour neutraliser 10 g de miel.

II.4.1.3. Densité

II.4.1.3.1. Principe

La densité de nos miels a été déterminée par la méthode de White (1992). Elle est déterminée par le rapport de la masse du miel sur la masse de l'eau (Chougar *et al.*, 2018).

II.4.1.3.2. Mode opératoire

Dans les mêmes conditions, noter la masse de l'éprouvette vide de 5 ml, puis peser celle-ci avec 4 ml d'eau. À partir de la masse de 4 ml d'eau, (M) est déduite suivant la formule suivante :

$$M = \text{Masse de l'éprouvette avec 4ml d'eau} - \text{masse de l'éprouvette.}$$

La même procédure est adaptée pour déterminer la masse de 4ml de miel (M') (Chougar *et al.*, 2018).

$$M' = \text{Masse de l'éprouvette avec 4ml de miel} - \text{masse de l'éprouvette.}$$



Figure 27: Mesure de la densité (Photo originale, 2022).

II.4.1.3.3. Expression des résultats

Après avoir déterminé les masses M et M' , la densité (D) des échantillons de miel est déterminée par la formule suivante :

$$D = M' / M$$

Dont :

M' : masse de 4 ml de miel

M : masse de 4 ml d'eau

II.4.1.4. Teneur en eau

II.4.1.4.1. Principe

La détermination de la teneur en eau s'effectue par la mesure optique de l'indice de réfraction du miel à 20 °C à l'aide d'un réfractomètre (Chougar *et al.*, 2018).

II.4.1.4.2. Mode opératoire

L'échantillon est mis dans un petit flacon, puis placé dans un bain marie à 30 °C jusqu'à disparition totale des cristaux de sucre. Refroidir jusqu'à ce que le miel retourne à la température ambiante puis bien mélanger avant de le mettre sur le prisme du réfractomètre (préalablement étalonné avec l'eau distillée) et reparti en couche mince. La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure.



L'obtention des valeurs de la teneur en eau sont lues directement sur le réfractomètre est exprimée en pourcent (%) (Ghلامallah *et al.*, 2020).

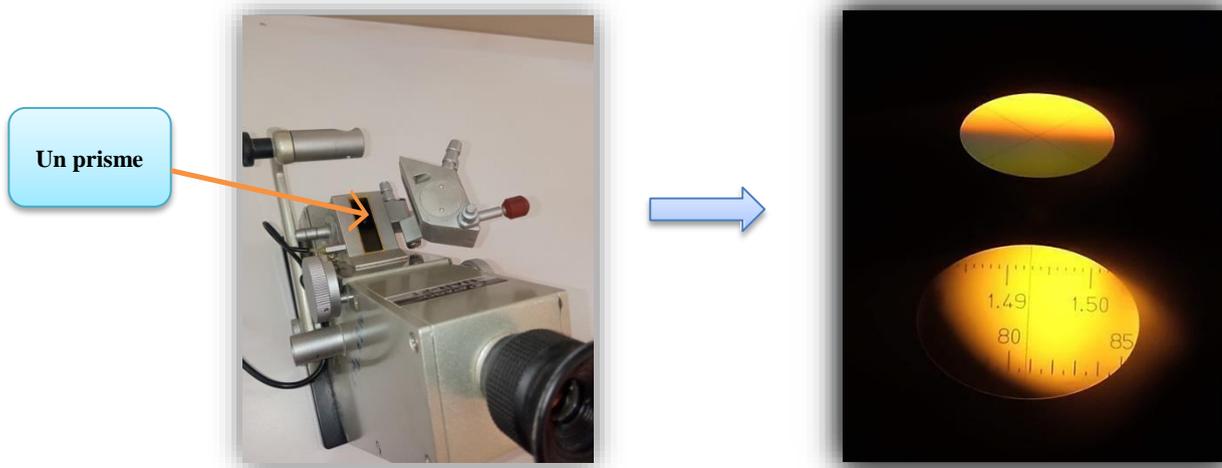


Figure 28: Réfractomètre (Photo originale, 2022).

II.4.1.4.3. Expression des résultats

Les valeurs de L'indice de réfraction s'affichent directement sur l'écran du réfractomètre. Se référer au tableau CHATAWAY (**Annexe-III**) enregistré (Bogdanov, 1997).

II.4.1.5. Degré de Brix

II.4.1.5.1. Principe

L'échelle de Brix sert à mesurer en degré de Brix ($^{\circ}\text{Bx}$) la fraction de saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble (Fethallah et Saadi, 2018).

II.4.1.5.2. Mode opératoire

Le Brix est déterminée grâce à la méthode de réfractométrie à l'aide d'un réfractomètre à 20 $^{\circ}\text{C}$ D'abord régler le réfractomètre à zéro avec l'eau distillée (le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide), puis prendre une goutte de miel à l'aide d'une spatule, puis déposer en couche mince sur la platine de prisme (Fethallah et Saadi, 2018).



II.4.1.6. Conductivité électrique

II.4.1.6.1. Principe

La conductivité électrique d'un miel est définie comme étant la valeur lue sur une solution de 10 % de miel dans une eau à 20 °C, 10 % se réfèrent à la matière sèche. Le résultat est exprimé en milli Siemens par centimètre ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) ou en micro Siemens par centimètre $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

La détermination de cette dernière est basée sur la mesure de la résistivité électrique qui est une notion réciproque de la conductivité. La méthode est basée sur le travail modifié de (Vorwohl, 1964).

II.4.1.6.2. Mode opératoire

Une quantité équivalente à 10 g de miel est mis dans un bécher est dissout avec l'eau distillée, puis le volume est ramené à 50 ml, placé dans un bain marie à 20 °C. Après que la température voulue est atteinte, la cellule du conductimètre est plongée dans le bécher pour la mesure de la conductivité électrique. Il faut noter qu'avant chaque mesure, la cellule du conductimètre est rincée soigneusement avec de l'eau (Vorwohl, 1964).



Figure 29: Mode opératoire de la conductivité électrique (Photo originale, 2022).

II.4.1.6.3. Expression des résultats

Effectuer directement la lecture de la valeur qui s'affiche à l'écran est exprimé en milli Siemens par centimètre ($\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$).



II.4.1.7. Teneur en cendre

II.4.1.7.1. Principe

La teneur en cendre d'une denrée s'obtient par incinération (ou combustion complète) dans un four à 600 °C (Benameur, 2014 ; Aoac, 1990).

II.4.1.7.2. Mode opératoire

La capsule d'incinération vide étant pesée, 10 g d'échantillon est déposé à l'intérieur de la capsule est soumis à la température de 600 °C dans un four à moufle pendant 4 à 5 h. Après incinération, la capsule contenant les cendres est refroidie puis pesée (M2) (Benameur, 2014).

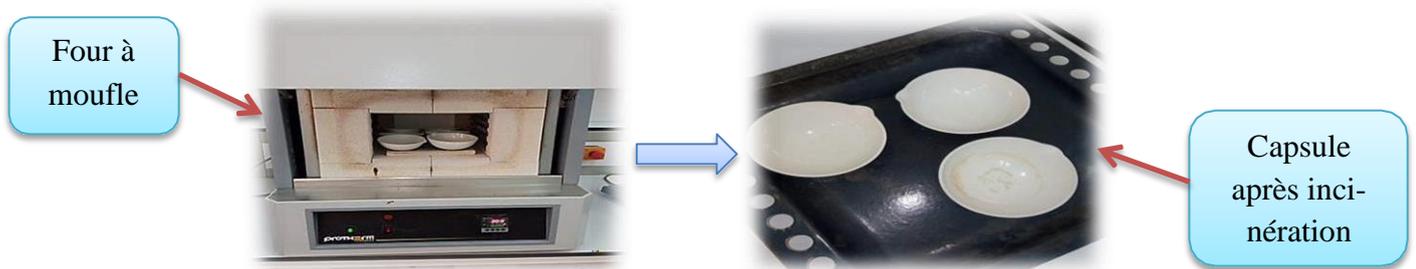


Figure 30: Incinération de miel (Photo originale, 2022).

II.4.1.7.3. Expression des résultats

$$\text{Teneur en cendres} = (M1 - M2) / M0 \times 100\%$$

M1 : poids de la capsule avec les cendres.

M2 : poids de la capsule vide.

M0 : poids du miel.



II.4.2. Analyses biochimiques

II.4.2.1. Dosage de protéine

II.4.2.1.1. Principe

La détermination des protéines est réalisée par la méthode Bradford (1976), qui est une méthode colorimétrique dans laquelle, le bleu de coomassie (G250) change de couleur du vert foncé dans le milieu acide vers le bleu lorsqu'il se fixe sur les acides aminés basiques de la protéine (groupement NH_3^+).

II.4.2.1.2 Mode opératoire

Pour 100 μl d'échantillon (0,5 g du miel par ml) à tester ou de solution standard ou d'eau distillée (pour le blanc) (Azerdo *et al.*, 2003). Ajouter 2 ml de réactif de Bradford (**Annexe-IV**), mélanger chaque tube au vortex. Mesurer l'absorbance à 595 nm après 5min et avant une heure d'incubation à température ambiante.



Figure 31: Mode opératoire dosage de protéine
(Photo originale, 2022).

II.4.2.1.3. Expression des résultats

La teneur en protéines est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec un standard qui est le sérum albumine bovine (BSA) (**Annexe-IV**).

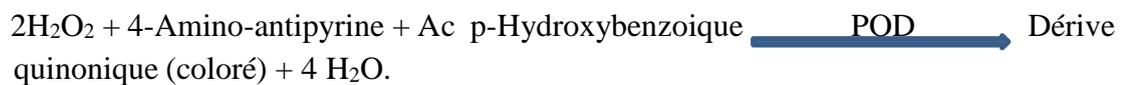


II.4.2.2. Dosage du glucose

II.4.2.2.1. Principe

L'oxydation du glucose en acide gluconique est catalysée par le glucose oxydase produisant également du peroxyde d'hydrogène.

Le peroxyde d'hydrogène réagit avec la 4-aminoantipyrine et l'acide phydroxybenzoïque en présence de peroxydase pour donner un dérivé quinonique coloré, dont la coloration est proportionnelle à la concentration de glucose dans l'échantillon est mesuré à 505 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (El-Gayar *et al.*, 2012).



II.4.2.2.2. Mode opératoire

- **Préparation d'étalon**

Peser 0,25 g d'étalon Glucose et dissoudre dans 25 ml d'eau distillée.



▪ **Préparation de l'échantillon**

Le miel est dilué à 1 %, puis 1ml du miel est déposé dans une fiole jaugée de 100 ml et compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée. Le contenu est bien mélangé avant le dosage. Les étapes de préparation des tubes dosages et étalons sont présentées dans le tableau VIII.

Puis le mélange est bien homogénéisé au vortex et incubé à l'obscurité pendant 20 min.

La lecture est réalisée à 505 nm. (**Figure 32**) et les étapes de réalisation du dosage sont présentées dans le tableau VIII :

Tableau VIII Préparation des tubes pour la détermination du taux de glucose.

