

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE DE BLIDA 1



**— FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES**



Laboratoire de Recherche sur les Plantes Aromatiques et Médicinales

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

**En vue de l'obtention d'un diplôme de Master
En Sciences de la nature et de la vie
Option : Biotechnologie et Valorisation des Plantes**

Thème

**Analyse comparative de la composition en principes
actifs et activité antibactérienne de quelques miels .**

Présenté par : Mme Belgherbi Sidoummou Dalila

Membres du jury :

Présidente	Mme GhanaiR.	MAA	U.S.D.B.1
Promotrice	Mme Allal L.	Pr	U.S.D.B.1
Examinatrice	Mme BelguendouzR.	MCA.	U.S.D.B.1

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

En terminant notre mémoire de fin d'étude, louanges à Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous voudrions présenter nos remerciements à notre encadreur Madame Allal L. Professeur à l'université Saad Dahleb Blida 1, pour ces précieux conseils, son orientation, sa gentillesse.

A notre présidente de jury: Madame Ghanai R., Maître assistante l'université Saad Dahleb Blida 1, et A notre examinatrice Madame Belguendouz R., Maître de Conférences A , à l'université Saad Dahleb Blida 1, pour l'honneur qu'elles nous font en acceptant de présider et de juger ce travail.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble de nos enseignants qui nous ont transmis leur savoir et leur expérience durant tout notre cursus universitaire et nous ont permis ainsi d'atteindre le niveau scientifique nécessaire pour la réalisation de ce travail.

Enfin, un grand merci pour toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

*A mon mari, **Mohamed**:*

Pour ton encouragement, ton aide, ta disponibilité, ta grande patience durant toute une année et pour ta collaboration, je te dédie aujourd'hui cette réussite. Que tu sois fier de moi.

*A ma petite Princesse, **Amira** ...*

Ce petit bout de sucre

***Dalila** ...*

Table des matières

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Résumés

Introduction01

Chapitre I : Données générales

I. Le Miel

I.1. Définition	03
I.2. Types de miel	03
I.2.1. Les miels monofloraux.....	03
I.2.2. Les miels polyfloraux.....	04
I.3. L'Abeille : indispensable	04
I.3.1. <i>Apis mellifera</i>	05
I.3.2. L'anatomie de l'abeille	06
I.3.3. L'habitat de l'abeille.....	06
I.4. Elaboration du miel	07
I.4.1. A partir du nectar	07
I.4.1.1. Définition et origine du nectar	07
I.4.1.2. Composition du nectar.....	07
I.4.1.3. Récolte du nectar par les butineuses	08
I.4.2. A partir du miellat	08
I.4.2.1. Définition du miellat.....	08
I.4.2.2. La récolte du miellat par l'abeille.....	09
I.4.3. Pour aboutir au miel: de multiples transformations.....	09
I.4.3.1. Dans le tube digestif des abeilles.....	10
I.4.3.2. La déshydratation du miel.....	10
I.4.3.3. Principales différences entre miel de nectar et miel de miellat.....	10
I.5. De la ruche au pot de miel	11
I.5.1. Avant la récolte	11
I.5.2. La récolte du miel.....	11
I.6. Composition du miel et réglementation.....	13
I.6.1. La composition moyenne du miel.....	14
I.6.2. La réglementation	14
I.7. Bienfaits du miel	15
I.7.1. Valeur nutritionnelle.....	15
I.7.2. Propriétés thérapeutiques.....	15
I.8. Les caractéristiques du miel	
I.8.1. Propriétés physicochimiques.....	16

I.8.1.1. Densité	17
I.8.1.2. Indice de réfraction	17
I.8.1.3. Les sucres	18
I.8.1.4. HMF.....	18
I.8.1.5. Les enzymes	18
I.8.1.6. Le Ph et l'acidité.....	18
I.8.1.7. Conductivité électrique	19
I.8.2. Propriétés organoleptiques	19

Chapitre 02 : Matériels et méthodes

II.1. Objectifs	22
II.2. Présentation des miels échantillons	22
II. 3. Souches bactériennes à tester.	
II. 3. Présentation des Analyses physico chimiques à réaliser.....	23
II. 3. 1 Teneur en eau et en matière sèche (degré de brix).....	23
II. 3. 2. Conductivité électrique.....	24
II. 3. 3. PH.....	25
II.3.4. L'acidité libre.....	25
II. 3. 5. Détermination du HMF	26
II.5. Présentation des analyses pour l'étude de l'activité antibactérienne des miels échantillons.....	28

Chapitre 03 : Résultats et discussion

III.1. Analyse de quelques travaux portant sur paramètres physico-chimiques.....	33
III.2. Analyse de l'activité antibactérienne des miels rapportés par les travaux de littérature	38

Conclusion

Références

Annexes

Liste des figures

Figure 1.1 : Quelques types de miels algériens.....	4
Figure 1.2 : Miel d'acacia	5
Figure 1.3 : Arbre et fruit d'acacia.....	5
Figure 1.4 : Miel de châtaigner.....	5
Figure 1.5 : Arbre et fruit de châtaigner	5
Figure 1.6 : Abeille butinant une fleur.....	6
Figure 1.7 : Cycle de vie des abeilles.....	6
Figure 1.8 : L'abeille <i>Apis mellifera intermissa</i>	7
Figure 1.9 : morphologie de l'abeille	7
Figure 1.10 : Ruche d'abeille moderne	8
Figure 1.11 : Ruche d'abeille traditionnelle	8
Figure 1.12 : Le nectaire adjacent du calice	9
Figure 1.13 : Un insecte sécrétant du miellat	9
Figure 1.14 : Une abeille récoltant du miellat.....	10
Figure 1.15 : Les organes entrant dans le processus de récolte et de transformation du miel	10
Figure 1.16 : La butineuse transmettant le nectar à la magasinrière	11
Figure 1.17 : Les étapes de fabrication du miel	12
Figure 1.18 : La composition du miel	15
Figure 1.19 : Utilisation du refractomètre	18
Figure 2.1 : Refractomètre	25
Figure 2.2 : Conductimètre	26
Figure 2.3 : Ph mètre	27
Figure 2.4 : Spectrophotomètre	28
Figure 3.1. Variation du potentiel hydrogène et de l'humidité de quelques miels	31
Figure 3.3. Valeurs des paramètres (conductivité électrique mS/cm, HMF mg/kg, degré de brix / et acidité libre Meq/kg) de quelques miels rapportés par la littérature.....	33

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : les travaux consultes pour les analyses physico-chimique	
Tableau 1.2 : les travaux consulte pour l'activité anti bactérienne	
Tableau 1.3 : Principales différences entre miel du nectar et de miellat	11
Tableau 2.1 : Les différents échantillons du miel utilisé dans le cadre de la partie expérimentale	23
Tableau 3.1 : Les paramètres physico-chimiques des échantillons de miel provenant de différentes régions	31
Tableau 3.2 : Valeurs des diamètres d'inhibition des échantillons des miels vis-à-vis de quelques espèces bactériennes	37

Liste des abréviations

HMF : hydroxymethylfurfurale

Kcal : kilo calories

Kg :kilogramme

Mg : milligramme

mEq : milli équivalent

mS : millisiemens

cm : centimètre

ph : potentiel d'hydrogène

ND : non déterminé

ATCC : American Type Culture Collection

ECBU : Examen complet des bactéries urinaires

Analyse comparative de la composition en principes actifs et activité antibactérienne des miels en relation avec quelques origines florale et régionale.

Résumé

Le miel est un composé biologique très complexe d'une très grande diversité lui conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique.

Notre étude s'est portée sur l'évaluation physico-chimique ayant pour but de déterminer la composition du miel par l'analyse de quelques paramètres comme: la teneur en eau, la teneur en sucre, l'acidité libre, et l'Hydroxyméthyle- furfural (HMF) qui sont des indicateurs de la qualité et d'autres tests comme la mesure de pH et la conductibilité électrique donnant des informations sur l'origine florale du miel. Nous avons aussi réalisé une analyse sensorielle qui a porté sur la détermination des paramètres organoleptiques notamment: la couleur, consistance, odeur, goût, et arôme.

Les résultats obtenus ont montré des valeurs plus en moins comprises dans l'ordre défini par le *Codex Alimentarius*

Notre travail est basé ainsi sur l'évaluation de l'activité antibactérienne de ces échantillons, L'analyse de quelques travaux de littérature montrent clairement l'impact du miel naturel sur la sensibilité bactérienne. Cet effet inhibiteur diffère d'un miel à un autre et d'une souche bactérienne à une autre.

Mots clés: Miel, analyse physico-chimique, analyses organoleptiques, activité antibactérienne, origine florale

Comparative analysis of the composition of active ingredients and antibacterial activity of honeys in relation to some floral and regional origins.

Abstract

Honey is a very complex biological compound of great diversity giving it a multitude of properties, both nutritionally and therapeutically. Our study focused on the physico-chemical evaluation with the aim of determining the composition of honey by analyzing a few parameters such as water content, sugar content, free acidity, and Hydroxymethyl-furfural (HMF) which are indicators of quality and other tests such as pH measurement and electrical conductivity giving information on the floral origin of honey. We also carried out a sensory analysis which focused on the determination of organoleptic parameters in particular: color, consistency, odor, taste, and aroma.

The results obtained showed values more and less included in the order defined by the *Codex Alimentarius*. Our work is therefore based on the evaluation of the antibacterial activity of these samples. The results obtained clearly show the impact of natural honey on bacterial sensitivity. This inhibitory effect was seen for all eight samples tested with differences from sample to sample and from one bacterial strain to another.

Key words: Honey, quality, physico- chemical analysis, organoleptic analysis, antibacterial activity, antibiotics, strain, bacterium.

تحليل مقارنة لتركيب المكونات النشطة والنشاط المضاد للبكتيريا من مختلف الاصول الزهرية و المنطقية للعسل..

ملخص

العسل مركب بيولوجي معقد للغاية له تنوع كبير مما يمنحها العديد من الخصائص ، من الناحية التغذوية والعلاجية.

ركزت دراستنا على التقييم الفيزيائي الكيميائي بهدف تحديد تركيبة العسل من خلال تحليل بعض المعايير مثل: محتوى الماء ، ومحتوى السكر ، والحموضة الحرة ، وهيدروكسي ميثيل - فورفورالديهيد وهي مؤشرات الجودة والاختبارات الأخرى مثل قياس الأس الهيدروجيني والتوصيل الكهربائي لإعطاء معلومات عن الأصل الزهري للعسل. أجرينا أيضًا تحليلًا حسيًا ركز على تحديد العوامل الحسية على وجه الخصوص: اللون والرائحة والطعم والرائحة. أظهرت النتائج المتحصل عليها قيمة قريبة من المحدد في الدستور الغذائي

عملنا يعتمد ايضا على تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لهذه العينات ، والنتائج التي تم الحصول عليها تظهر بوضوح تأثير العسل الطبيعي على البكتيريا شوهد هذا التأثير المثبط للعينات الثمانية التي تم اختبارها ، مع وجود اختلافات من عينة إلى عينة ومن سلالة بكتيرية إلى أخرى.

الكلمات المحورية. العسل، الجودة، التحليل الفيزيائي، تحليل مذاقي، النشاط المضاد للبكتيريا، المضادات الحيوية.

Introduction générale

Introduction

Le miel est un produit précieux offert par la nature, il est connu et utilisé par l'Homme depuis les temps passés. Il est élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar des fleurs aussi bien que du miellat. Cette substance présente l'une des denrées alimentaires les plus appréciées, grâce à ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques.