	Blanc	Dosage	Etalon
Eau distillée µl	10		
Echantillon µl		10	
Etalon de glucose µl			10
Réactifs ml	1	1	1

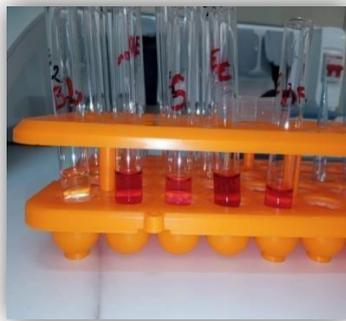


Figure 32: Mode opératoire

glucose (Photo originale, 2022).

de dosage du

II.4.2.2.3. Expression des résultats

Le dosage de glucose est donné par la formule suivante :

$$C = \frac{Do \text{ dosage}}{Do \text{ etalon}} \times c \text{ etalon}$$



II.4.3. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle ou évaluation sensorielle s'occupe de la mesure et de l'étude des propriétés organoleptiques d'un produit telles qu'elle est perçues par les organes sensoriels humains (ouïe, toucher, vue, odorat, goût) (Roux, 1994).

L'évaluation sensorielle est effectuée par 35 jurys sélectionnés. Les dégustateurs ont placé une petite quantité de miel (environ 5 g) sur leur langue, la dilué avec la salive et la projeté vers l'arrière de leur bouche pour évaluer la saveur et l'arôme via la voie retro-nasale.

Ensuite, le miel a été avalé lentement, et la persistance du goût a été évaluée. Cette procédure a été suivie pour tous les échantillons. La couleur et la texture est évalué à l'œil nue.

Les échantillons sont manipulés avec une spatule en plastique. Après chaque dégustation, un bain de bouche avec de l'eau minérale est nécessaire afin de ne pas être influencé par le goût précédent. Un questionnaire est mis à la disposition de chaque dégustateur afin qu'il puisse instantanément noter tout ce qu'il perçoit (**Annexe-VI**).

Chapitre III :

Résultats et discussion





Ce chapitre présente les résultats physico-chimiques, biochimiques et sensoriels obtenus à partir de l'étude réalisée sur trois types de miel : "Cidre", "Eucalyptus", "multi-floral".

III.1. Analyses physico-chimiques

III.1.1. Teneur en eau

Les résultats obtenus de la teneur en eau des trois échantillons différents sont illustrés dans la **figure (33)** ci-dessous. On observe que les valeurs varient entre 12,38% et 16,74%, on trouve que le miel multifloral présente la plus faible teneur en eau de $12,38 \pm 0,36\%$. Par contre le miel d'eucalyptus présente la plus forte teneur en eau de $16,74 \pm 0,00\%$ par rapport aux autres échantillons. Avec une teneur de $14,32 \pm 2,66\%$ enregistrée pour le miel de cidre. Ces valeurs sont conformes et largement en dessous de la limite maximale préconisée par le Codex Alimentarius (2001) qui est de 20% maximum. Par rapport aux résultats obtenus de (Mekious *et al.*, 2015) la teneur en eau de tous les miels analysés de Cidre, Eucalyptus, retama et réséda ... varie entre (13,07% et 15,56%), ainsi (Bakchiche *et al.*, 2018)) estiment des valeurs entre (14,1% et 18,5%) pour les miels étudiés de Cidre et Multifloral et Harnal ces résultats ne dépassent pas l'intervalle des normes de Codex alimentaire.

Le taux d'humidité le plus faible était de 12,38% dans le miel multifloral. Cela indique que le risque de fermentation est très faible dans cet échantillon, par contre avec le miel d'eucalyptus qui contient le taux d'humidité le plus élevé le risque de fermentation se produira avant le miel de cidre et multifloral. Mais selon la gamme de l'eau approuvée par le Codex Alimentarius (2001), les valeurs obtenues indiquent un bon degré de maturité et ces résultats indiquent que les miels étudiés sont maintenus dans de bonnes conditions de conservation.

Le miel est une solution de sucre sursaturée à faible activité hydrique, ce qui signifie qu'il n'y a pas assez d'eau pour soutenir la croissance des bactéries et des levures (Naman *et al.*, 2005), D'après Ouchemoukh (2012) un miel de bonne qualité est un miel récolté à faible teneur en eau. La teneur en eau dépend de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche et les facteurs climatiques et varie d'une année à l'autre (Bakchiche *et al.*, 2018 ; Acquarone *et al.*, 2007).

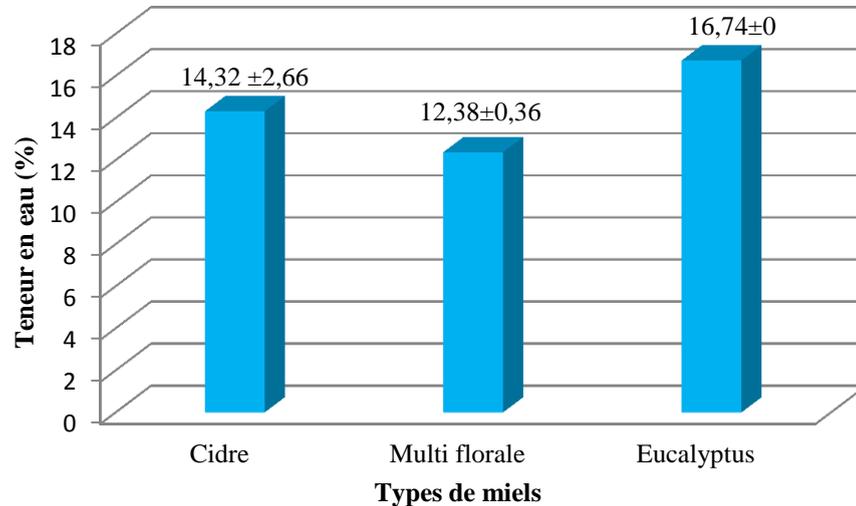


Figure 33 : Teneur en eau ou l'humidité de différents miels.

III.1.2. Conductivité électrique

Les mesures de la conductivité électrique des trois échantillons de miel sont représentées dans la **figure (34)** ci-dessous.

Les valeurs enregistrées de la conductivité électrique varient entre 0,314 et 0,484 mS/cm.

La plus faible valeur est de 0,314±0,003 mS/cm enregistré pour le miel multifloral, suivie de miel d'Eucalyptus d'une valeur de 0,479±0,016 mS/cm, puis le miel de cidre d'une valeur supérieure de 0,484±0,008 mS/cm. On observe que ces dernières sont recommandées par les Normes Européennes selon le Codex Alimentarius (2001) qui exige des normes de la conductivité qui ne dépassent pas 0,8 mS/cm. Les résultats obtenues sont proches aux résultats de Bakchiche *et al.*, (2018) dont la conductivité électrique des miels de Cidre et Multifloral et Harmal... varie entre 0,34 et 0,55mS/cm, ainsi (Achour et Khali, 2014) enregistrent des valeurs de miels de Cidre et Eucalyptus et Multifloral... variant entre 0,24 et 0,56mS/cm.

Selon les résultats obtenus l'origine botanique des trois échantillons des miels est sources de nectar Codex Alimentarius (2001). Quant à la différence de valeurs entre elles, les miels de couleur foncée conduisent mieux le courant électrique que les miels de couleur claire. Cela est dû à la différence de couleur par ailleurs plus la couleur est foncée, plus la richesse en matière ionisable et pollen (Belaidi et Kadri, 2018). Ce qui prouve ce que nous avons



trouvé, que le miel de cidre a une couleur plus foncée et une valeur plus élevée de la conductivité électrique par rapport aux miels d'Eucalyptus et multifloral.

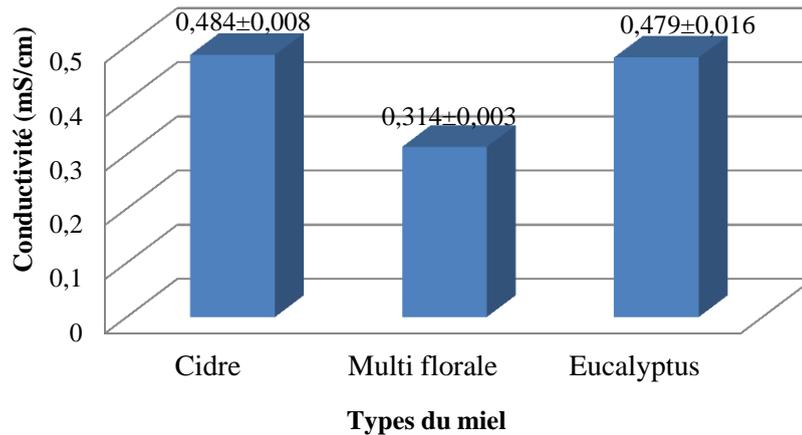


Figure 34 : Valeurs de conductivité électrique des trois échantillons du miel.

III.1.3. Teneur en cendre

Les mesures de teneur en cendre des trois échantillons de miel sont montrées dans la **figure (35)** ci-dessous.

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de teneur en cendre varient entre 0,03 % et 0,24 %. La plus faible valeur est de 0,03±0,03% enregistré pour le miel multifloral, suivie de miel d'Eucalyptus d'une valeur de 0,06±0,01%, puis le miel de cidre d'une valeur supérieure de 0,24±0,02%. Ces résultats sont donc en accord avec la limite autorisée par le Codex Alimentarius (2001), ainsi le taux de cendre qui est inférieur à 0,6%, montre que les trois échantillons de miel sont source de nectar Codex Alimentarius (2001). Les valeurs obtenues sont proches à celles trouvées par (Belhaj *et al.*, 2015) les échantillons analysés d'Eucalyptus et Multifloral..., variés de 0,13% à 0,33%, de même (Doukani *et al.*, 2014) trouvent que la teneur en cendre des échantillons analysés du miel Multifloral... varie de 0,09 à 0,45%.

Il existe une relation entre la teneur en cendre et la conductivité électrique, selon (Amri *et al.*, 2007) la détermination de la conductivité électrique et le contenu des cendres dans les variétés de miel nous a permis de connaître l'origine de miel et le contenu minérale de nectar, c'est-à-dire le taux de conductivité



électrique et de teneur en cendre distingue la quantité de la matière ionisable contenue dans le miel. On constate que le miel du jujubier (Cidre) contient la teneur en matière minérale plus que le miel d'Eucalyptus et multifloral. D'après ce que nous avons remarqué dans nos résultats obtenus, une augmentation de la teneur en cendre entraîne une augmentation de la conductivité électrique (Terrab *et al.*, 2003).

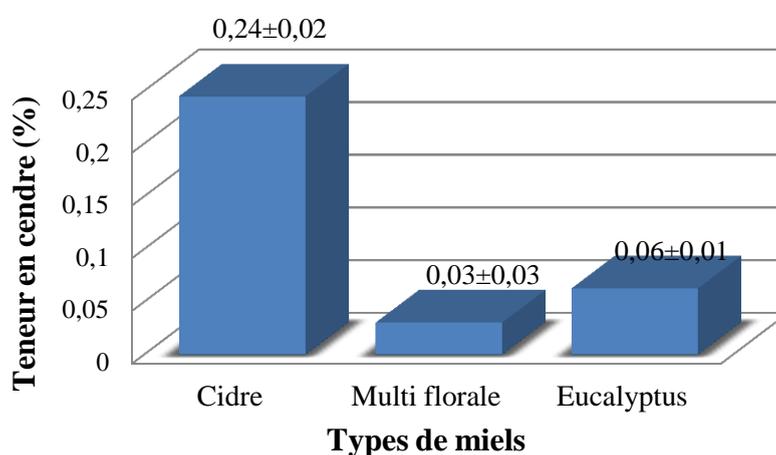


Figure 35 : Teneur en cendre des trois échantillons de miel.

III.1.4. pH

Les résultats relatifs au pH obtenu pour nos échantillons sont présentés dans la **figure (36)** :

Le miel analysé montre des valeurs de pH comprises entre 3,73 et 4,50, on observe que le miel multifloral présente une valeur du pH plus faible de $3,73\pm 0,09$ par contre le miel de cidre présente une valeur de pH élevée $4,50\pm 0,05$ et le miel d'Eucalyptus donne une valeur de pH de $4,14\pm 0,02$. Nos valeurs sont conformes aux recommandations du Codex Alimentarius (2001). Ainsi les résultats sont similaires à ceux d'Athmani *et al.* (2018) et Bouzit *et al.* (2019), qui ont montré que le miel est acide, avec un pH typiquement compris entre 3,3 et 4,7. Ainsi ces valeurs de pH sont proches à celles rapportées pour d'autres échantillons de miel d'Inde, du Brésil, d'Espagne et de Turquie, avec des valeurs de pH allant de 3,49 à 4,70 (Saxena *et al.*, 2010 ; Azeredo *et al.*, 2003). Ils semblent identiques à ceux rapportés par Malika *et al.* (2005), sur le miel marocain (3,80 - 4,50), Ouchemoukh *et al.* (2007), sur le miel algérien (3,49 - 4,43), Doukani *et al.* (2014), sur



le miel algérien variant entre 3,70 et 4,05, Crispin *et al.* (2018) les miels de la république démocratique du Congo variant entre 3,9 à 4,0. Aucun des échantillons que nous avons étudiés n'a dépassé les limites autorisées, ce qui peut être considéré comme un indicateur de fraîcheur (Doukani *et al.*, 2014).

Le pH du miel est très important lors de l'extraction et du stockage, car il affecte la texture, la stabilité et la durée de conservation. Le pH du miel est convenablement bas pour retarder ou arrêter la croissance de nombreuses bactéries (Bakchiche *et al.*, 2018) ;(Terrab *et al.*, 2004). La valeur du pH est une bonne norme de qualité, elle est incluse dans les normes internationales. Il peut être utilisé pour identifier l'origine botanique du miel. Tous les miels ont un pH acide, mais celui-ci peut varier d'un miel à l'autre (Ibrahim *et al.*, 2012). Cela dépend de l'abondance des acides organiques (tels que l'acide gluconique, l'acide pyruvique, l'acide malique et l'acide citrique) et en éléments minéraux du miel (Cavia *et al.*, 2007).

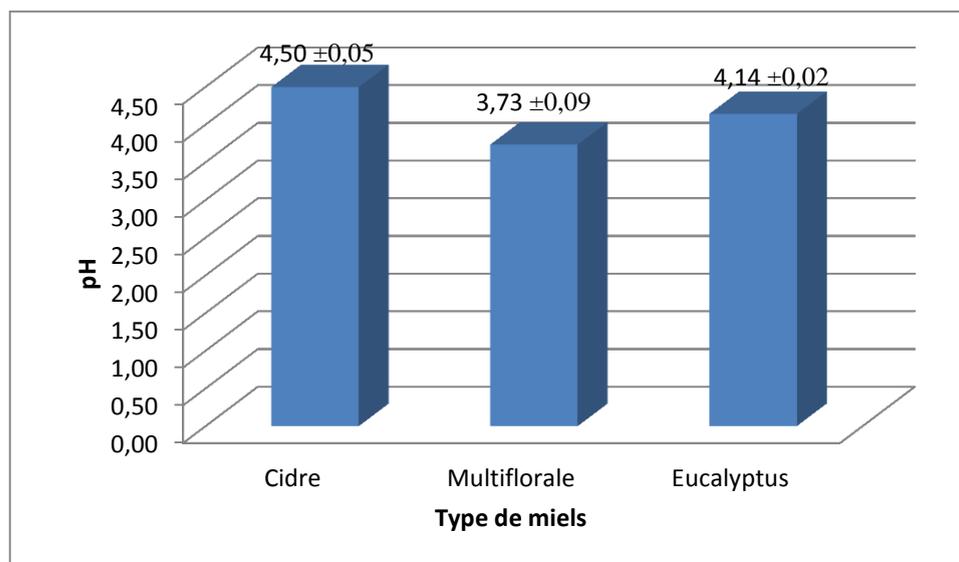


Figure 36: Variation du pH de l'ensemble des miels analysés.

Donc nos résultats ont confirmé le caractère acide de ces échantillons, ce qui signifie que le miel est riche en acides organiques, principalement l'acide gluconique (Bogdanov *et al.*, 2004) qui est produit par le glucose oxydase lors de l'oxydation du glucose. Ibrahim *et al.* (2012) ont montré que le miel est naturellement acide quelle que soit son origine géographique, probablement en raison de la présence d'acides



organiques qui contribuent à sa saveur et à sa stabilité contre la détérioration microbienne. En fait, la source de la fleur joue un rôle clé dans le pH, le miel de nectar ayant un pH acide de 3,5 à 4,5, tandis que le miel de miellat est moins acide, avec un pH supérieur à 4,5 (Schweitzer, 2005). Nous pouvons conclure que nos échantillons sont tous du miel de nectar. Les variations de pH peuvent être dues à la flore butineuse, à la sécrétion salivaire des abeilles mellifères et les processus enzymatiques et fermentaires lors de la conversion des matières premières (Belhaj *et al.*, 2015 ; Khalil *et al.*, 2012).

III.1.5. L'acidité libre

Les résultats de l'acidité obtenus sont représentés sur la **figure (37)**. Les valeurs de l'acidité libre des miels analysés varient entre 14,67 méq/kg et 22 méq/kg. On trouve que le miel multifloral présente l'acidité la plus faible de $14,67 \pm 2,5$ méq/kg. Par contre le miel de cidre présente une acidité plus forte de $22 \pm 3,6$ méq/kg, ainsi un taux d'acidité de 19 ± 1 méq/kg est enregistré pour le miel d'Eucalyptus.

On constate que les valeurs d'acidité libre ont été dans la fourchette normale fixée par le Codex Alimentarius (2001) qui est inférieur à 50 méq/kg. Les valeurs sont similaires à celles rapportées par Bakchiche *et al.* (2018), sur les miels locaux en Algérie (19,35 à 23,28 méq/kg), Doukani *et al.* (2014), sur le miel algérien variant entre 19,56 à 38,91 méq /kg, Djabelkhier et Lehacini (2017) sur le miel de wilaya de Jijel. Ces valeurs de pH sont proches à celles rapportées pour d'autres échantillons de miel avec des valeurs entre 16 à 48 méq/kg (Radjeh *et al.*, 2019) et par Achour *et al.* (2014) : 10 à 40 méq/kg, Belhadj *et al.*, (2015) sur les miels marocains (19,49 à 33,42 méq/kg).

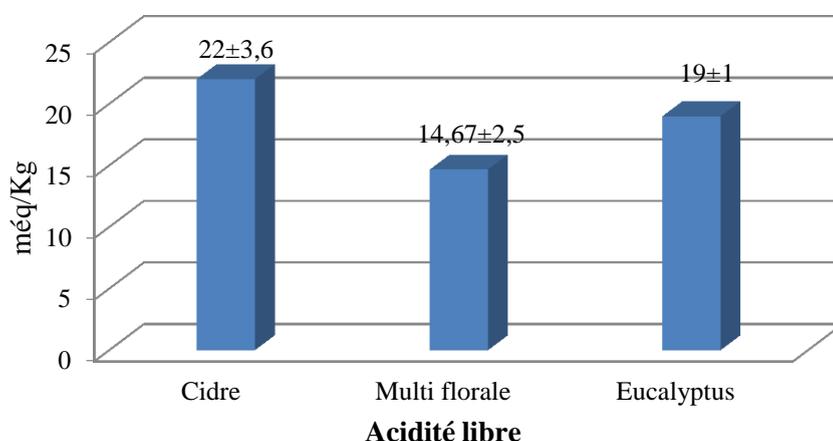


Figure 37 : Acidité de différents miels étudiés.

Ainsi nos résultats indiquent l'absence de fermentations indésirables (Ajrouni et Sujirapi-nyokul, 2010 ; Fallico *et al.*, 2004). L'acidité libre est un critère important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette acidité provient d'acides organiques dans certains sont libres et d'autres combinés sous forme de lactones (Gomes *et al.*, 2010 ; Bogdanov *et al.*, 2004). La variation de l'acidité dans les différents miels peut être attribuée à l'origine florale ou à des variations en raison de la saison de la récolte (Bakchiche *et al.*, 2018). Certains de ces acides proviennent du nectar ou du miellat, mais leur origine principale provient de sécrétions salivaires de l'abeille pendant l'élaboration du miel ou résultats des réactions enzymatiques et de fermentations. L'acide gluconique est un dérivé de glucose, il est le principal composé responsable de l'acidité du miel (Elise *et al.*, 2011 ; Gomes *et al.*, 2010 ; Bogdanov *et al.*, 2004).

III.1.6. Degré de Brix

Les résultats obtenus de degré Brix des trois différents échantillons du miel sont illustrés dans la **figure (38)** ci-après. Les valeurs enregistrées de degré Brix varient entre 81,5 % et 85,7%, Nous remarquons que le miel d'Eucalyptus présente un faible degré Brix de 81,5±00%, ainsi un degré Brix élevé est enregistré pour le miel multifloral de 85,7±0,36%, puis le miel de cidre d'une valeur 83,97±2,66%. Ces résultats sont en accord avec ceux fixés par le Codex Alimentarius (2001). Les valeurs sont élevées à celle trouvées par (Benameur, 2014) avec un degré Brix de 78%



exprimé dans le miel d'Eucalyptus et sont proches à celles trouvées par (Zekrini,2012) de valeur 81,1% qui sont enregistrées chez le miel d'orange obtenus à différentes régions. Ainsi les travaux de Mehdi (2016) montrent un degré Brix de 82,2à 86% exprimé dans plusieurs miels dont le cidre et multifloral

Les miels qui présentent une teneur en sucre supérieure à 60% ont pour origine le nectar. Codex Alimentarius (2001). Ainsi il est expliqué par la richesse de ces miels en sucre, car ces derniers sont les constituants majeurs du miel (Zekrini, 2012).

Ces résultats montrent que la variabilité de la teneur en matière sèche des échantillons étudiés dépend de la teneur en eau du miel. Ce qui est approuvé par Makhloufi *et al.* (2010), qui montrent que la variation des paramètres (densité, indice de réfraction et le taux de matière sèche) est en relation directe avec la teneur en eau.