L'Algérie possède des capacités mellifères très abondantes et variées, et un climat favorable pour toute exploitation apicole. La production apicole annuelle est de l'ordre de 6.000 tonnes actuellement et devra atteindre 10.000 tonnes/an à l'horizon de 2019. **(DSA, 2015)**

Le miel est un produit vivant qui subit au cours du temps un certain nombre de modifications aboutissant à la perte de ses qualités essentielles, la teneur en eau est un critère essentiel car il garantit la conservation du miel, (la fermentation dégrade irrémédiablement un miel). Les critères de qualité tels que l'hydroxyméthylfurfural (HMF), le Ph, la conductivité électrique, l'acidité libre et degré de brix sont des paramètres à analyser pour chaque échantillon de miel pour valider sa conformité aux normes.

L'effet antibactérien du miel est dû à la haute teneur en sucre et à la présence de substances antibactériennes spécifiques (inhibines). Même dans les miels fortement dilués, les inhibines qui s'y trouvent sont efficaces. **(Bogdanov, 1984)**

Pour ces différents centres d'intérêt on a voulu faire un travail de recherche qui consiste à évaluer la qualité physico-chimique et l'activité antibactérienne de huit variétés de miel produites à l'Algérie. Mais l'apparition de Corona virus et la crise sanitaire mondiale avec les recommandations de l'OMS de restez chez soi et ne pas sortir de la maison pour minimiser les dégâts de ce virus, a empêché la réalisation du volet pratique de ce travail, Cependant on a consulté les travaux de nos collègues des dernières années portant le même objectif que le notre, pour étudier et discuter les différentes valeurs obtenues par ces travaux

Chapitre 1 :

Données générales

I.1. Définition

La définition de miel : une denrée naturelle sucrée, produite à partir du nectar des fleurs par l'espèce apicole *Apis mellifera* ou des sécrétions issues des parties vivantes de plantes ou des produits sécrétés par les insectes suceurs du suc de plantes sur les parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur celles-ci par des insectes suceurs, qu'elles butinent, transforment en les combinant avec des matières spécifiques propres, déposent, déshydratent, entreposent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche. (ROSSANT, 2018)(Figure 1.1).



Figure 1.1 : Quelques types de miels algériens. (AMRI A., 2006)

I.2. Types de miel

De nombreuses sortes de miel sont visibles sur les étals de marché. Alors que les goûts évoluent, voici les plus connus des consommateurs.

I.2.1 Les miels monofloraux

Cette catégorie de miel a un goût particulier qui évoque la fleur dont chacun est issu.

Le miel d'acacia (figure 1.2), par exemple, est un miel blond et liquide au goût délicat qui ne dénature pas le thé et qui, en plus de favoriser le transit intestinal, n'est pas contre-indiqué chez les personnes diabétiques. (PASCAL, 2009)



Chapitre 1 : Données générales

Figure 1.2 : Miel d'Acacia
(CHOUGAR *et al.*, 2017)

Figure 1.3 : Arbre et fruits d'Acacia (Fabaceae).

Le miel de châtaigner (figure 1.4), tonifiant, connaît un regain de popularité avec son goût fort et la persistance de ses arômes. L'odeur est marquée, chaude et profonde dès l'ouverture du pot. Son goût fort laisse une légère amertume en fin de bouche. La saveur est plutôt relevée. A noter que le goût peut être plus ou moins fort selon le terroir. C'est un miel qui convient parfaitement pour sucrer le café, (ANONYME)



Figure 1.4 : Miel de châtaigner. (CHOUGAR *et al.*, 2017)



Figure 1.5 : Arbre et fruits du châtaigner (Fagaceae). (CHOUGAR *et al.*, 2017)

I.2.2 Les miels polyfloraux

Ces miels sont élaborés par les abeilles à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales.

Pour valoriser leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent de manière plus ou moins précise leur origine géographique. Celle-ci correspond soit à l'aire de production (région, département, massifs...), soit à un type de paysage faisant référence à une flore identifiée (garrigues, maquis, forêts...) (ANONYME, 2018).

I.3. L'abeille : indispensable

Les plantes à fleurs (dites angiospermes), pour être fécondées doivent recevoir le pollen d'autres plantes. C'est le vent (20 %) et surtout les insectes (80%) qui véhiculent le pollen. En "échange" de ce service, les plantes offrent leur pollen et leur nectar aux insectes mellifères, qui produisent du miel. En butinant (figure 1.6), une colonie d'abeilles peut polliniser 28 à 35 millions de fleurs par jour ! Les abeilles dont le cycle de vie est complexe

Chapitre 1 : Données générales

(figure 1.7) ont responsables de près de 85% de la pollinisation des fruits et des légumes mangés par l'homme. On comprend que leur disparition serait catastrophique pour l'humanité. (PASCAL,2009).



Figure 1.6 : Abeille butinant une fleur. (BENZOUHRA et al., 2017)

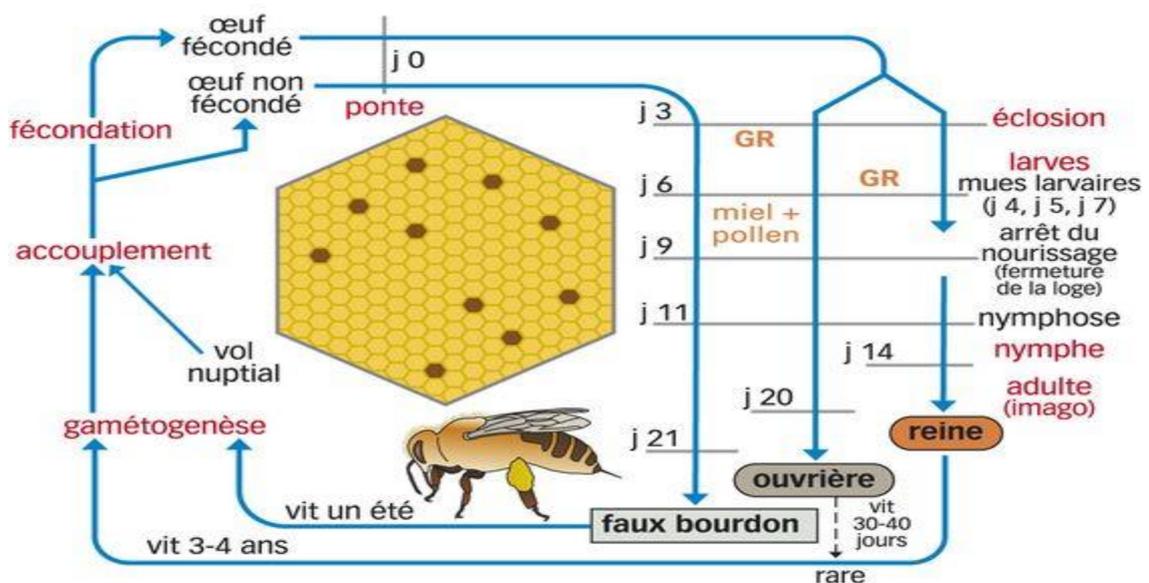


Figure 1.7 : Cycle de vie des abeilles. (AMRI A., 2006)

I.3.1. *Apis mellifera*

Au nord de l'Algérie, nous rencontrons : *Apis mellifera* intermissa ou abeille commune : C'est une petite abeille noire qui a la réputation d'être agressive et très essaimuse. Elle élève plus de 100 reines à chaque période printanière et parfois automnale. Pendant les sécheresses plus de 80% des colonies meurent, mais grâce à l'essaimage intensif, le nombre de colonies se rétablit lorsque les conditions redeviennent favorables (Figure 1.8). (HASSINA, 2014).



Figure 1.8 : L'abeille *Apis mellifera* intermissa. (CARL ASBL, 2016).

La tête porte deux yeux composés. Le thorax se divise en trois parties le prothorax, qui porte une paire de pattes ; le mésothorax, qui porte une paire de pattes et une paire d'ailes ; le métathorax, qui porte une paire de pattes et parfois une paire d'ailes (figure 1.9). (WARRE, 2009)

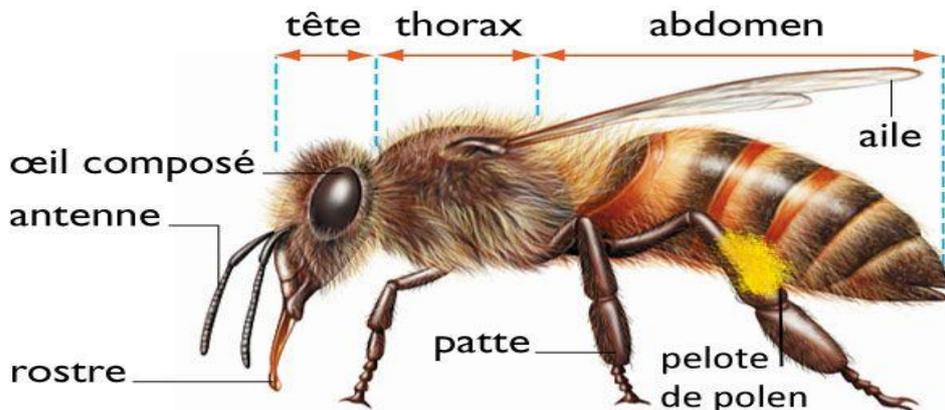


Figure 1.9 : Morphologie de l'abeille. (CARL ASBL, 2016).

I.3.3. L'habitat de l'abeille :

L'apiculteur met à la disposition de chacune de ses colonies une caisse en bois, la « ruche à cadre ». Sur la face antérieure de celle-ci est aménagé une fonte, c'est le trou de vol, par où les abeilles entrent.

Une ruche est une structure artificielle, presque fermée, abritant une colonie d'abeilles butineuses qui vit et produit du miel et élève de nouvelles générations d'abeilles.

Il s'agissait autrefois d'une structure tressée ou creusée dans un tronc mort. L'équivalent naturel de la ruche est souvent nommé "nid" qui est une matrice dense de cellules hexagonales de cire d'abeille. Les abeilles utilisent les cellules pour le stockage de la nourriture (pollen), et pour le renouvellement de la population ((KARL VON FRISCH, 2011).



Figure 1.10 : Ruche d'abeille moderne (CARL ASBL.,2016).



Figure 1.11 : Ruche d'abeille traditionnelle

I.4. Elaboration du miel

L'appétence naturelle des abeilles pour tout ce qui est sucré les amène à butiner différentes sources. Le miel est élaboré par les abeilles à partir de substances sucrées végétales provenant soit des nectars de plantes (essentiellement de fleurs) soit des exsudats rejetés par des insectes piqueurs et suceurs (pucerons essentiellement).

I.4.1. A partir du nectar

I.4.1.1. Définition et origine du nectar

Le nectar est produit par des organes propres aux végétaux supérieurs, qui portent le nom de nectaires. Ce sont des structures glandulaires de petite dimension dont la localisation est très variable, qui reçoivent un canal (faisceaux libéro-ligneux) acheminant la sève de la plante. On distingue les nectaires floraux (à la base des fleurs), des nectaires extra floraux (sur les feuilles, les tiges ou les autres parties de la plante). Le nectar reste accumulé sur le nectaire ou passe dans un organe spécialisé, le plus souvent un éperon dans lequel il est protégé de la dessiccation. (HOYET, 2005).

I.4.1.2. Composition du nectar

Le nectar se forme à partir de la sève de la plante (figure 1.12), mais sa composition diffère de celle de la sève. C'est une solution aqueuse plus ou moins visqueuse en fonction de sa teneur en eau qui peut être très variable: la matière sèche représente de 5 à 80 % du nectar. Cette matière sèche est formée à 90% de sucres. (HOYET, 2005).