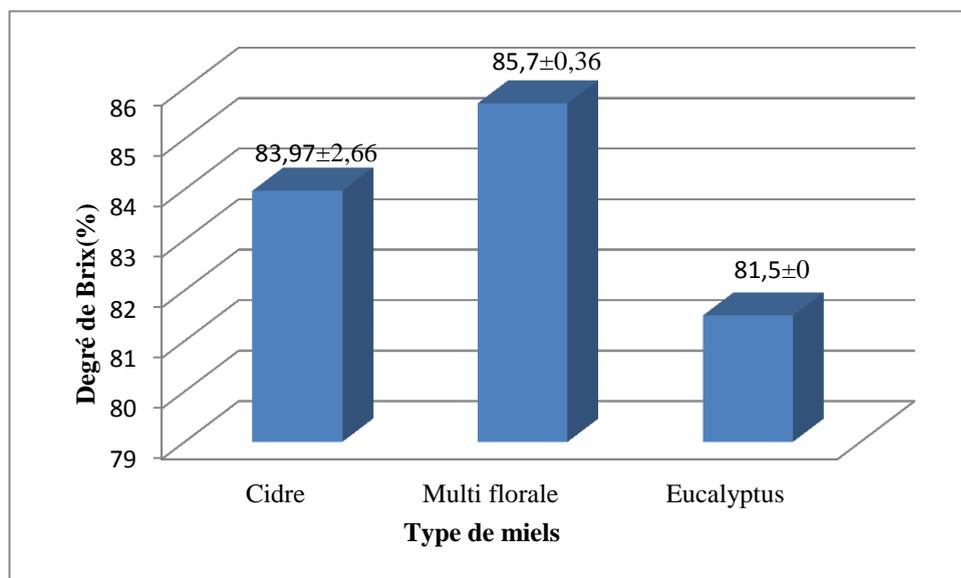


Figure 38: Degré Brix des trois types du miel.



III.2. Analyses biochimiques

III.2.1. Dosage de protéine

Les résultats obtenus de la teneur en protéine des trois différents échantillons de miel sont illustrés dans la **figure (39)** ci-dessous. On observe que les valeurs varient entre 0,04% et 0,05%, le miel de Cidre présente la plus faible teneur en protéine de $0,04 \pm 0,18$ % par contre les miels Multifloral et Eucalyptus présentent la plus forte teneur en protéine de $0,05 \pm 0,12$ % et $0,05 \pm 0,55$ % respectivement. Les résultats obtenus sont similaires à ceux rapportés par Djabelkhier *et al.* (2017) qui trouvent que la teneur en protéine de l'échantillon analysé Multifloral est de 0,04%. Ainsi Amessis *et al.* (2015) enregistrent des valeurs qui varient entre (0,02 % et 0,17%) pour les miels d'Eucalyptus et Multifloral...).

Les concentrations en protéines des miels varient suivant leurs origines botaniques et géographique, les conditions et le temps de leur entreposage, la présence des enzymes ajoutées par des abeilles pendant le processus de mûrissement et aux grains de pollen y présents (Moniruz-zaman *et al.*, 2013 ; Alvarez- Suarez *et al.*, 2010).

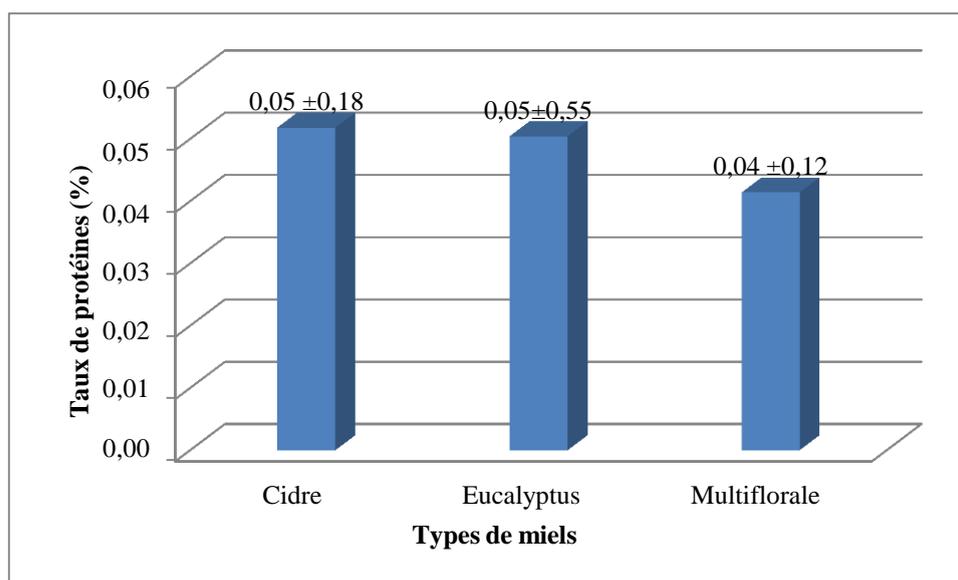


Figure 39: Taux des protéines de différents types de miels.



III.2.2 Dosage du glucose

Les résultats obtenus de dosage du glucose sont illustrés dans la **figure (40)** ci-dessous. Le glucose représente le principe composant de tous les types de miel (Küçük *et al.*, 2007). Les valeurs de glucose de nos échantillons varient entre 19,29% et 22,08%. On trouve que le miel Multifloral présente une concentration de $19,29 \pm 0,31\%$ inférieure aux autres types de miels, par contre le miel de Cidre présente une concentration en glucose élevée de $22,08 \pm 0,03\%$. Ainsi le miel d'Eucalyptus, montre une concentration de $21,35 \pm 0,10\%$. Ces résultats semblent être inférieurs par rapport aux normes exigées par le Codex Alimentarius (2001), qui est de 26 à 36% pour glucose.

Ainsi nos valeurs sont inférieurs à celle trouvées par (Belhaj *et al.*, 2015) pour les échantillons de miels étudiés, dont le miel d'Eucalyptus et de Thym..., les valeurs varient successivement de 23,35 % à 33,37%, ainsi nos valeurs sont inférieurs à celle trouvées par (Homrani, 2020) qui détermine le taux de glucose sur plusieurs miels dont le miel d'Eucalyptus et de Cidre...il note des valeurs varient entre 23,7 et 34,1% des miels de nectar étudiés.

Ces résultats suggèrent que, dans certains cas, la composition en sucre peut déterminer l'origine botanique de certains miels monofloraux, et que les proportions de différents sucres dans les miels varient considérablement. Cela dépend directement du type de fleurs que butinent les abeilles (Louveaux, 1968).

Bounsiar *et al.* (2018) ont montré que plus la teneur en glucose était élevée, plus le miel cristallisait rapidement, et que le miel contenant plus de 28 % de glucose cristallisait très rapidement, et que la concentration en fructose était également plus élevée. La cristallisation est plus lente par rapport au glucose (rapport fructose/glucose).

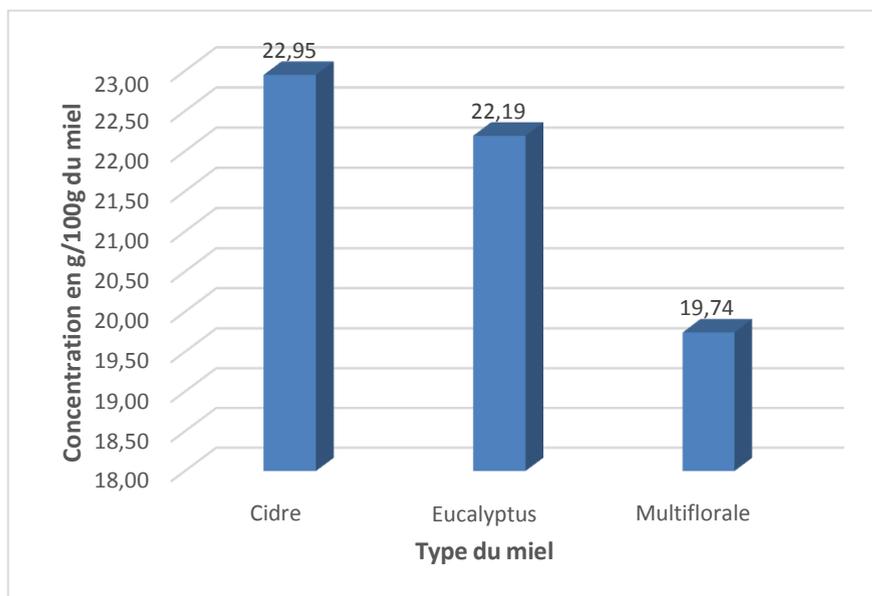


Figure 40 : Les valeurs de teneur en glucose pour différents miels étudiés

III.3. Analyse sensorielle

L'analyse physico-chimique n'est pas suffisante pour déterminer les caractéristiques sensorielles du produit et pour cette raison, nous avons recours à l'analyse sensorielle elle-même (Abersi *et al.*, 2016). En pratique, le miel est tout d'abord apprécié visuellement (couleur et texture), on examine ensuite son odeur et à la fin son goût. La différenciation de l'odeur est spécialement importante (Zekrini, 2012). Après l'examen du goût, la bouche doit absolument être neutralisée. Les meilleurs moyens de neutralisation sont des pommes acides ou du thé de cynorhodon, mais on peut cependant aussi boire de l'eau (Piana *et al.*, 2004) et c'est le cas pour notre analyse.

III.3.1. Couleur

Les résultats de l'évaluation de la couleur de nos échantillons de miel sont présentés dans la **figure (41)** ci-dessous.

Il ressort des résultats obtenus que le miel de cidre contient un degré de couleur marron foncé plus élevé, suivi du miel d'Eucalyptus avec un degré de couleur marron inférieur à celui du miel de cidre et finalement, le miel de multifloral présente une couleur plus claire, il apparaît marron clair avec une tendance au jaunissement. Comme l'ont montré des études



est élevée plus la couleur est foncée (El Sohaimy *et al.*, 2015). Cela signifie que le miel de cidre contient plus de matière minérale, puis le miel d'Eucalyptus, puis le miel multifloral. Et en rapport avec les résultats obtenus de teneur en cendre de nos miels, nous avons constatés que les résultats confirment les données de Sohaimy *et al.* (2015), car l'incinération du miel nous révèle la quantité des éléments minéraux contenue dans chaque type de miel, la teneur en cendre élevée reflète une quantité élevée des éléments minéraux et par conséquent le miel contient une couleur plus foncée.

D'autre part la variation de la couleur peut être influencée par les facteurs géographiques et climatiques connues et selon l'origine botanique (Djabelkheir, 2017).

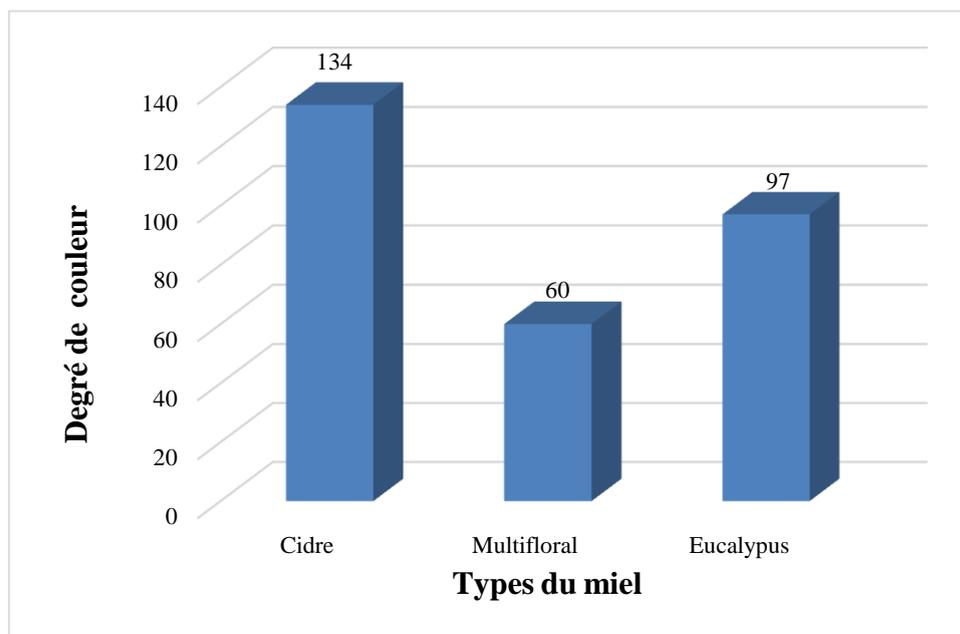


Figure 41 : Evaluation de couleur de différents miels analysés.

III.3.2. L'odeur

L'évaluation de l'odeur de nos échantillons du miel est présentée dans la **figure (42)** ci-dessous. Les résultats montrent que le miel d'Eucalyptus présente une odeur plus forte, suivi du miel de cidre avec son arôme particulière, puis du miel multifloral avec une odeur faible. Cela est en relation étroite avec l'origine florale de chaque miel, selon Gonnet, (2005) l'odeur



étude, montre que le miel de cidre contient un arôme du nerprun (fruit de cidre), mais pour le reste du miel ça été difficile de distinguer l'origine de son arôme, cela semble être dû à des facteurs de stockage, dès que le pot est ouvert, une grande partie des substances volatiles peuvent être perdues du miel et pour cela les odeurs s'évaporent très rapidement et varient considérablement (Guerzou et Nadji, 2009). Dans ce contexte Amiot *et al.* (1989) montrent que le miel possède de nombreuses substances volatiles responsables de ses odeurs et de ses saveurs. Ces composés volatils varient avec l'origine botanique dont la famille la plus étudiée est celle des composés phénoliques. Les odeurs obtenues peuvent être végétales, puissantes ou non, florales ou fruitées, fines, lourdes, vulgaires... (Guerzou et Nadji, 2009).

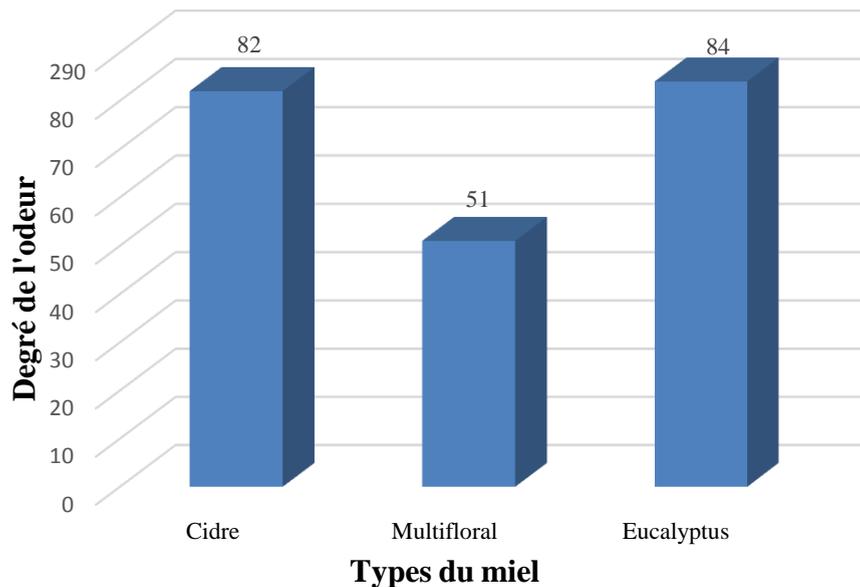


Figure 42 : Evaluation de l'odeur de différents miels.

III.3.3. Saveur

L'évaluation de la saveur de nos échantillons de miel est illustrée à la **figure (43)** ci-dessous. Il est important de noter que le nectar a un goût plus sucré, suivi du miel de pomme, moins sucré, puis du miel d'eucalyptus, moins sucré, avec un goût légèrement acide. Chaque goût a sa propre référence. Le miel a un goût sucré. Les miels ont une proportion plus élevée de saccharose, comme le miel multiflore, tandis que les miels au goût aigre sont dus à la proportion d'acide citrique, comme le miel d'eucalyptus (Moussaoui, 2011). Par conséquent, Zekrini (2012) a souligné que plus le miel n'est foncé, plus le goût n'est prononcé. Exemple

du cidre de pomme, qui a un goût brun foncé et presque d'argousier, qui est également associé



au miel noir, qui a généralement un goût plus prononcé et est riche en sels minéraux ; le miel clair a un goût plus délicat (avec un autre La saveur change et disparaît rapidement lorsque les ingrédients sont mélangés) (Bradbear, 2010).

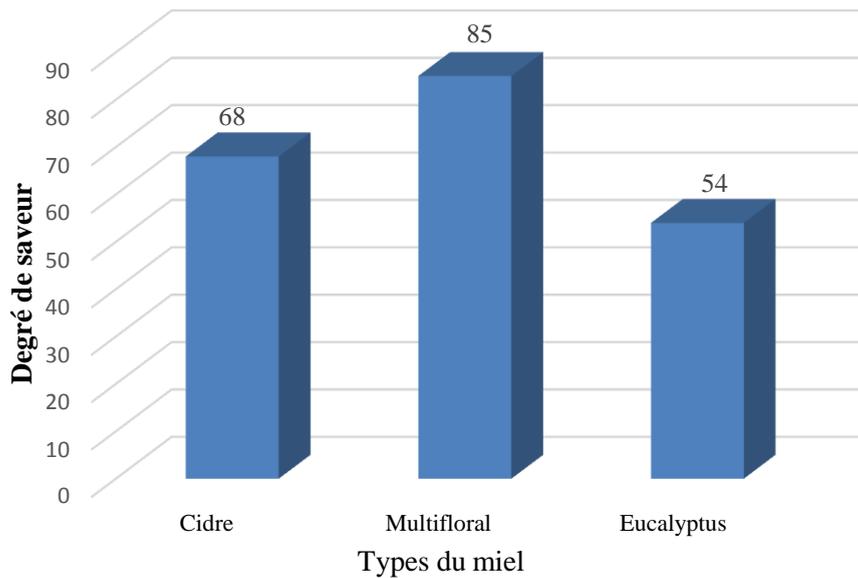


Figure 43 : Saveur de différents miels analysés.

III.3.4. Texture

L'évaluation de la texture de nos échantillons de miel est illustrée à la **figure (44)** ci-dessous. La texture dépend en grande partie de la source du nectar, elle détermine l'expérience gustative ultérieure et caractérise le miel. Il peut être liquide, crémeux, collant ou même granuleux (Lagha, 2017).

Ici, nous avons consacré notre étude à lier la texture à la viscosité, et on remarque que le miel multiflore a une texture très visqueuse, suivi du miel de cidre avec une viscosité plus faible, puis du miel d'Eucalyptus avec une texture moins visqueuse, c'est-à-dire liquide. Cristallin fin ou grossier, dur ou mou, pâteux ou liquide, le miel peut se présenter sous plusieurs formes. Cependant, s'il est complètement liquide au moment de l'extraction (Abersi *et al.*, 2016), le miel ne le restera pas indéfiniment. Au fil du temps, sa texture se transforme en miel cristallisé, qui varie avec la teneur en sucre et en eau, et est affectée par la température et le stockage (Abersi *et al.*, 2016).

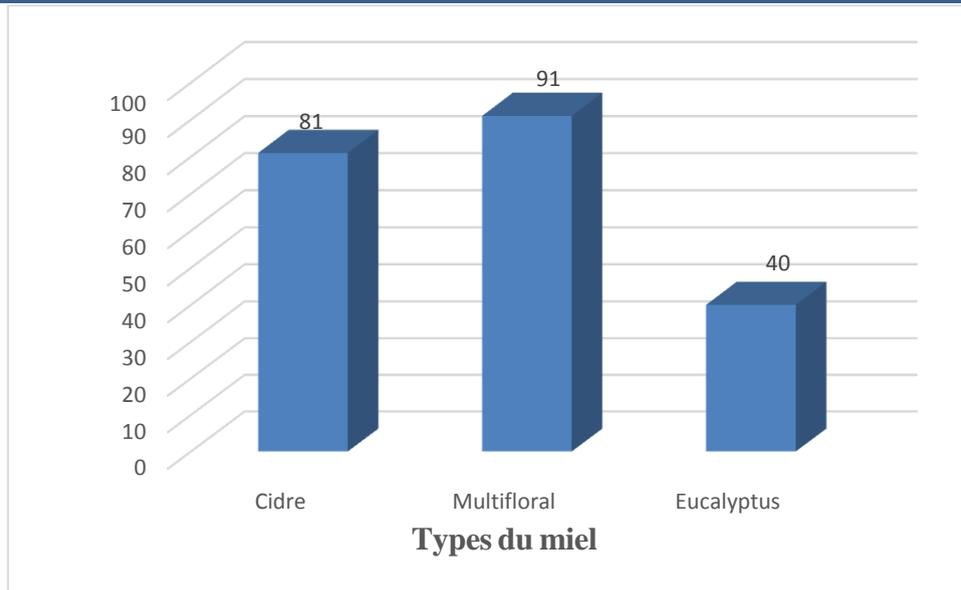


Figure 44: représentation graphique d'évaluation de texture de différents miels.

Conclusion et perspectives





CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Conclusion :

La présente étude est menée dans le cadre de l'évaluation de la qualité de trois échantillons de miel, en se basant sur l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques, ainsi que des analyses biochimiques et d'analyse sensorielle qui a porté sur la détermination des paramètres organoleptiques notamment : la couleur, consistance, odeur, goût et arôme.

Chaque paramètre étudié contribue à un indice précis sur la qualité du miel. Quand l'acidité et la teneur en eau obtenu nous indiquent que nos miels sont conservables et ne l'exposent pas à un au risque de fermentation. Les résultats de la conductivité électrique, la teneur en cendre et degré de Brix obtenus révèlent que toutes les variétés de miel étudiées sont des miels de nectar. Les valeurs de pH de miel sont différentes selon le type de nectar. Les miels ont une densité établie par le Codex Alimentarius, confirment bien nos résultats.