I.4.1.3. Récolte du nectar par les butineuses

Les nectaires sont généralement situés au fond de la corolle des fleurs. Pour y accéder, la butineuse doit pénétrer dans la fleur et allonger sa langue. Elle aspire le nectar, par pompage

Chapitre 1 : Données générales

et par capillarité. Lorsque son jabot est rempli, elle rentre à la ruche où elle transfère le nectar "prédigéré" aux ouvrières manutentionnaires; cet échange de nourriture se nomme trophallaxie. Chaque fleur butinée laisse dans le miel sa carte d'identité, au travers de son nectar mais surtout de ses micro-éléments (pigments, arômes, grains de pollens...) (HOYET, 2005)

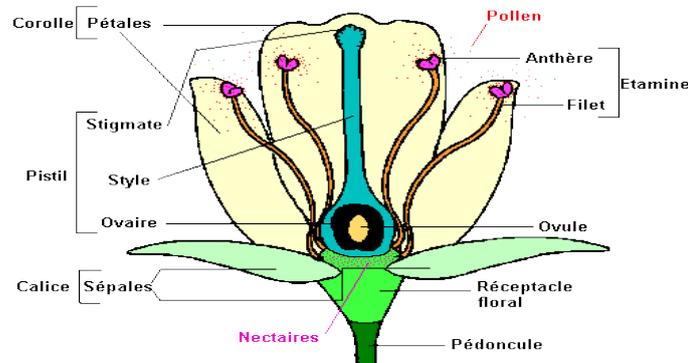


Figure 1.12 : Le nectaire adjacent du calice. (CHOUGAR et al., 2017)

I.4.2. A partir du miellat

I.4.2.1. Définition du miellat

Le miellat est un produit sucré élaboré par divers insectes (figure 1.13) à partir de la sève des végétaux et dont se nourrissent certaines abeilles et fourmis. L'origine du miellat est restée longtemps un mystère. Dans l'antiquité, deux écoles s'affrontaient, l'une soutenant la thèse d'une origine végétale, l'autre d'une origine animale. Pour ceux qui croient à la thèse végétale, le miellat est une sécrétion des feuilles produite sous certaines conditions météorologiques.

Les partisans de l'origine animale considèrent que ce sont les insectes, les pucerons, qui excrètent une substance sucrée après avoir sucé la sève des plantes. Depuis, on sait que le miellat provient des insectes et non des plantes (PROST, 2005). (figure1.8).



Figure 1.13 : Un insecte secrète du miellat. (BENZOUHRA et al., 2017)

I.4.2.3. La récolte du miellat par l'abeille

Les récoltes de miellat (figure 1.14) ont lieu entre la fin du printemps et l'été. Les quantités récoltées sont très variables d'une année à l'autre. En effet, les pucerons sont très sensibles aux conditions météorologiques défavorables, et sont exposés à de multiples prédateurs (coccinelles, punaises, guêpes). Il faut noter qu'en présence d'une abondance de nectar, cette

Chapitre 1 : Données générales

source est délaissée par les abeilles. Les butineuses recueillent le miellat par léchage et remplissent progressivement leur jabot. Ce dernier plein, elles regagnent la ruche. (HOYET, 2008)



Figure 1.14 : Une abeille récoltant du miellat. (CARL ASBL,2016).

I.4.3. Pour aboutir au miel: de multiples transformations

Durant son vol, l'abeille injecte des enzymes dans le nectar, c'est le début de la transformation du miel (ANONYME, 2006). (Figure 1.15)

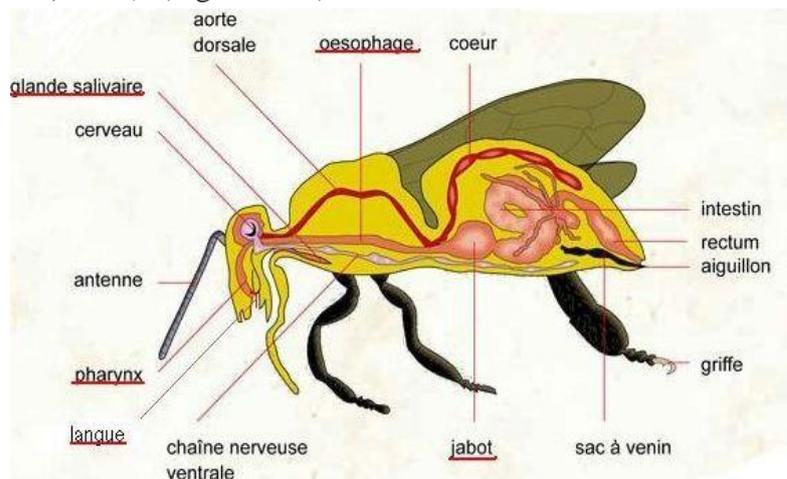


Figure 1.15 : Les organes entrant dans le processus de récolte et de transformation du miel. (BENZOUHRA *et al.*, 2017)

I.4.3.1. Dans le tube digestif des abeilles

De retour à la ruche, l'abeille mélange le nectar et le miellat à sa salive puis malaxe le tout. Elle passe ensuite ce mélange dans le jabot d'une autre abeille et ainsi de suite. Au fur et à mesure qu'il passe d'abeille en abeille, ce mélange s'enrichit, se transforme, se concentre pour devenir du miel ! Seules les abeilles savent faire du miel, l'homme en est incapable. On estime qu'une ruche produit en **moyenne** plus de 20 kg de miel par an. Le miel fabriqué est stocké pour servir de nourriture aux abeilles pendant l'hiver. (Figure 1.16)

Les principales enzymes sont:

- La diastase qui permet de modifier l'amidon
- L'invertase qui divise le saccharose en glucose et en fructose

Chapitre 1 : Données générales

- La glucose oxydase qui, à partir du glucose, produit de l'acide gluconique et du peroxyde d'hydrogène.

Au fil des échanges entre les abeilles, la composition de la miellée évolue: des sucres se scindent, d'autres s'assemblent afin de former de nouveaux sucres plus complexes. Les ouvrières complètent ainsi la transformation commencée dans le jabot de la butineuse. (ANONYME, 2006)



Figure 1.16 : La butineuse transmet le nectar à la magasinère. (BENZOUHRA et al., 2017)

I.4.3.2. La déshydratation du miel

Quand la butineuse arrive à la ruche, la teneur en eau du nectar est supérieure à 50%. Le miel va être déshydraté par les ouvrières. Pour cela, elles régurgitent à plusieurs reprises une goutte de leur jabot et l'étaient dans l'atmosphère sèche de la ruche. Quand la concentration en eau atteint 40 à 50%, elles entreposent le miel dans les cellules. Les abeilles ventilent également la ruche: elles font rentrer de l'air extérieur que la colonie va chauffer à plus de 30°C et de ce fait, le miel va s'assécher. L'air chaud et chargé de l'humidité excessive du miel *est* rejeté vers le milieu extérieur. La teneur en eau du miel doit ainsi être abaissée jusqu'à atteindre environ 18%. La cellule est alors fermée avec un opercule de cire qui permet une bonne conservation. La colonie dispose en réserve d'un aliment hautement énergétique, stable, de longue conservation et peu sensible aux fermentations. (CHOUGAR ; 2007).

I.4.3.3. Principales différences entre miel de nectar et miel de miellat

Le miel de miellat est de couleur plus sombre et possède un goût plus prononcé que le miel de nectar. Il possède également des sucres plus complexes comme le mélézitose ou l'erlose, qui sont formés dans le tube digestif des abeilles. Il est aussi plus riche en azote, en acides organiques et en minéraux (tableau 1.1) (KARL VON FRISCH, 2011).

Tableau 1.1 : Principales différences entre miel du nectar et de miellat

Chapitre 1 : Données générales

Composants		Miel de miellat	Miel de nectar
pH		4.5	3.9
Minéraux (cendre)		0.58%	0.26%
Fructose et Glucose		61.6%	74%
Autres sucres exprimés en % des sucres totaux	Mélézitose	8.6%	0.2%
	Raffinose	0.84%	0.03%
	Maltose + isomaltose	9.6%	7.8%

I.5. De la ruche au pot de miel

I.5.1. Avant la récolte.

Avant la récolte, il ya toute une série de taches autour de la ruche ,(Figure 1.17)

- Nettoyer les ruches, les changer, les repeindre, remplacer des cadres de vieille cire par des neufs
- Donner un complément de nourriture aux abeilles pour l'hiver
- Surveiller et soigner les maladies et les parasites des abeilles
- Capturer des essaims sortis de ses ruches ou de colonies voisines pour les mettre dans une ruche vide
- Diviser une ruche pour en créer une ou plusieurs nouvelles sans attendre un essaimage
- Déplacer les ruches de plusieurs kilomètres pour permettre aux abeilles de toujours bien profiter d'endroits où il y a beaucoup de fleurs : c'est la transhumance. L'apiculteur choisit les endroits selon les saisons de floraison (CARL,2016).
-

I.5.2.La récolte du miel

Dès que les rayons des «hausses» contiennent beaucoup de miel, l'apiculteur retire les cadres remplis de miel.

Après, il va suivre une série d'opérations pour récolter le bon miel:

- Placer une hausse vide sur le toit à côté de la ruche à récolter
- Enfumer la ruche par le trou de vol
- Enfumer entre les intervalles des cadre pour permettre aux abeilles de descendre vers le corps de la ruche
- Enlever les cadres un par un
- Secouer énergiquement les cadres pour faire tomber les abeilles
- Brosser chaque coté pour débarrasser les abeilles qui sont restées

Chapitre 1 : Données générales

- Placer rapidement le cadre du miel dans la hausse vide, déposer acoté de la ruche récoltée et recouvrir aussitôt avec un toit ou couvre cadre
- Répéter ces gestes jusqu'à la récolte totale du rucher (KHENFER, 2017)

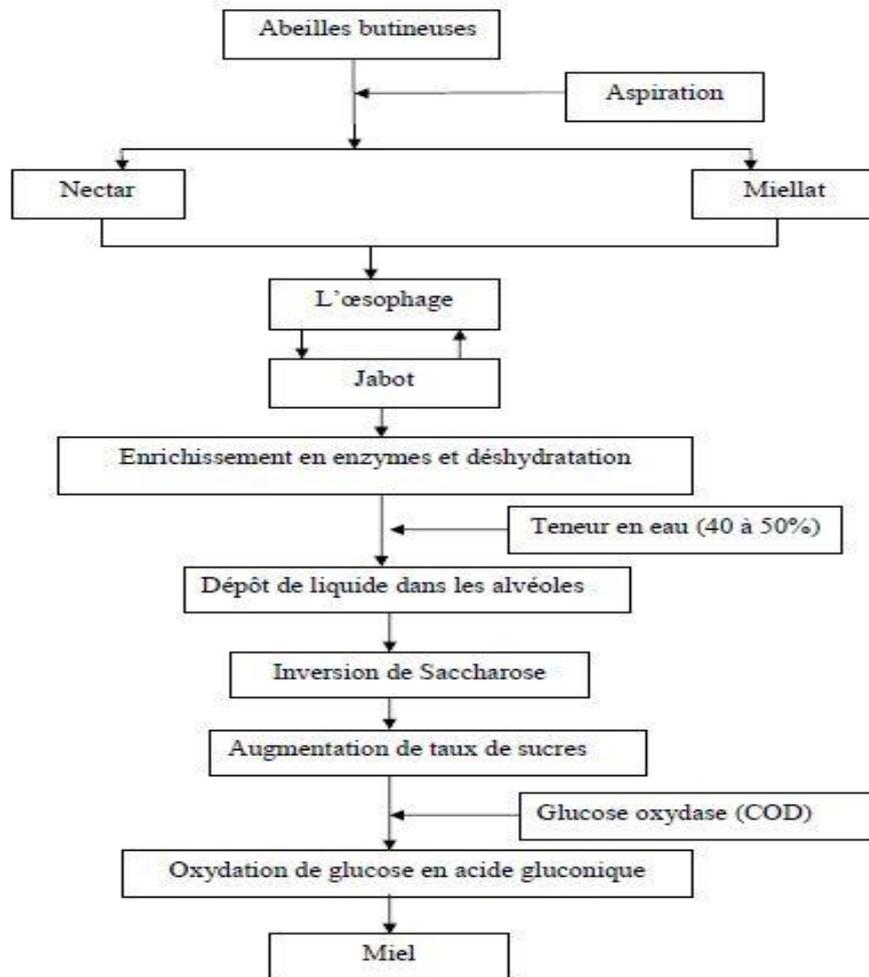


Figure 1.17 : Les étapes de fabrication du miel. (AMRI A., 2006)

I.6. Composition du miel et règlementation

Le miel est un produit très complexe dont la fabrication demande plusieurs étapes qui toutes ont une influence sur sa composition chimique finale. En effet, la composition qualitative de ce produit est soumise à de nombreux facteurs très variables qu'il est impossible de maîtriser tels que :

- * La nature de la flore visitée et celle du sol sur lequel pousse ces plantes
- * Les conditions météorologiques lors de la miellée
- * la race des abeilles
- * l'état physiologique de la colonie

I.6.1. La composition moyenne du miel

Chapitre 1 : Données générales

a-L'eau: La teneur en eau des miels varie entre 14 et 25%. L'optimum se situe autour de 17%, car un miel trop épais est difficile à extraire et à conditionner, tandis qu'un miel trop liquide riche en eau risque de fermenter.(ANONYME, 1996).

b-Les hydrates de carbones : constituent la partie la plus importante du miel.

Il s'agit essentiellement de sucres dont le pourcentage représente en moyenne 78 à 80 %. Une quinzaine de sucres différents ont été identifiés dans les miels par chromatographie, mais ils ne sont jamais tous présents simultanément. Parmi eux, on retrouve , 31% de glucose et 38% de fructose (ou lévulose). Ce sont les deux principaux sucres du miel. Des disaccharides comme le maltose (7,3%), et le saccharose (1,3%)..(ANONYME, 1996)

c-Les acides aminés et protéines : ils sont présents en faible quantité dans le miel (0,26%) essentiellement l'albumine, le globuline, et la teneur en azote est négligeable, de l'ordre de 0,041%

d-Les lipides : la proportion de lipides est infime sous forme de glycérides et d'acides gras (acide palmitique, oléique et linoléique) ; ils proviendraient vraisemblablement de la cire.

d- Les sels minéraux : les matières minérales ne sont présentes qu'à un taux d'environ 0,1% dans les miels courants, mais sont plus abondantes dans les miels foncés. Les sels de potassium représentent près de la moitié des matières minérales, mais on trouve également du calcium, du sodium, du magnésium, du cuivre, du manganèse, du chlore, du soufre, du silicium, du fer ainsi que plus de trente oligo-éléments. Leur teneur dépend des plantes visitées par les abeilles ainsi que du type de sol sur lequel elles poussent..(ANONYME, 1996)

e- Les enzymes : elles proviennent soit des nectars, soit des sécrétions salivaires de l'abeille. Les plus connues sont la gluco-invertase qui est responsable de l'hydrolyse des disaccharides, et les amylases alpha et bêta qui permettent la dégradation de l'amidon.

f Les vitamines : on trouve des vitamines du groupe B provenant des grains de pollen en suspension dans le miel. Il s'agit de la thiamine B1, de la riboflavine B2, de la pyridoxine, de l'acide pantothénique, de l'acide nicotinique B3, de la biotine et de l'acide folique B9. On trouve également de la vitamine C..(ANONYME, 1996)

g Les pigments : on peut citer principalement les caroténoïdes et les flavonoïdes. Ils sont responsables de la coloration du miel. Les flavonoïdes qui appartiennent aux groupes des polyphénols possèdent des propriétés anti-oxydantes très intéressantes.

hLes arômes : ce sont des mélanges de plusieurs dizaines de composés, alcools, cétones, acides, aldéhydes dont l'analyse est compliquée car la composition des arômes n'est pas stable et évolue avec le temps, (OUDJET,2012)

i- Autres éléments présents :

* inahibine : antibactérien

*acetylcholine : stabilite du miel

*hydroxyméthylfurfurale HMF

Il est un très bon indice de dégradation car des valeurs d'HMF supérieures à 40 mg/kg sont révélatrices d'une perte de qualité ; en effet, plus la teneur en HMF est faible, plus la qualité de miel s'affirme.

La formation d'HMF est due principalement au :

1. Stockage et l'entreposage prolongés ;
2. Chauffage excessif du miel (au delà de 40°C) qui décompose partiellement les sucres ;

Chapitre 1 : Données générales

3. Vieillessement naturel du miel

On peut aussi retrouver dans le miel, des pollens, des spores, des algues unicellulaires, des levures osmotolérantes (responsables de la fermentation), et des champignons microscopiques. (ROSSAN,2011)

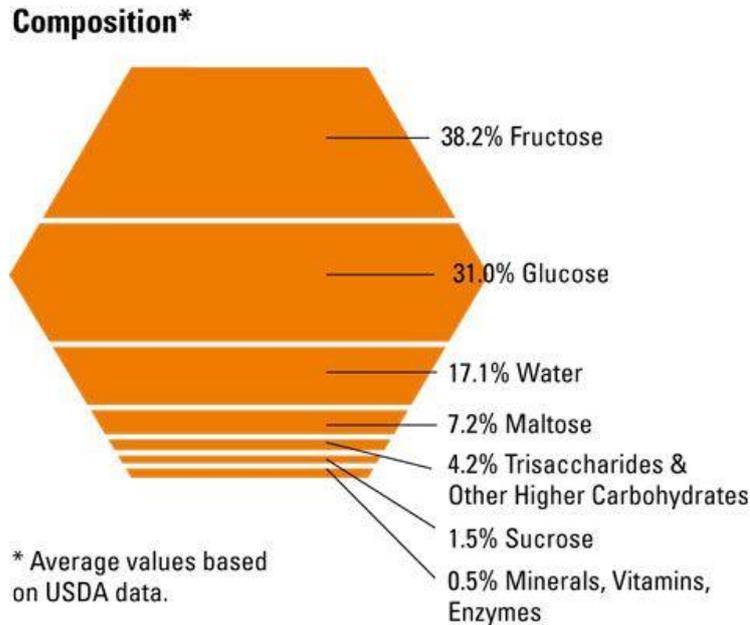


Figure 1.18 : La composition du miel. (CARL ASBL.,2016).

I.6.2. La réglementation relative à la composition moyenne du miel

Il existe une réglementation concernant la composition chimique du miel. Afin de détecter certaines fraudes, notamment celles concernant l'ajout d'eau ou de sucres, des analyses doivent être pratiquées. Selon une directive européenne, voici les caractéristiques de la composition des miels :

a- teneur apparente en sucres réducteurs exprimée en sucre inverti

miel de nectar : pas moins de 65%

miel de miellat, seul ou en mélange avec le miel de nectar : pas moins de 60%

b- teneur en eau

en général pas plus de 21%

miel de Bruyère (*Calluna*) et miel de Trèfle (*Trifolium Sp.*) : pas plus de 23%

c-. teneur apparente en saccharose

en général pas plus de 5%

miel de miellat seul ou en mélange avec le miel de nectar, miels d'Acacia, de Lavande et de *BankiaMenziesii* : pas plus de 10%

d- teneur en matières insolubles

en général pas plus de 0.1%

miel pressé : pas plus de 0.5%

e-. teneur en matières minérales

en général pas plus de 0.6% miel de miellat seul ou en mélange avec le miel de nectar : pas plus de 1%

f-. teneur en acides libres : pas plus de 40 milliéquivalents par kilogramme

Chapitre 1 : Données générales

g-. Indice diastasique et teneur en H.M.F déterminés après traitement et mélange

- indice diastasique - échelle de Schade ,en général pas moins de 8 miel ayant une faible teneur naturelle en enzymes (exemples : miel d'agrumes) et une teneur en H.M.F non supérieure à 15 mg/kg : pas moins de 3
- H.M.F : pas plus de 40 mg/kg (**ANONYME, 2018**)
-

I.7. Bienfaits du miel

I.7.1. Valeur nutritionnelle

Le miel est un aliment simple, très assimilable, de valeur calorique importante soit 302Kcal pour 100g. Il est recommandé par les nutritionnistes au petit déjeuner où l'apport principal de calorie devrait être des glucides simple afin de stimuler l'appétit (**BIRI, 2003 ; ESTI et al.,1996**).

A son action dynamogénique et stimulante du cœur très remarquable, le miel favorise l'assimilation du calcium et la rétention du magnésium par l'organisme, qui sont deux minéraux essentiels au bon fonctionnement de notre organisme. En fin, le miel, grâce à ses nombreux enzymes, tout en ayant un pouvoir sucrant supérieur à celui du saccharose, possède une action nettement moins nocive que celui-ci dans la genèse des caries dentaires (**Meda, 2005**). Il facilite la rétention du Ca, active l'ossification et la sortie des dents. (**SIAD, 2015**).

I.7.2. Propriétés thérapeutiques (anonyme, 2013)

I.7.2. 1. Propriétés anti-infectieuses et antibiotiques :

Le miel est connu depuis l'Antiquité pour ses propriétés anti-infectieuses : le miel empêche la prolifération bactérienne, virale ou fongique grâce à une enzyme, la glucose oxydase, produisant du peroxyde d'hydrogène (comme dans l'eau oxygénée) qui est un antiseptique naturel. De plus, il a une faible concentration en protéines ce qui empêche les bactéries de se développer. Enfin, son acidité entrave la multiplication des bactéries, complétant son action antibactérienne. Il peut être utilisé dans cet objectif aussi bien au niveau cutané qu'en ingestion pour la sphère respiratoire ou digestive.

I.7.2. 2. Propriétés cicatrisantes:

Souvent employé comme antiseptique pour soigner les plaies, le miel possède également des propriétés cicatrisantes qui justifient à nouveau son utilisation cutanée. Il empêche alors le développement des bactéries et régénère le tissu cutané afin d'avoir une bonne cicatrisation. Cette action est due à sa forte osmolarité, qui fait que le miel attire l'eau, draine la lymphe et le plasma vers l'extérieur, ce qui élimine les débris et nettoie la plaie. Le miel est donc un antiseptique et antibactérien très reconnu, qui aide à la cicatrisation des plaies.

I.7.2.3. Propriétés antioxydantes :

Grâce à la présence de nombreux flavonoïdes, le miel a un important pouvoir antioxydant, car

Chapitre 1 : Données générales

ces derniers neutralisent les radicaux libres, ayant ainsi un effet bénéfique dans la prévention de certains cancers ou certaines maladies cardiovasculaires. On peut également noter ici que le miel « foncé », plus riche en flavonoïdes et en fructose, serait plus efficace pour ces propriétés thérapeutiques.

I.7.2. 4. Propriétés énergétiques et tonifiantes :

Le miel est un tonique général de l'organisme qui renforce notamment les défenses immunitaires. Il permet donc de mieux résister aux infections microbiennes et constitue un allié de choix lorsque vous vous sentez fatigué et patraque. De plus, comme il est plein de sucre, le miel est une très bonne source énergétique qui peut vous redonner un coup de fouet quand vous en avez besoin. Attention tout de même si vous êtes diabétique ou que vous surveillez votre ligne, car le miel a un pouvoir sucrant supérieur au sucre et est très calorique. De même, il a un pouvoir cariogène important, et tous ces glucides ne font pas forcément bon ménage avec les dents !