La détermination de la teneur en protéine donne des informations d'origines botaniques et géographique, les conditions et le temps de leur entreposage, la présence des enzymes ajoutées par des abeilles pendant le processus de murissement et aux grains de pollen. Le dosage de glucose montre que l'identification l'origine botanique et la proportion des différents sucres présents dans un miel est très variable dépend du type de fleurs butinées par les abeilles.

Les résultats de différents paramètres étudiés nous permettent de constater que nos échantillons de miel sont de bonne qualité selon les normes établies par la commission de Codex Alimentarius ; les paramètres étudiés différents d'un miel à un autre et relèvent quenos échantillons de miel analysés d'origine de nectar. Cependant, la qualité du miel est affectée par divers facteurs dont dépend la qualité : origine botanique et géographique, conditions climatiques de récolte, conditions et méthodes d'extraction, conditions de stockage et de transport, nourriture pour les abeilles et abondance des ressources végétales dans la région.



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En ce qui concerne l'analyse sensorielle, elle est divisée en deux parties :

- appréciation des caractères d'apparence (couleur, consistance).
- appréciation des caractères organoleptiques (odeur, goût).

Concernant la couleur présentent une coloration qui va du jaune or au brun foncé en passant par les gammes de jaune.

La plupart de nos échantillons ont une consistance épaisse.

L'odeur des échantillons présente une odeur fine sauf pour miel de cidre présente une odeur puissante cela peut s'expliquer par leur origine florale. Et pour le goût/arôme, nous notons que les miels analysés présentent des goûts qui vont d'une douceur faible, moyenne puis bonne avec une intensité de saveur qui va de moyenne.

En termes de perspective et dans le but d'effectuer ce travail, il serait intéressant :

- L'utilisation d'autres types de miels et effectuer des analyses physico-chimiques sur une large gamme d'échantillons de miel.
- D'optimiser d'autres paramètres influençant sur la qualité du miel : l'osmolarité, la détermination des taux de l'HMF, de l'activité de l'invertase et les composés phénoliques.
- L'évaluation de l'activité antibactérienne des produits de la ruche sur une largegamme de bactéries pathogènes et résistantes afin de valoriser l'utilisation des substances naturelles dans le traitement des différentes maladies.
- L'approfondissement de l'évaluation de la qualité des produits de la ruche, dans le but de protéger le consommateur et de faire un meilleur choix des produits.

Outre, les perspectives d'ordre analytique, il est souhaitable de consacrer des moyens de contrôle de qualité des miels et d'élaborer un cahier des normes Algériennes.



A

Abdelmoughit, E. (2014). Les vertus du miel dans la cicatrisation dirigée des

Abersi, D., Henna, K., & Rahem, A. (2016). Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de certains miels locaux et importés. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 96p.

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.

Abousseddik, B. (2008). «Les miracles du miel. Merveilles Coraniques». Texte parus dans El Moudjahid.

Achite, A., & Hamoumane , H. (2018). Analyses physico-chimiques et activité antibactérienne de quelques échantillons du miel Algérien. Mémoire de master. Université de Djilali Bounaama de Khemis Miliana, Khemis Miliana, 107p.

Achour, H. Y., & Khali, M. (2014). Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et

Acquarone C., Buera P., and Elizalde B. (2007). Pattern of PH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. Food Chem. 101: 695-703p.

Adam, G. (2011). Botanique apicole, production de nectar et de pollen. COURS, école d'apiculture Ruchers du Sud-Luxembourg, 11p.

Adebiyi, F. M., Akpan, I., Obiajunwa, E. I., et Olaniyi, H. B. (2004). Chemical/physical characterization of Nigerian honey. Pakistan journal of Nutrition, 3(5), 278-281p.

Ajlouni, S., et Sujirapinyokul, P. (2010). Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. Food Chemistry, 119(3), 1000-1005.

Alqarni, A.S., Owayss, A.A., and Mahmoud, A.A. (2012). Physicochemical characteristics, total phenols and pigments of national and international honeys in Saudi Arabia. Arabian Journal of Chemistry, 11 : 13p.

Altman, N. (2010). The honey prescription : the amazing power of honey as medicine . 1^{er} édition., Healing Arts Press: division of Inner traditionsinternational. Vermont, 256p.

Alvarez, L. M. (2011). Honey proteins and their interaction with polyphenols. Master of Science. Brock University, St. Catharines, Ontario, 93p.



Références bibliographiques

Alvarez-Suarez JM, Tulipani S, Diaz D, Estevez Y, Romandini S, Giampieri F, Damiani E, Astolfi P, Bompadre S et Battino M. (2010). Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food Chem. Toxicol.* 48, 2490-2499.

Amiot, M.J., Amessis, N., Ait mansour, K. (2015). Propriétés physicochimiques et activités biologiques de quelques miel. Mémoire de Fin de Cycle en vue de l'obtention du diplôme. Université A. MIRA – Bejaia, 49 p.

Amri A. (2006). Evaluation physico-chimique et détermination de l'origine botanique de quelques variétés de miel produites à l'Est d'Algérie. Mémoire Magistère de Biologie en Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar, Annaba, 33-51p.

Anchling F, (2005) : juin, sommet de développement des colonies, mais quid de la première récolte. *Revue j'abeille de France* N° 915. 07p.

Anonyme, (2005). Annuaire statistique de la wilaya de Ghardaïa. Direction de la planification et d'aménagement du territoire. 108 p.

Aoac, (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. In K. Helrich.

Aouabdia, S., Berkani, C., & Adoui, M. (2018). Evaluation de l'activité antibactérienne de la propolis vis-à-vis des *S. aureus* résistantes à la métilicine.

Athmani, M., Elmesaadi, H., Tifouti, O. (2018). L'effet antibactérien du miel et de la propolis sur les bactéries impliquées dans les infections nosocomiales. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945, Guelma. 68p.

Aubert, S., Gonnet, M. et Tacchini, M. (1989). Les composés phénoliques des miels : étude préliminaire sur l'identification et la quantification par familles. *Apidologie*, 20 (2) : 115-125p.

Azeredo L. D. C., Azeredo M. A. A., De Souza S. R. and Dutra V. M. L, (2003). Protein content and physicochemical properties in honey samples of *Apis Mellifera* of different floral origins. *Food Chem.* 80 : 249–254p

B

Bakchiche, B., Habati, M., Benmebarek, A., et Gherib, A. (2018). Caractéristiques physico-chimiques, concentrations des composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6(1), 118- 123p.

Balas, F. (2015). Les propriétés thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en médecine générale : revue de la littérature. Thèse de doctorat. Université de NICE SOPHIA-ANTIPOLIS, Nice, 85p.

Belaidi, A. Kadri, R ; (2018). Variabilité physico-chimique de miels. Mémoire de master. Université de Belhadj Bouchaïb d'Ain-Temouchent, Ain-Temouchent, 63p.

Belay, A., Solomon, W. K., Bultossa, G., Adgaba, N., & Melaku, S. (2013).



Références bibliographiques

Physicochemical properties of the Harennna forest honey, Bale, Ethiopia. Food chemistry, 141(4), 386-392p.



Références bibliographiques

- Belhaj, O., Oumato, J., et Zrira, S. (2015).** Étude physicochimique de quelques types de Miels marocains. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 3(3), 71- 75p.
- Ben Sefia, Baali, M. (2019).** Analyses physico-chimiques et propriétés antioxydantes dumiel. Mémoire de master. Université de Mohamed El Bachir El Ibrahim, B.B.A, 60p.
- 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
- Benkhaddra ,H., & Ghabane, R. (2014).** Les paramètres physicochimiques du mielet l'effet de l'humidité sur le développement des micro- organisme. Mémoire de master. Université de Mohamed El Bachir El-Ibrahimi , Bordj Bou Arreridj, 62p.
- Bertoncel, J., Dobersek, U., Jammik, M., Golob,T. (2007).** Evaluation Of The Phenolic Content, Antioxidant Activity And Colour Of Slovenian Honey. *Food Chemistry*.105 : 822–828p.
- Blanc,(2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat. Université de Limoges, Limoges, 142p.
- Blasa, Candiracci, M. A., PiacentiI, M., Andpiatti, E. (2007).** Honeyflavonoids as protection agents againts oxidative damage to humainredblood cells. *Food Chemistry*, 104.P: 1635-1640.
- Bogdanov, S. (1997).** « Nature and Origin of the Antibacterial Substances in Honey». *Lebensm.-Wiss. Technologie*, volume. 30, p. 748–753.
- BogdanovV S ; Matzke ,A (2003).** La propolis – un antibiotique naturel .
- Bogdanov, S. (2011).** Elaboration and harvest of honey. *The Honey Book*, 8-14p.
- Bogdanov, S. (1984).** Characterisation of antibacterial substances in honey. *Le bensmittel Wissenschaft und-Technologie* 17, 74-76.
- Bogdanov, S., Bieri K, Kilchaman U. and Gallaman P. (2005).** Miels monofloraux Suisse .ALP Forum 23 : 1-55p.
- Bogdanov, S., Bieri, K., Gremaud, G., Iff, D., Känzig, A., Seiler, K., Stöckli, H., et Zürcher, K. (2004).** Produits apicoles, 23A Miel. Revus par le groupe d'experts « Produits apicoles » p 37.
- Bogdanov, S., et Blumer, P. (2001).** Propriétés antibiotiques naturelles du miel. *Revue Suisse d'Agriculture*, 98(3) : 107–114p.
- Bogdanov, S., Iullmann, C., Martin, P., Von Derohe, W. ,Russmann, H. ;**



Références bibliographiques

Bogdanov, S., Ruoff, K., & Oddo, L. P. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35(Suppl. 1), S4-S17.

Bogdanov, S., Tomislav, J., Sieber, R., Gallmann, P. (2008). «Honey for

Bogdanov, S., Tomislav, J., Sieber, R., Gallmann, P. (2008). «Honey for Nutrition and Health». *American Journal of the College of Nutrition*, vol. 27, p. 677-689.

Bonté, F., & Desmoulière, A. (2013). Le miel : origine et composition. *Actualités pharmaceutiques*, 52(531), 18-21p.

Boucif, O., W. (2017). Etude comparative de la diversité floristique de trois stations de Remchi (Wilaya de Tlemcen) et estimation de la qualité du miel récolté. Mémoire de master. Université de Tlemcen. Tlemcen, 74p.

Bouknani, S., Langueure, N.E. (2020). Etude bibliographique de la qualité des miels de Mitidja. Mémoire de master. Université de Saad-Dahlab Blida 1, Blida, 80p.

Bounsiar, N., Younes Chaouche, L. (2018). Contrôle qualité des miels locaux et importés. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 117p.

Bouzit, Said, Said Laasri, Mohamed Taha, Abdelaziz Laghzizil, Abdelwahed Hajjaji, Francesca Merli, and Cinzia Buratti. (2019). "Characterization of Natural Gypsum Materials and Their Composites for Building Applications" *Applied Sciences* 9, no.12: 2443.

Bradbear, N. (2010). Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles. FAO. 19^{ème} édition, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 172p.

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2), 248-254p.

Bruneau, E. (2002). Les produits de la ruche. In *Le traité rustica de l'apiculture*. Paris, Rustica, p. 354-384.