I.7.2. 5. Propriétés sédatives et calmantes :

Le miel permet la libération de sérotonine, un neurotransmetteur qui va favoriser le sommeil. Donc, plutôt que d'ajouter un morceau de sucre dans votre tisane du soir, diluez une cuillère de miel afin de passer une bonne nuit calme et apaisée !

I.7.2. 6. Propriétés respiratoires :

Contre la toux ou les maux de gorge, le miel va apporter un effet immédiat et durable d'apaisement. Grâce à ses propriétés antiseptiques et anti-inflammatoires, il est efficace pour calmer les symptômes du rhume et apaiser votre appareil respiratoire. Il calmera les irritations respiratoires et permettra de diminuer l'adhérence des bactéries à la paroi respiratoire, empêchant ainsi leur prolifération.

II. Les caractéristiques du miel

II.1. Propriétés physico-chimiques

Les caractéristiques physico-chimiques des miels sont essentielles. Certaines participent à l'identification de l'origine florale d'un miel, d'autres déterminent sa qualité et sa stabilité dans le temps. Ici, le recours aux analyses est indispensable.

Parmi les constituants les plus importants du miel figurent l'eau et les sucres, qui vont directement influencer son évolution. (ANONYME, 2011).

II.1.1. La densité

La densité d'un miel homogène est le rapport exprimé en nombre décimal de la masse volumique de ce miel sur la masse volumique de l'eau pure à 4°C. (La masse volumique

Chapitre 1 : Données générales

s'exprime en kg/m³). La densité du miel varie approximativement de 1,39 à 1,44 à 20°C. Le miel est donc un produit relativement dense. Les variations de la densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense.

On peut pratiquement se servir de la densité comme moyen de connaître la teneur en eau d'un miel (**KARL VON FRISCH, 2011**).

II.2.2. l'indice de réfraction :

Il s'agit d'une propriété optique. Tout corps transparent est caractérisé par un certain indice de réfraction. L'indice de réfraction est une constante qui dépend de la nature chimique du corps. Lorsque le corps en question est en solution dans l'eau, l'indice de réfraction varie régulièrement entre l'indice de l'eau pure et l'indice du corps pur. La mesure de l'indice de réfraction permet donc de connaître facilement la teneur en eau d'un produit en solution tel que le miel. Cette mesure se fait au moyen d'un réfractomètre. Il en existe différents modèles dont certains très peu encombrants tiennent facilement dans la poche et permettent de faire très rapidement des mesures dont la précision est satisfaisante. Une goutte de miel parfaitement liquéfié écrasée entre les prismes de l'appareil suffit pour une mesure. Les tables de Chataway donnent la correspondance directe entre indice de réfraction et teneur en eau. Ces tables ont fait l'objet de critiques puis de révisions. On peut les considérer comme valables à 0,5 p. 100 près de la teneur en eau mesurée. Le problème de la mesure de la teneur en eau des miels est un des plus épineux et des plus controversés. En fait, chaque méthode donne des résultats légèrement différents et il est difficile de choisir une méthode étalon. Pour les besoins courants, les méthodes de densité et d'indice de réfraction sont suffisamment correctes. On peut et on doit les utiliser en raison des services considérables qu'elles rendent en technologie du miel. (**JOUVEAUX, 1959**).



Figure1.19 : Utilisation du réfractomètre. (**CARL ASBL, 2016**).

II.1.3. Les sucres

Le miel est un aliment glucidique à haute valeur énergétique (320 calories par 100 g ou 13400 joules / kg) il est composé essentiellement d'un couple d'hexoses :

- le glucose, qui est assimilé directement ;
- le fructose, qui est assimilé après une légère transformation.

Chapitre 1 : Données générales

Le miel présente sur le sucre ordinaire l'avantage de contenir des sels minéraux ainsi que des substances aromatiques qui rendent sa consommation plus agréable. 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. De part sa richesse en éléments biologiques, le miel peut être introduit dans certains régimes alimentaires mais il n'est pas considéré comme un aliment complet car il est pauvre en protides, en lipides, et en vitamines (BLASA *et al.*, 2007).

II.1.4. L'Hydroxy-Méthyl-Furfural (HMF)

L'HMF est un composé chimique issu de la dégradation du fructose (sucre). Nul au départ, sa concentration va augmenter dans le temps et avec la température. La teneur en HMF reflète donc l'âge et le passé thermique du miel. Un miel naturel, récolté sans chauffage particulier, ne contient pas plus de 5 mg d'HMF par kg. Durant le stockage du miel (à température ambiante), la concentration en HMF peut augmenter d'environ 5 à 10 mg/kg par an.

Le réchauffage réalisé pour le défigeage ou la refonte peut développer quelques mg en plus. Il faut toujours éviter que la température du miel dépasse 40°C sous peine d'augmenter sa teneur en HMF rapidement et de limiter sa durée de conservation.

II.1.5. Les enzymes

Le miel contient des enzymes (substances protéiques qui accélèrent une réaction biochimique). Leurs quantités varient en fonction de l'origine botanique du miel et de l'intensité de la miellée. Parmi les enzymes rencontrées dans le miel, la saccharase (ou invertase) et la diastase (ou amylase) donnent les renseignements les plus utiles.

Elles sont très sensibles à la chaleur et au vieillissement. Elles donnent une information plus précise que le HMF sur les chocs thermiques subis par le miel. La diastase résiste mieux à la température que la saccharase.

Les résultats de l'activité de ces enzymes s'expriment en indice de saccharase (IS) et indice diastasique (ID). Généralement, un miel non dégradé a un IS supérieur à 10 et un ID supérieur à 8. (CLEMENT, 2009).

.

II.1.6. Le pH et l'acidité

Tous les miels sont acides et c'est probablement l'abeille qui leur confère cette propriété.

Le pH et l'acidité libre vont influencer la stabilité du miel et ses conditions de conservation. Ils nous donnent également des informations sur son origine.

L'acidité libre est celle que nous percevons dans la bouche.

L'acidité du miel est exprimée en « milliéquivalents par kilogramme de miel » ou méq/kg. La concentration en acide maximum acceptable est de 50 méq/kg de miel. Au-delà de cette concentration, les miels ont de fortes chances d'avoir subi des modifications indésirables telle la fermentation.

Le pH caractérise l'acidité ou la basicité d'un produit (le miel est toujours acide). Il influence fortement la vitesse de dégradation des sucres et des enzymes : elle est plus rapide pour un pH faible (3,5-4,0) que pour un pH élevé (4,0-5,0).

Chapitre 1 : Données générales

Le pH 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. Les miels acides (ronces, phacélie...) vont se dégrader rapidement. (LUCIA *et al.*, 2016).

II.1.7. Conductivité électrique

La mesure de la conductivité (propriété d'un corps à permettre le passage du courant) donne de précieux renseignements sur l'origine botanique et permet notamment de différencier les miels de fleurs des miels de miellat. Le miel de miellat, miel fabriqué à partir d'une substance élaborée par les pucerons grâce à la sève des végétaux, a une conductivité plus élevée (>0,8 mS/cm) qu'un miel de nectar (0,15 - 0,3 mS/cm). Certains miels de fleurs possèdent cependant une conductivité plus élevée (pissenlit, bruyère), (ANONYME,2011).

II.2. Propriétés organoleptiques

Les miels récoltés peuvent être très divers, tant par leur coloration que par leur consistance et leur arôme. (LUCIA *et al.*, 2016).

La couleur

En fonction de ses origines florale et géographique, le miel peut présenter différents coloris. Il existe des miels limpides comme de l'eau, des miels jaunes, ambrés, verdâtres, rougeâtres, et certains presque noirs. À l'exception du violet et du bleu la couleur des miels varie à l'infini. Les pigments colorent et aromatisent les miels. Ce sont principalement de caroténoïdes, des xanthophylles et des flavonoïdes (CLEMENT, 2005).

La texture

Cristallisé finement ou grossièrement, dur ou souple, pâteux ou liquide, le miel peut se présenter sous de nombreux aspects. S'il est parfaitement fluide au moment de son extraction, le miel ne reste cependant pas dans cet état de façon indéfinie. La vitesse de cristallisation varie avec la composition en sucres, la teneur en eau, la température de conservation. (LUCIA *et al.*, 2016).

Le goût et les arômes

Suivant son origine florale, le miel peut présenter une grande variété de saveurs et d'arômes différents. Il existe une roue d'odeurs et d'arômes qui permet de décrire, les sensations perçues tant au niveau olfactif que gustatif lors de la dégustation d'un miel. (LUCIA *et al.*, 2016).

L'odeur

Chapitre 1 : Données générales

Dans les différents miels, les odeurs varient considérablement mais s'évaporent très rapidement. Elles sont végétales, florales ou fruitées, puissantes ou non, fines, lourdes, Vulgaires. Une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut (**FREDOT, 2009**).

Chapitre 02 :
Matériels et méthodes

Chapitre 02 : matériels et méthodes

KHALI		Eucalyptus	Oued Mazafran	2010	-
O. BELHAJ	2015	Eucalyptus	Beni mellal	2014	-
J. OUMATO					
S. ZRIRA					
		Multifloral	Foum djemaa	2015	-
BELAIDI Asmaa		Orange	Mecheria		
KADRI Redhwan		Harmel	Al Aricha		

Pour l'activité antibactérienne

Auteur	Année	souches bactériennes
BENBAREKA O. HAFSAOUI I.	2019	<i>E.Coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Feddaoui C. Kerdouci S.	2013	<i>E.Coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
FIZAZI I. ZEDDAM F Z		<i>Pseudomonas aeruginosa</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>

II.2. Présentation des miels échantillons :

Notre étude a porté sur huit échantillons de miels (miel multi florale, de jujubier, d'orange, d'Eucalyptus, de chardon marie, de montagne, d'agrumes et miel de Harmel) collectés durant la saison 2019-2020 de différentes localités de l'Algérie. Les miels sont présentés selon leurs origines florales et leurs provenances. (Tableau 2.1)

Chapitre 02 : matériels et méthodes

Tableau 2.1 : Les différents échantillons de miel utilisés dans le cadre de la partie expérimentale

Type de miel	Région/Localité	Type de Milieu et Environnement des ruchers	Date de récolte
Miel de forêt (multi floral) (M1)	Chlef (Beni Haoua)	Naturel <i>Erica arborea</i> <i>Fagussylvatica</i>	Nov 2019
Jujubier(M2)	Laghouat-(HassiDelaa)	Naturel <i>Zizyphus lotus</i>	Nov 2019
Orange (M3)	Mostaganem(Mesra)	Cultivé	Jan 2020
Chardon marie (M4)	Djelfa(Mesaad)	Naturel <i>Silybummarianum</i>	Juillet 2019
Eucalyptus (M5)	Ain deflaKhemisMiliana	Cultivé <i>Eucalyptus globolus</i>	Sept 2019
Miel de montagne (multi floral) (M6)	SetifMontagne desBabors	Mixtes <i>RosmarinusofficinalisRetama monosperma</i>	Avril 2019
Miel d'agrumes (M7)	Alger Zeralda	Cultivé <i>Citrus limon</i> <i>Citrus sinensis L</i>	Mars 2019
Miel de Harmel (M8)	DjelfaAin Oussara	Mixtes <i>Peganumharmala</i>	Mars 2019

II.3. Souches bactériennes à tester:

Les différentes souches bactériennes à tester sont référencées et fournies par le laboratoire d'hygiène Blida. Nous présentons une brève description de ces souches.