Buveka Ngoma, C., Onzeli Ilanga, F., Samu-Mi Kwemani, G., Eale Efoto. (2018). Quelques paramètres physicochimiques des miels de quatre provinces de la République Démocratique du Congo en relation avec leur qualité et leur stabilité, *Afrique Science*, 14(5), 415-424p.



Références bibliographiques

C

Canini A., DE Santis L., Leonardi D., DI Giustino P., Abbale F., Damesse E. et Cozzani ,R. (2005). Qualificazione dei mielie e piante nettarifere del Camerun Occidentale. *La Rivista di Scienza dell'Alimentazione*, anno n 34 , p: 4.

Catays, G. (2016). Contribution à la caractérisation de la diversité génétique de l'abeille domestique *Apis mellifera* en France : cas du locus *csd* de détermination du sexe (Doctoral dissertation), France, 314p.

Cavelier, É. (2013). Le miel : composition et techniques de production. *Mémoire de master de traduction italien-français*. Université SorbonneNouvelle–Paris, 3, 121p.

Cavia, M.M., Fernandez-Muino, M.A., Alonso-Torre, S.R., Huidobro, J.F. et Sancho, M.T. (2007). Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 100: 1728–1733p.

Chataway,H. (1932). *Canadian journal of research* 6 (1932) 532-547p.

Chauvin. R (1968). Actions physiologiques et thérapeutiques des produits de la ruche, in *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris, 116-155p.

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).

Chouia, A. (2014). Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout. Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider Biskra, Biskra, 102p.

Christina, K. (2014). Comment maîtriser la teneur en eau du miel ? Agroscope, Centre de recherches apicoles CRA, 3003 Berne) et Ruedi Ritter (apisuisse). *Revue Suisse Apiculture - No 8*.

Clément, H. (2015). *Le guide des miels : 50 miels à découvrir*. Fleurus. 1^{er} édition., RUSTICA, 64p.

Clément, H. (2015). *Le traité Rustica de l'apiculture*. 1^{er} édition., RUSTICA, 528p.

Codex Alimentarius, (2001). Programme Mixte FAO/OMS Sur Les Normes Alimentaires. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, 1-31p.

D

Da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Costa, A. C. O., et Fett, R. (2016). Honey : Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, 309-323p.

Darrigol, J. L. (2007). Apithérapie: miel, pollen, propolis, gelée royale. *Dangles Ed.* 2007, 271p.



Références bibliographiques

David A, H., Carlos, A. U. and Gomez-Cordoves, C., 2011- Role of honey polyphenols in health. *Journal of Api Product and Api Medical Science*, 3 (4), 141 – 159.

Djabelkhier, T., Le Hacani, S., & Laib, E. (2017). Etude physicochimique de quelques miels locaux et autres importés (Algérie). Mémoire de master. Université de Jijel, Jijel, 102p.

Djoubar, B., & Zatout, M. (2019). Différents types de miel dans les régions de M'sila et Batna. Mémoire de master. Université Mohamed BOUDIAF de M'sila, M'sila, 69p.

Domergo R. (2002). Santé, bien-être, apithérapie. In *Le traité rustica de l'apiculture*. Paris,

Doukani, K., Tabak, S., Derriche, A., et Hacini, Z. (2014). Étude physico-chimique et phyto-chimique de quelques types de miels Algériens. *Revue Ecologie-Environnement*, 10, 37-49p.

E

El-Gayar, K. E., Ibrahim, M. A., Mohamed, S. H., Zakaria, Z., & Al-hameed LHAMEED, A. S. A. (2012). Application of extracted peroxidase enzyme from turnip roots (*BRASSICA NAPUS*) in clinical diagnostic kit. *Int J Cur Res Rev*, 4(21), 17-22.

El Sohaimy, S.A., Masry, S.H.D et Shehata, M.G. (2015). Physico-chemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Science*, 60 : 279- 289p.

Elise Mbogning J., Tchoumboue F., Damesse M., Sanou Sobze., Antonella Canini (2011). « Caractéristiques physico-chimiques des miels de la zone Soudano-guinéenne de l'Ouest et de l'Adamaoua Cameroun » ; *TROPICULTURA* : 168-175p.

Emmanuelle H., Julie C. et Laurent G, (1996). Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie-Virtuelle apicole.

Etienne, K. (2014). Des initiatives pour une meilleure gestion du terroir par les populations à Ibi village sur le plateau du Batéké, Congo, 63p.

Evans, E., & Butler, C. A. (2010). *Why Do Bees Buzz? Fascinating Answers to Questions about Bees.* Rutgers University Press. The British Library, United States of America, 257p.



Références bibliographiques

F

Fallico, B., Zappala, M., Arena, E., et Verzera, A. (2004). Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85(2), 305-313p.

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.

G

Gavrilovic, M. Maginot, M. J. Schwartz-Gavrilovic, C. Wallach, J. (1999). Manipulations D'Analyse biochimique . 3^{ème} édition. 453p.

Ghlamallah, F. & Hadjab, N. (2020). Evaluation de quelques paramètres physicochimiques de différents miels Algériens, 96 p.

Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P., et Estevinho, L. (2010). Physico-chemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2), 544- 548p.

Gonnet, M., Auberst, S., Ferry, P. (1986). Evolution de la couleur du miel lors de sacristallisation. *Apidologie*, 17, (1), 49-62.

Gupta, R.K., Rybroeck, W. & Johan, W. R. (2014). Beeking for poverty alleviation and livelihood security. Ed. Springer: 1-114p.

Gurezou, M. N. Nadji, N. (2002). «Etude comparative entre quelques miels locaux et autre importés». Mémoire d'obtention d'ingénieur d'état en agronomie. Université de Djelfa.

H

Haderbache, L. (2021). Caractirisation des miels Algériens et recherche des polluants. Université M'hamed Bougara, Boumerdes, 119p.

Hadj Moussa, L. (2014). Les associations tritrophiques (Plante-Puceron- Parasitoïdes) notées dans les palmeraies de la région de Ghardaïa. 60p.

Halimi, H. (2018). Etude Mzliissopalynologique physicochimique et antibacterienne de quelques echantillons de miels du sud algerien. Université Kasdi Merbah, Ouargla, 128p.

Hamitouche, D., & Landri, M. (2020). Miel: Propriétés, composition et qualité. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 81p.

Homrani, M. (2020). Caractérisation physico-chimique, spectre pollinique et propriétés biologiques de miels algériens crus de différentes origines botaniques.



Références bibliographiques

Thèse doctorat. Université de Mostaganem-Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 253p.

Honey polyphenols in health. Journal of Api Product and Api Medical Science, 3 (4), 141 – 159.

Hoyet, C. (2005). Le miel : de la source à la thérapeutique (Doctoral dissertation, UHP- Université Henri Poincaré), 96p.

Huchet, E., Coustel, J., et Guinot, L. (1996). Les constituants chimiques du miel, méthodes d'analyses chimiques. Département Sciences de l'aliment, 1-5p.

I

Ibrahim, Khalil. MD., moniruzzaman, M., boukraa, l., benhanifia, M., asiful, islam. MD., nazmul, islam. MD., Sulaiman, S. A., and hua, gan. s. (2012). Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. Journal molecules, (17), 11199-11215p.

J

Jeanne J. (1993). « Produits de la ruche ». In Bull. Tec. Apic 10 (3). P: 111-133.

Jean-Prost P. (1987). « Miel » ; In Apiculture ; Edition technique et documentation ; 6^{ème} édition : 310-346.

Jean-Prost, P., Médori, P., & Le Conte, Y. (2005). L'apiculture, connaître l'abeille. Conduire le rucher. 7^{ème} édition., Lavoisier. 682p.

Jessica, Y- Y. (2015). « Etude de l'effet de quatre composés contenant du miel sur deux bactéries cariogènes : Streptococcus mutans et Lactobacillus rhamnosus ». Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de Docteur en chirurgie dentaire. Université de Bordeaux.

Jocelyn, M. Jean, N. Émile, H. (1994). Les HMF et la qualité du miel. Fédération des Apiculteurs du Québec. Volume 15 numéros 243.

K

Karl Von Frisch AR. (2011). vie et mœurs des abeilles, Edition Albin Michel, 22 rue Huyghens, 75014 Paris. ISBN : 978-2-226-1872-7. ISSN : 0298-2447.

Khalil, M.I., Moniruzzaman, M., Boukraâ, L., Benhanifia, M., Islam, M.N., Sulaiman, S.A. et Gan, S.H. (2012). Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. Molecules, 17 (19) : 199-215p.

Khenfer, A., Zitouni, G. (2014). Les cahiers de L'ITELV miels et commercialisation. ITELV, 45p.

Koechler, S. (2015). Le miel dans la cicatrisation des plaies: un nouveau médicament? . Thèse de doctorat. Université de Lorraine, Lorraine, 130p.



Références bibliographiques

Küçük M, Kolaylı S, Karaoğlu Ş, Ulusoy E, Baltacı C, Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*, 100(2) : 526– 534p.

Kwakman, P. H., & Zaat, S. A. (2012). Antibacterial components of honey. *IUBMB life*, 64(1), 48-55p.

L

Lagha, S. (2017). Évaluation de l'activité antibactérienne des miels Algériens vis-à-vis une souche gram+ :Staphylococcus aureus. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen. 67p.

Laudine L. (2010). Du nectar a un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur. Ecole Nationale Vétérinaire De Lyon.N° 085, 195p.

Lemoine, G. (2012). Faut-il favoriser l'Abeille domestique Apis mellifera en ville et dans les écosystèmes naturels?. *Le Héron*, 43(4), 248-256p.

Lequet, L. (2010). Du nectar a un miel de qualité : Contrôles analytiques du miel et conseils Pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur ; thèse de Doctorat en vétérinaire, Université de Claude-Bernard - Lyon I (Médecine - Pharmacie). 85p.

Louveaux J. (1968). Composition, propriétés et technologie du miel. In : Chauvin R. *Traité de biologie de l'abeille*. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 277-324p.

Louveaux J. (1985). « Les produits de rucher » In : *Les abeilles et leur élevage* ; Ed : OPIDA : 165-199p.

Louveaux J. (1985). « Les produits de rucher » In : *Les abeilles et leur élevage* ; Ed : OPIDA : 165-199.

Louveaux, J, Maurizio. A et Vorwohl. G, (1970). Les méthodes de la méliko-palynologie, commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B.17p.

M

Magalon, G. (2003). Guide des plaies: du pansement à la chirurgie. John LibbeyEurotext.

Mahammed, W. (2017). Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importés. Mémoire de master. Université de Blida-1, Blida, 100p.

Makhloufi C. (2001). Étude physico-chimique et palynologique de quelques miels de nord Algérien. Mémoire de magistère d'Agronomie, Université de Tiaret. 100p.



Références bibliographiques

Makhloufi C. (2001). Étude physico-chimique et palynologique de quelques miels de nord Algérien. Mémoire de magistère d'Agronomie, Université de Tiaret, 100p.

Malika N., Faid M. and EL Adlouni C.(2005). Microbiological and Physico- Chemical Properties of Moroccan Honey. International Journal Of Agriculture & Biology, Vol. 7, No.5, 773–776p.