- *Pseudomonas aeruginosa* **P.A** (ATCC 27853) : Sont des bacilles à gram négatif, aérobies stricts, opportunistes, responsables d'infections nosocomiales de plus en plus graves et fréquentes. Ce germe est caractérisé par sa résistance naturelle aux antibiotiques.
- *Staphylococcus aureus* **S.A** (ATCC 25923) : Sont des bactéries commensales de la peau et des muqueuses de l'homme et des animaux, cocci à gram positif aéro-anaérobie. Ce sont des agents de toxi-infections et d'infections nosocomiales.
- *Escherichia coli* **E.COLI** (ATCC 25922) : Sont des bacilles Gram négatif, hôtes de l'intestin de l'homme et des animaux et très abondants dans les matières fécales. Ils sont responsables d'intoxications, d'infections spontanées des voies urinaires et d'infections nosocomiales.

Chapitre 02 : matériels et méthodes

- *Salmonella typhi***S.T** : entérobactérie de gram négatif, responsable de la typhoïde
- *Klebsiellapneumoniae***K.P** : entérobactérie de gram négatif responsable de la pneumonie nosocomiale

L'étude de l'activité antibactérienne des miels devait être réalisée au niveau de l'Unité de recherche et de développement SAIDAL.

II. 3. Présentation des Analyses physico chimiques à réaliser:

II. 3. 1 Teneur en eau et en matière sèche (degré de brix)

La méthode de **CHATAWAY (1935)** est considérée pour la mesure du taux d'humidité et dont le principe est basé sur la mesure de l'indice de réfraction à l'aide d'un réfractomètre (annexe 02), à travers la mesure optique de l'indice de réfraction (IR) du miel à 20°C . Le coefficient de correction 0.00023 par degré Celsius. La correction est additive, si la mesure est faite au-dessus de 20°C, soustractive dans le contraire.

Grâce cette méthode de la réfractométrie, on peut 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.

- Mode opératoire :

Nettoyer et sécher le prisme du réfractomètre.

Régler le réfractomètre à zéro.

Le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide.

Si le produit se trouve cristallisé, il est nécessaire de le refondre dans un flacon à fermeture hermétique en étuve ou en bain marie à moins de 50°C.

Après refroidissement à une température ambiante, prendre une goutte de miel à l'aide d'une spatule, puis déposer et étaler en couche mince sur la platine de prisme. Faire la lecture à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre zone claire et zone obscure.

Les résultats obtenus seront portés à la table de Chataway (voir annexe 1) qui indique la teneur en eau et la teneur en matière sèche correspondante. (**BAKCHICHE, 2017**)

II. 3. 2. Conductivité électrique :

La mesure de la conductivité électrique de chaque échantillon de miel est effectuée à l'aide d'un conductimètre (annexe 03) selon la méthode de **VORWOHL,(1964)**

- Mode opératoire :

Peser dans un petit bécher 10g du miel, le dissoudre dans un 50ml d'eau distillé.

Chapitre 02 : matériels et méthodes

Bien mélanger jusqu'à homogénéisation.

Placer la solution au bain marie réglé à 20°C.

Plonger l'électrode du conductimètre dans la solution (lorsque la température est à 20°C±0.5°C)

Effectuer la lecture de la valeur qui s'affiche à l'écran.

La conductivité du miel est mesurée en siemens par cm : s.cm⁻¹ conventionnellement la conductivité est donnée en 10⁻⁴ S.cm⁻¹. (VORWOHL, 1964)

II. 3. 3. PH

La mesure du potentiel hydrogène d'une solution de miel se fait à l'aide d'un pH mètre (annexe 04).

- Mode opératoire :

Étalonnage de l'appareil : L'étalonnage de pH mètre s'effectue dès sa première utilisation. On considère une valeur de la température égale à celle de la solution d'étude (en pratique celle de laboratoire). On utilise des solutions tampons de pH 4 et pH 7. Plonger la sonde dans la solution de calibration PH 4 et attendre la stabilisation de la mesure. Recommencer l'opération avec la solution de calibration PH 7.

- Pour la mesure du pH de nos échantillons , les étapes suivantes doivent être réalisées:
 - Peser dans un petit bécher 10g du miel le dissoudre dans 75ml d'eau distillé.
 - Rincer l'électrode à l'eau distillée puis sécher là avec du papier joseph.
 - Placer la solution de miel a analysé sous agitation magnétique.
 - Plonger l'électrode propre et sèche dans la solution à analyser.
 - Attendre la stabilisation de la valeur du pH. (AOAC, 1990)

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

II. 3. 4. L'acidité libre :

- Mode opératoire :
 - Dissoudre 10g de miel dans 75 ml d'eau distillée dans un bécher.
 - Agiter à l'aide d'un agitateur magnétique
 - Les électrodes du pH mètre (figure 2.3) doivent être immergées dans la solution de miel.
 - Après la lecture du pH, la solution est titrée avec la solution de soude à 0,1M jusqu'à pH=8,30.
 - Enregistrer le volume de NaOH utilisé.
 - Calculer l'acidité libre en milléquivalents.

Soit V le volume en ml de soude à 0,1M utilisé lors de la titration. L'acidité libre du miel est exprimée en milliéquivalent par kilogramme de miel et déterminée par la formule suivante :

Chapitre 02 : matériels et méthodes

AL= (Volume de 0,1 N NaOH en ml) x 10. (AOAC, 1990).

II. 3. 5. Détermination du HMF.

La détermination de la teneur en HMF **WINKLER, 1955**)est basée sur la détermination de l'absorbance UV à 284 nm à l'aide d'un Spectrophotomètre (annexe 05) . Dans le but d'éviter l'interférence des autres composés à cette longueur d'onde, on détermine la différence entre les absorbances d'une solution aqueuse claire de miel et la même solution après addition de méta bisulfite de sodium. La teneur en HMF est calculée après substitution de l'absorbance de base à 336nm.

- Mode opératoire
 - Peser 5g du miel dans un bécher, dissoudre dans 25ml d'eau distillée puis ajuster à 50ml ;
 - Ajouter 0.5ml de la solution carrez I (15g d'Hexacyanoferrate de potassium dans 100 ml d'eau distillée.
 - Ajouter 0.5ml de la solution carrez II (30g d'acétate de zinc dans 100ml d'eau
 - Préparer une solution de méta bisulfite de sodium diluée dans 100ml d'eau distillée (0.2g/100ml) ;
 - Ajouter une goutte de l'éthanol pour éliminer la mousse ;
 - Filtrer la solution en utilisant un papier filtre, en jetant la première dizaine de ml de filtrat ;
 - Pipeter 5ml dans deux tubes à essai ;
 - 1er tube, ajouter 5ml d'eau distillée et on mélange (solution – échantillon) ;
 - 2ème tube ; ajouter 5ml de la solution méta bisulfite de sodium (solution de référence) ;

L'expression des résultats est comme suit : $HMF \text{ mg/kg} = [A_{284} - A_{336}] \times 149.7 \times 5/W$

A284: absorbance à 284nm;

A336: absorbance à 336 nm;

W : le poids en grammes de l'échantillon du miel

II. 4. Présentation des Analyses organoleptiques à réaliser

Les différentes étapes pour évaluer les caractéristiques physiques des miels sont :

1. Phase visuelle :

Les dégustateurs examinent la couleur, l'intensité, la fluidité, limpidité, l'homogénéité, la cristallisation et la propreté du miel.

2. Phase olfactive :

Chapitre 02 : matériels et méthodes

Le dégustateur réalise cette phase rapidement avant que son odorat ne soit saturé par l'odeur du miel. Il peut déterminer le caractère végétal, floral ou fruité, la puissance de l'odeur et ces défauts (fumée, fermentation, etc). La technique est très simple, il suffit de tenir le pot de miel par le bas et d'humer profondément pour avoir la perception de l'odeur.

3. Phase gustative :

Pendant cette phase, le dégustateur recherche les saveurs (sucré, acide, salé, amer) et la flaveur par la voie rétro-nasale. Il détermine la sensation tactile sur la langue (cristallisation, taille des grains), la puissance, la persistance et le caractère botanique. La technique consiste à prendre un peu de miel avec la spatule, à le garder dans la bouche en insalivation quelques secondes puis à le projeter vers le fond de la bouche pour percevoir les arômes, la sapidité et d'éventuel arrière-goûts. (BENZOUHRA, 2017).

II.5. Présentation des analyses pour l'étude de l'activité antibactérienne des miels échantillons

Pour évaluer l'activité antibactérienne des échantillons de miel étudiée, on procède à la technique des disques en papier vis-à-vis cinq souches bactériennes (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *pseudomonasaeruginosa*, *Salmonella typhi*, *klebsellapneumoniae*). Ces dernières sont à l'origine d'une collection du laboratoire d'hygiène Blida

Le choix des souches bactériennes a été effectué sur la base de la recherche bibliographique sur leurs fréquences élevées a contaminées les denrées alimentaires et de leur pathogénicité.

III-5.1 Evaluation de l'activité antibactérienne (antibiogramme)

L'activité antibactérienne des échantillons du miel étudiés est déterminée selon la méthode décrite par BAYDAR et al.,(2004). Ce test est effectué par la méthode de diffusion de disque où les disques sont imbibés de chaque échantillon.

Des suspensions bactériennes d'une densité optique de 0,5 Mc Ferland (105UFC/ml) doivent être préparées à partir d'une culture pure et jeune (âgée de 18 heures).

Préparer ensuite une dilution de 10⁻⁵ à partir des souches mères de 105UFC/ml obtenus après standardisation, et un volume 1ml de chaque souche sera ensemencé par inondation dans les boîtes de pétri coulées de milieu gélosé Muller Hinton à une épaisseur de 4mm. L'excès est récupéré à l'aide d'une micropipette, et les boîtes sont mises à sécher pendant 15 minutes.

Des disques en papier wattman, (5 mm de diamètre) stériles seront imprégnés avec un volume de 20µl de chaque échantillon et les disques témoins seront imprégnés dans l'eau distillée représentent les témoins négatifs. A l'aide d'une pince les disques sont déposés à la surface

Chapitre 02 : matériels et méthodes

d'un milieuensemencés (étalée) par une suspension microbienne d'une densité optique de 0,5 Mc Ferland.

Les boites de Pétri sont mises au réfrigérateur à 4 °C pendant trois heures pour une pré diffusion (**BANSEMIR et al.,2006**).

Après 18 à 24 heures d'incubation, le diamètre de chaque zone d'inhibition sera mesuré en mm et noté. Les mesures peuvent être prises avec une règle sur le fond de la boîte sans enlever le couvercle. Plus la zone d'inhibition est grande, plus le germe est sensible.

Chapitre 3

Résultats et Discussion

Les résultats de l'analyse de la documentation consultée sur quelques travaux réalisés sur les analyses physicochimiques des miels en Algérie et au Maroc sont consignés dans le tableau 3.1. Les variations des principaux paramètres physicochimiques sont indiqués dans la figure 3.1 et 3.2.

Tableau 3.1 : Synthèse de quelques résultats sur les paramètres physico-chimiques de miels issus de différentes régions (M1 : Miel forêt-Maroc (FouDjema), M2 : Miel forêt-HassiRme, M3 : Jujubier-Laghout, M4 : Jujubier-Mitidja, M5 : Oranger-BirOuldKhalifa, M6 : Oranger-Mecheria, M7 : Chardon marie-A.Defla, M8 : Eucalyptus-Oued Mazafran, M9 : Eucalyptus-Maroc(BéniMellal), M10 : Miel de montagne-Djendel (A.Defla), M11 : Miel de montagne-Miliana (A.Defla), M12 : Miel de montagne-Feghilia(Chlef), M13 : Agrumes-Hamama (Miliana), M14 : Harmel-ElAricha(Tlemcen), M15 : Harmel-Ksar El Hiran (Laghout)).