Marchenay, P. (1988). Miels, miellats, miellées. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 35(1), 121-146p.

Marchese, C. M., et Flottum, K. (2013). Honey Connoisseur: Selecting, Tasting, and Pairing Honey, With a Guide to More Than 30 Varietals. Hachette UK. 1^{er} édition., Black Dog & Leventhal, 208p.

Mehdi, Y. (2016). Caractérisation physicochimique, palynologique et effets antibactérien, antioxydant et immunomodulateur des miels de la région ouest d'Algérie. Université Djilali Liabesb, Sidi Belabbes, 236p.

Mekious, S., Houman, Z., Bruneau, É., Masseaux, C., Guillet, A., & Hance, T. (2015). Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. BASE.

Moniruzzaman, M., Khalil, M. I., Sulaiman, S. A., & Gan, S. H. (2013). Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13(1), 1-12.

Moussaoui N. (2011). Analyse sensorielle de quelques miels du sud Algérien. Mémoire d'Ingénieur, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 98 p.

N

Nair, S. (2014). Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels Algériens. Thèse de doctorat. Université d'Oran, Oran, 235p.

Naman M., Faid M., El Adlouni C. (2005). Microbiological and physico- chemical properties of Moroccan honey. International Journal Of Agriculture & Biology, 7: 773– 776p.

Nicolay, J. (2014). Perspectives d'avenir en Apithérapie à l'officine. Université Angers. Sciences pharmaceutiques et Ingénierie de la santé. Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, 208 p.

O

O.N.M., 2017 – Bulletin d'information climatique et agronomique. Djelfa.

Olaitan, P.B. Adeleke, O.E. Ola, IO. (2007). «Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes». African Health Sciences, vol. 7, n°3, 159-65p.



Références bibliographiques

Ouchemoukh, S. (2012). Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. Thèse de Doctorat de Biologie en Biochimie. Université Abderrahmane Mira, Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Béjaïa, Béjaïa.

Ouchemoukh, S., Louaileche, H., & Schweitzer, P. (2007). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Control*, 18(1), 52-58p.

Ouchemoukh, S., Schweitzer, P., Bachir Bey, M., Djoudad-Kadji, H., and Louaileche, H. (2010). HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry* 2, 561- 568p.

P

Persano Oddo L., Baldi E. & Accorti M. (1990). Diastatic activity in some unifloral honeys. *Apidologie*, 21, 17-24p.

Philippe, J. (2007). Le guide de l'apiculture. 1^{er} édition, Edition EDISUD, 348p.

Piana, M.L., Persano Oddo, L., Bentabol, A., Bruneau, E., Bobdanov S., Guyotdeclerc, C. (2004). Sensory analysis applied to honey: state of the art. *Apidologie*, 35, S26-S37p.

Prost, P. J., & Le Conte, Y. (2005). Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher. Lavoisier, Paris, 382.

R

Radjeh, G., & Rechrech, A. (2019). Intérêt de la méliissopalynologie dans le repérage de miel. Mémoire de master. Université de Jijel, Jijel, 64p.

Ravazzi, G. (2007). *Abeilles et apiculture*. Ed. Vecchi. Paris. 159p.

Roux, J. L. (1994). Conserver les aliments: comparaison des méthodes et des technologies. Technique et Documentation Lavoisier.

Rossant, A. (2011). Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 132 p.

Roy, C. (2011). La sémiologie en apiculture. Journées Nationales GtV—Nantes. [(accessed on 20 September 2020)]. *Rustica*, 390-416p.

S

Sarah, Y. M., & Wissam, Y. M. (2015). Analyses physico-chimique du miel de quelque miel de la wilaya: Ain Defla, Djendel, Bathia, Bourached et Miliana. SARM.

Saxena, S., Gautam, S., et Sharma, A. (2010). Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry*, 118(2), 391-397p.



Références bibliographiques

Schweitzer, P. (2000). La couleur des miels. In "Abeille de France", pp. 1-7. Apimondia.

Schweitzer, P. (2004). Le monde des miellats. Revue l'abeille de France, 908(02).

Selet.R & Semmacche.F., (2018). Contribution à l'identification des parasites externes des ovins à Hassi Bahbah (Djelfa) (Doctoral dissertation), 53p.

Sotodonou, D. (2014). Caractérisation Physico-Chimique des miels de quatre Communes du Benin. EPAC/UAC/CAP.33p.

T

Tahar, H., Talaouit, F. (2017). Profils polliniques, caractéristiques physico- chimiques, activités antioxydantes et antibactériennes de quelques miels Algériens. Mémoire de master. Université Abderrahmane Mira de Bejaïa, Bejaïa, 86p. Technologie, 10(2).

Terrab, A., Recamales, F., Dolores, H., Francisco Heredia, J. (2004). Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents .Food Chemistry, 88:537-542p.

V

Verdier, E. (2016). La modification des règles d'étiquetage alimentaire : que dit le règlement INCO, et quels effets pour les acteurs du soin nutritionnel?. Médecine des Maladies Métaboliques, 10(3), 265-269p.

Vorwohl G. (1964). Die Beziehungen zwischen der elektrischen Leitfähigkeit der Honige und ihrer trachtmässigen Herkunft. Ann. Abeille, 7, (4), 301-309p.

Vorwohl, G., Persano- Oddo L. ; sabatini A.G. ; Marcazzan, G.L., Piro R, and Flamini C., (2001). Qualité du miel et norme international relative au miel. Rapport de la commission international du miel. Abeille Cie N°71-4.1 2p.

W

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.

Z

Zekrini, L. (2012). Etudes de la qualité physicochimiques, palynologique et sensorielle du miel d'oranger de la région «Mitidja» en vue de sa labellisation. Université Saad Dahlab-Blida-. 183p.

Zerrouk H.S., Fallico B.G., Arena E.A., Gabriele F.B., Larbi A.B. (2011). Quality Evaluation of Some Honey from the Central Region of Algeria. Jordan Journal of Biological Sciences, 4: 243-248p.



Annexe I

Questionnaires de choisir les échantillons de miels

 أذكر جميع أنواع العسل المتوفرة و المنتجة مطاباً لإنة غردانة (أنواع العسل الأكثر تواجدا حسب الترتيب):

- .1
- .2
- .3
- .4
- .5
- .6

 ماهي أكثر الأنواع استهلاكاً واستعمالاً من طرف الزبائن (أذكر بالترتيب أنواع العسل الأكثر استهلاكاً):

- .1
- .2
- .3
- .4
- .5
- .6

 ماهي الاستعمالات وال فوائد المعروفة لكل نوع من أنواع العسل المتوفرة :



نشكركم على المساعدة و الإجابة على هذا الاستبيان





Annexe II

Tableau solutions et réactifs, verreries et accessoires utilisés dans les analyses des miels.

Solution et réactifs	Verreries et accessoires
Eau distillé Phénolphthaléine Hydroxyde de sodium NaOH Réactifs de Bradford Sérum albumine bovin (BSA) Réactifs du glucose (Glucose oxydase +peroxydase+ tampon phosphate+ phénol+Amino-4-antipyrine)	Barreau d'agitation magnétique Béchers Burette gradué Capsule en verre Entonnoir Eprouvette en verre Fioles jaugées Micro pipetes Pissettes d'eau distillée Portoir pour les tubes Spatule Verre de montre



Annexe III

Table de CHATAWAY

Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (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				



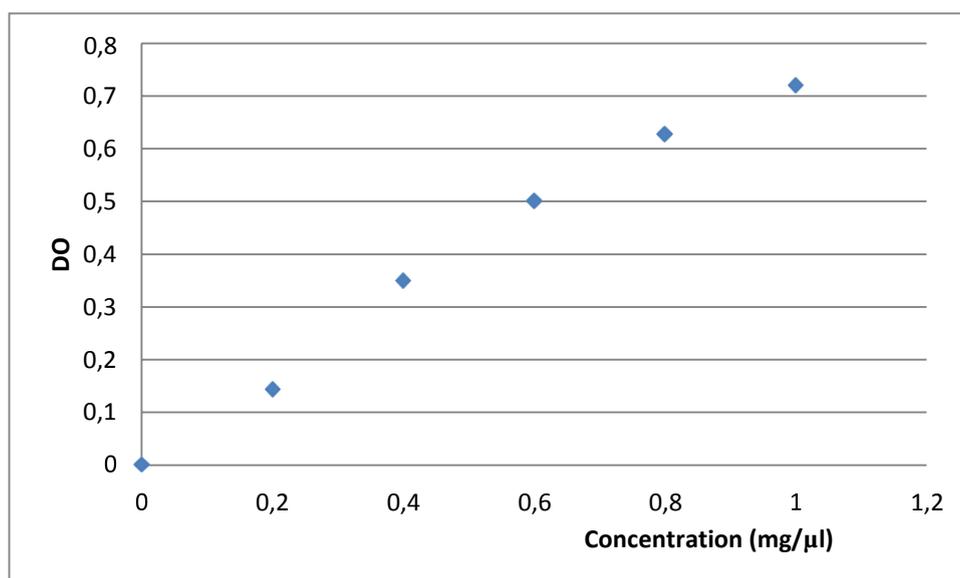
Annexe IV

Tableau préparation de courbe d'étalonnage

Solution de BBSA (mg/ml).	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Solution mère de BSA (µl).	0	200	400	600	800	1000
Eau distillé (µl).	1000	800	600	400	200	0
Prise d'essai (µl).	100	100	100	100	100	100
Réactif de Bradford (ml).	2	2	2	2	2	2

Annexe V

Courbe d'étalonnage de dosage de protéine





Annexe VI

Tableau de teste d'organoleptique

Teste des caractéristiques organoleptiques

Types de miels Caractères	Miel de Cidr	Miel Multi-florale	Miel d'Eucalyptus	
Couleur				<ul style="list-style-type: none">• Très claire (+).• Claire (++)• Foncé (+++).• Très foncé (++++).
L'odeur				<ul style="list-style-type: none">• Sans odeur (-).• Faible odeur (+).• Odeur moyenne (++).• Forte odeur (+++).
Texture				<ul style="list-style-type: none">• Peu visqueux (+).• Moyennement visqueux (++).• Très visqueux (+++).
Saveur (gout)				<ul style="list-style-type: none">• Sans Goût (-).• Peu sucrée (+).• Moyennement sucrée (++).• Trop sucrée (+++).



Annexes V

Les normes de miel selon Codex Alimentarius et l'Union Européenne (Bogdanov ,1999).

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 en (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 en (c)	moins de 0,8mS/cm	
Couleur	Général	Miel clair : 1.1 à 6.2 cm Miel foncé : 6.2 à 14 cm	



Annexe VI

Tableau de noms de miels étudiés

Miel	Nom de plante	Photo
Jujubier	<i>Ziziphus lotus</i>	
Eucalyptus	<i>Eucalyptus sp.</i>	
Multifloral	<i>Retama raetam</i>	
	<i>Capparis spinosa</i>	



ANNEXES

	<p><i>Peganum harmala</i></p>	
	<p><i>Onopordum tauricum</i></p>	
	<p><i>Reseda alba</i></p>	
	<p><i>Echinops sphaerocephalus</i></p>	