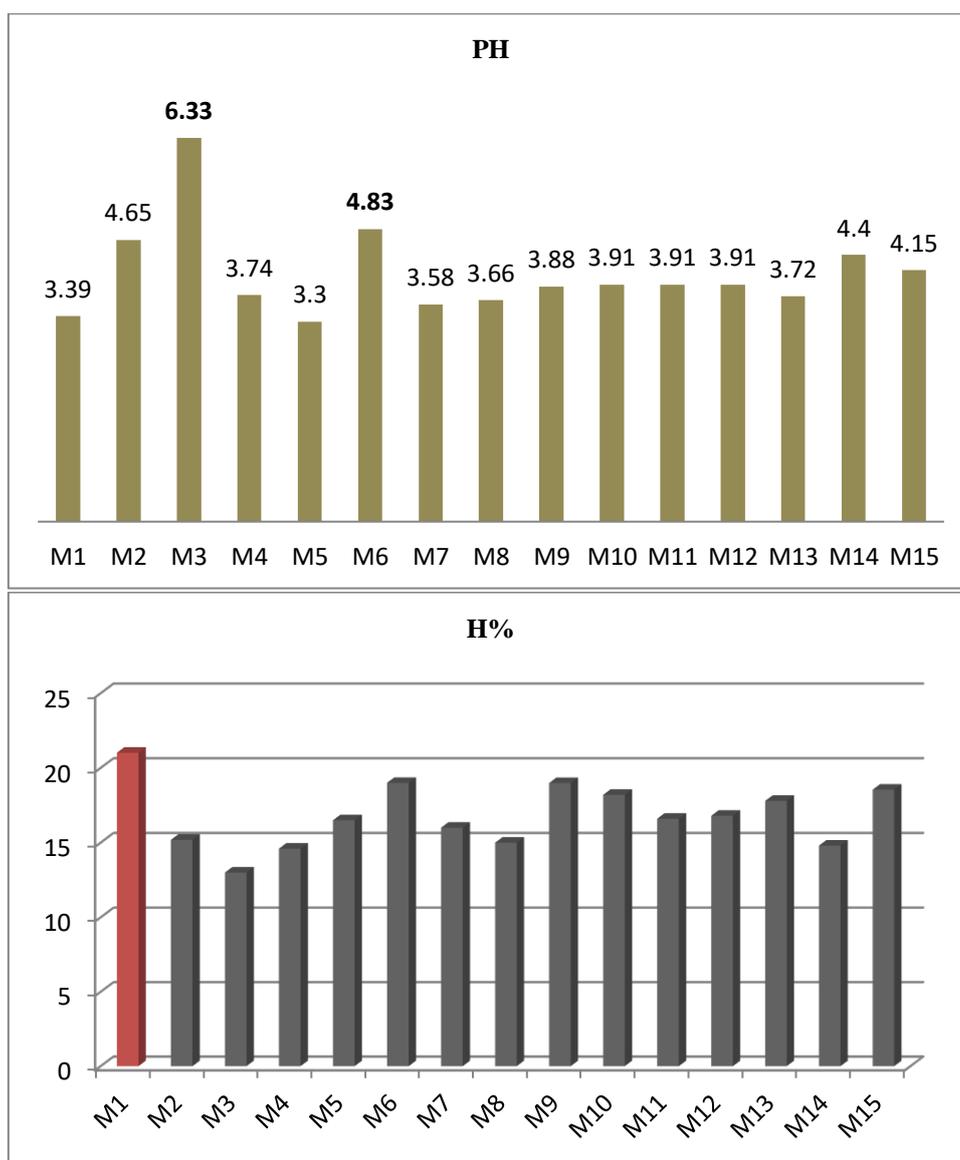


Figure 3.1. Variation du potentiel hydrogène et de l'humidité de quelques miels (Ref Tableau 3.1)

Origine du Miel	Région	PH	H%	CE mS/cm	HM mg/kg	Acidité libre MEq/kg	Degré de brix %
Miel de forêt (Belhadj et <i>al.</i> , 2015)	Fou Jemaa (Maroc)	3.39	21.02	0.19	39.67	30.39	2.64
	Hassi El Rmel (Laghouat)	4.65	15.19	0.37	ND	19.35	84.81
Jujubier (Achour et Khali, 2014)	Laghouat	6.33	13	0.47	1.64	10	16.91
	Mitidja	3.74	14.6	0.24	19.76	32	2.8
Oranger (Benzouhra et <i>al.</i> , 2017) (Belaidi et <i>al.</i>)	Bir Ould Khalifa (Ain Defla)	3.3	16.5	0.19	14.67	27	82.5
	Mecheria	4.83	19	0.15	2.26	8	ND
Chardon marie (Yahia Mohammed , 2015)	Ain Defla	3.58	16	ND	3.59	3	ND
Eucalyptus (Achour et Khali, 2014) (Belhadj et <i>al.</i> , 2015)	Oued Mazafran	3.66	15	0.56	76.34	36	6.04
	Beni Mellal (Maroc)	3.88	18.99	0.24	5.58	19.67	6.53
Miel de montagne Yahia Mahammed (2015)	Djendel	3.91	18.2	0.23	23.53	25	83.8
	Miliana	3.91	16.6	0.3	22.9	30	81.2
	Feghilia (Chlef)	3.91	16.8	0.33	16.01	24	81.5
Miel d'Agrumes Yahia Mahammed (2015)	Hamama Miliana	3.72	17.8	0.11	13.92	15.5	80.1
Harmel (Belaidi et <i>al.</i>) (Bakhchiche et <i>al.</i> , 2017)	El Aricha (Tlemcen)	4.4	14.8	0.26	10.17	10	ND
	Ksar El Hiran (Laghouat)	4.15	18.55	0.53	ND	23.28	81.45

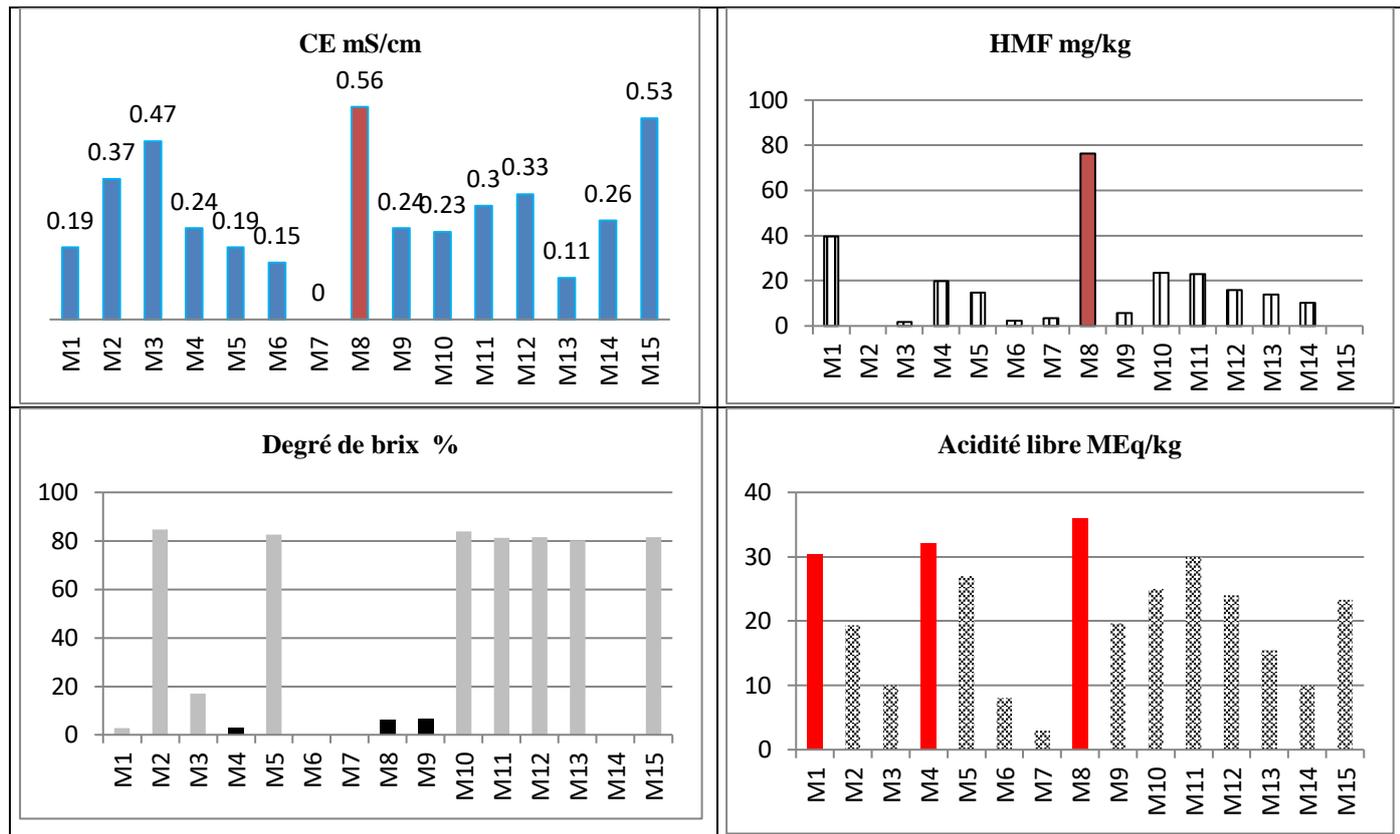


Figure 3.3. Valeurs des paramètres (conductivité électrique mS/cm, HMF mg/kg, degré de brix / et acidité libre MEq/kg) de quelques miels rapportés par la littérature.

L'humidité :

Selon BELHADJ *et al.*, (2015), la teneur en eau est un paramètre lié au degré de maturité. Elle est responsable de la stabilité du miel lors de l'entreposage. En analysant les miels de forêts et d'eucalyptus ont révélé les valeurs : 15.19% et 21.02% pour miel de forêt et 18.99% pour celui de l'eucalyptus. Se sont des échantillons conformes aux normes.

La valeur normale de la teneur en eau selon le **codex alimentarius 2019** est au maximum 20%, à l'exception du miel de bruyère qui fait 23% et minimum 14%.

YAHIA MOHAMMED, (2015) a obtenu des valeurs comprises entre 16 % et 18.99% pour les miels de montagne, d'agrumes et de chardon marie, ce qui est conforme aux normes du codex. ACHOUR ET KHALI, (2014) ont trouvé 14.6% et 13% pour le miel de jujubier et 15% d'humidité pour celui de l'eucalyptus.

BELAIDI *et al.*, mentionnent 19%, 14.8% pour le miel d'orange et de Harmel respectivement, ce qui correspond à des valeurs normales.

Le miel d'oranger de BENZOUHRA *et al.*, (2017) montre un taux d'humidité égale 16.5% conformes au nom du **codex alimentarius 2019**.

Le résultat obtenu par BAKHCHICHE *et al.*, (2017) suite à l'analyse de l'échantillon de miel de Harmel, indique une valeur de 18.55%, et qui se situe dans la fourchette de la normale.

Un taux élevé d'humidité supérieur à 20% provoque une fermentation du miel, et un taux bas provoque la cristallisation. Le miel du jujubier (ACHOUR ET KHALI, 2014) présente une humidité de 13 % seulement et dans ce cas c'est un miel immature. Ceci est due à la récolte hors saison et aux mauvaises conditions de stockage .

La conductivité électrique

La conductivité est un bon critère de qualité liée à l'origine botanique du miel et très souvent utilisé dans la routine de contrôle.

Les miels issus du nectar ont une conductivité électrique de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ceux issus du miellat, ont une conductivité électrique de 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pour les miels mixtes, elle varie entre 600 à 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (GONNET, 1986).

Les miels de montagne et d'agrumes ont une conductivité électrique qui varie entre 0.11 mS/cm et 0.33 mS/cm, (YAHIA MAHAMMED, (2015). Pour BELHAJ *et al.*, (2015), les miels de forêt et d'eucalyptus montrent une CE qui varie entre 0.19 mS/cm et 0.37 mS/cm. Les valeurs de conductivité électrique des miels analysés par ACHOUR et KHALI, (2014) (miels de jujubier et d'eucalyptus), par BELAIDI *et al* et BENZOUHRA *et al.*, (2017) (miels d'orange et de Harmel) et par BAKHCHICHE *et al.*, (2017) pour le miel de harmel indiquent des valeurs faibles inférieures à 600 mS/cm. Selon GONNET, 1(1986) tous sont des miels issus du nectar.

HMF

L'hydroxyméthylfurfural HMF est un sucre qui provient de la lente dégradation du fructose et du glucose, naturellement présent à l'état de traces dans tous les miels à la récolte; (1 à 3 mg/kg), Ce taux augmente avec le chauffage ou lors du vieillissement de miel., (ABERSI, 2016) La concentration en HMF est reconnue comme indicateur du niveau de fraîcheur du miel, dont la teneur maximale tolérée dans le miel est de 80 mg/Kg, (codex alimentarius, 2019).

Du point de vue législatif, les résultats des analyses de l'HMF rapportés dans le tableau 3.1, sont conformes aux normes. On remarque des valeurs faibles pour le miel de jujubier (1.64 mg/kg) (ACHOUR ET KHALI, 2014), pour le miel d'orange (2.26 mg/kg) (BELAIDI *et al.*), pour le miel de chardon marie (3.59 mg/kg) (YAHIA MOHAMMED, 2015) et pour le miel de Harmel et celui d'eucalyptus (10.17 et 5.58 respectivement) (BELHAJ *et al.*, 2015).. Ces teneurs faibles en HMF indiquent que les miels analysés sont des miels frais, qu'ils sont récoltés récemment et n'ont subi aucun traitement thermique pendant l'extraction ou le conditionnement.

Par contre, il y a des valeurs élevées en HMF de 16.01 mg/kg à 23.53 mg/kg pour le miel de montagne et 13.92 mg/kg pour le miel d'agrumes (YAHIA MAHAMMED, 2015), 19.76 mg/kg et 76.34 mg/kg pour les miels de jujubier et d'eucalyptus (ACHOUR ET KHALI, 2014), 39.76 mg/kg pour miel de forêt (BELHAJ *et al.*, 2015) et 14.76 pour le miel d'orange (BENZOUHRA *et al.*, 2017). Ces sont des échantillons conformes aux normes .

Acidité libre

L'acidité est un critère de qualité important; elle donne des indications importantes sur l'état d'un miel. L'acidité des miels est essentiellement due à l'acide gluconique qui se présente dans tous les miels, il est produit à partir du glucose conjointement avec du peroxydehydrogène (eau oxygénée), en présence d'une enzyme «glucose -oxydase» sécrétée par l'abeille, ce qui confère au miel des propriétés antiseptiques. (BOGDANOV, 1999).

Selon le **codex alimentarius 2019**, l'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 50 milliéquivalents d'acide par 1000 g. Les échantillons de miel de montagne analysés par **YAHIA MAHAMMED, (2015)** ont une acidité libre comprise entre 24 mEq/kg et 30 mEq/kg, 15.5 mEq/kg pour le miel d'agrumes et 03 mEq/kg pour le miel de chardon marie. Les miels de jujubier et d'eucalyptus ont des valeurs variant entre 10 mEq/kg et 32 mEq/kg et 36 mEq/kg respectivement (ACHOUR ET KHALI, 2014).

BELHAJ et al., 2015 a révélé les résultats suivants : 19.35 mEq/kg et 30.39 mEq/kg pour le miel de forêt et 19.67 mEq/kg pour le miel de l'eucalyptus. Les valeurs obtenues par **BELAIDI et al., 8 mEq/kg et 10 mEq/kg** pour les miels d'orange et de Harmel respectivement, ainsi que **BAKHCHICHE et al., 2017** qui a obtenu 23.28 mEq/kg pour le miel de harmel et **BENZOUHRA et al., 2017** avec 27 mEq/kg pour le miel d'orange. Les résultats obtenus par ces auteurs sont appréciables et coïncident parfaitement avec les normes préconisées par le **Codex Alimentarius 2019** (50 Meq/Kg). L'Acidité naturelle du miel s'accroît lorsque le miel vieillit, (GONNET, 1982).

Le degré de brix

Le degré de brix est la fraction du saccharose en g dans 100g de miel. La matière sèche de miel est en relation inversée avec la teneur en eau, (YAHIA MOHAMMED, 2015). Un degré Brix équivaut à 5 grammes de saccharose pour 100 grammes de solution (60%). **codex alimentarius 2019**.

Les miels de montagne analysés par **YAHIA MAHAMMED, (2015)** ont un degré de brix variant entre 81.5 % et 83.8 %. **BELHAJ et al., (2015)** ont obtenu 2.64% , 84.81% pour le miel de forêt et 6.53% pour le miel d'eucalyptus. Le miel d'orange étudié par (**BENZOUHRA et al., 2017**) a un degré de brix égal à 82.5%. Les miels étudiés par **ACHOUR et KHALI, (2014)** ont présenté des valeurs de l'ordre de 2.8% et 16.91% pour le miel de jujubier et 6.04% pour le miel d'eucalyptus. Le miel de Harmel a un degré de brix de 23.28 %, (**BAKHCHICHE et al., 2017**).

Selon **BOGDANOV et al., (2001)**, les miels qui présentent un degré de brix supérieur à 60 % ont pour origine le nectar. Pour cela les miels de montagne de **YAHIA MAHAMMED, (2015)** et le miel de forêt analysé par **BELHAJ et al., (2015)** sont des miels issus du nectar

PH

Le pH ou potentiel d'hydrogène ou indice de Sorensen est défini comme le cologarithme de concentration en ions H dans une solution. Pour le miel, le PH représente un indice de la «réactivité acide » du produit. Les miels de nectar ont un faible PH (de 3.3 à 4.5) tandis que les miels de miellats ont un pH plus élevé, (Louveaux, 1985).

Les valeurs de PH des miels analysés sont de 3.91 pour le miel de montagne, 3.71 pour le miel d'agrumes et 3.58 pour le miel de chardon marie, 3.39 et 4.65 pour le miel de forêt et 3.88 pour le miel d'eucalyptus (YAHIA MAHAMMED, 2015 ;BELHAJ *et al.*, 2015).

ACHOUR ET KHALI, (2014) ont obtenu les PH suivants : 3.74 et 6.33 pour le miel de jujubier et 3.66 pour le miel d'eucalyptus. Aussi, BELAIDI *et al.* ont trouvé un PH de 4.83 pour le miel d'orange et 4.4 pour celui du Harmel. BAKHCHICHE *et al.*, (2017) et BENZOUHRA *et al.*, (2017) trouvent 4.15 et 3.3 pour les miels de Harmel et d'oranger respectivement .

CONNET, (1982) affirme qu'un PH faible de l'ordre de 3.5 pour un miel, prédéterminé « fragile » pour la conservation, duquel il faudra prendre beaucoup de précautions. Aussi, ces miels ont pour origine le nectar. C'est le cas pour le miel de forêt (BELHAJ *et al.*, 2015) et le miel d'oranges (BENZOUHRA *et al.*, 2017).

Par contre un miel à PH 5.5 se conservera mieux et plus longtemps, et a pour origine la miellat.

Selon MASSEUX., (2014) Le miel peut contenir de nombreux polyphénols de structure différente. Selon la littérature scientifique, la présence, la concentration et le type de polyphénols présents sont susceptibles de varier en fonction de l'origine botanique du miel ainsi que, dans une moindre mesure, des conditions climatiques et géographiques.

Il est important de noter que les miels plus foncés sont en général associés à des teneurs en polyphénols plus élevées. De nombreuses études ont décrit une forte corrélation existant entre d'une part la couleur du miel et d'autre part sa teneur en polyphénols, avec des valeurs plus élevées dans les miels foncés et cristallisés que dans les miels clairs ou transparents. Certains polyphénols interviennent également dans les qualités organoleptiques du miel. Un auteur associe par exemple l'amertume particulièrement forte du miel d'arbousier avec sa teneur élevée en polyphénols.

III.2. Activité antibactérienne

D'après les travaux consultés, les miels d'orange, de jujubier, de montagne, de forêt et d'Eucalyptus provenant de différentes régions d'Algérie et de Maroc, ont fait l'objet d'une étude de l'activité anti bactérienne. Les différents taux d'inhibition ont été rapportés vis-à-vis des souches *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Salmonella* sp et *Klebsiella pneumoniae* (Tableau 3.2).

Tableau 3.2 : Valeurs des diamètres d'inhibition (mm) de quelques miels rapportés par des travaux de littérature, vis-à-vis de quelques espèces bactériennes.

Miel/localité		<i>P.aeruginosa</i>	<i>S.aureus</i>	<i>E.coli</i>	<i>Salmonella</i> sp	<i>K.pneumoniae</i>
Miel d'orange Benbareka <i>et al.</i> , (2019) Feddaoui, <i>et al.</i> , (2013) Belhadj <i>et al.</i> , (2016)	Fouka (Tipaza)	20	00	00	-	-
	Nadhor (Guelma)	11	34	08	-	-
	Maroc	-	36	40	40	-
Miel de jujubier Benbareka <i>et al.</i> , (2019) Fizaziet <i>al.</i> , (2018)	Laghouat	00	07	07	-	-
	Naama (Ain Safra)	19	-	-	-	14
Miel de chardon Benbareka <i>et al.</i> , (2019)	Aflou (Lagouat)	00	31	00	-	-
Miel de montagne Benbareka <i>et al.</i> , (2019) ; Belhadj <i>et al.</i> , (2016) ; Fizaziet <i>al.</i> , (2018)	Douaouda (Tipaza)	00	30	00	-	-
	Maroc	-	40	36	44	-
	Tissemsilt (Montagne Bordj Bounaama)	17	-	-	-	16
Miel de forêt Benbareka <i>et al.</i> , (2019) Feddaoui, <i>et al.</i> , (2013)	Fouka	10	10	00	-	-
	Oued Echham (Guelma)	10	38	10	-	-
Miel d'eucalyptus Feddaoui, <i>etal.</i> , (2013) Belhadj <i>et al.</i> , (2016)	Belkhir (Guelma)	11	28	21	-	-
	Maroc	-	00	44	44	-

Une échelle d'estimation antibactérienne donnée par **MUTAI *et al.*, 2002** , a permis de classer les diamètres des zones d'inhibition de la croissance microbienne en 5 classes :

- Très fortement inhibitrice : $D \geq 30$ mm.
- Fortement inhibitrice : $21 \text{ mm} \leq D \leq 29$ mm.
- Modérément inhibitrice : $16 \text{ mm} \leq D \leq 20$ mm.

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

- Légèrement inhibitrice : $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{ mm}$.
- Non inhibitrice : $D \leq 10\text{mm}$.

La souche *Pseudomonas aeruginosa* est légèrement sensible au miels d'orange et d'eucalyptus (FEDDAOUI, *et al.*, 2013), résistante au miel de forêt (BENBAREKA *et al.*, 2019 et FEDDAOUI, *et al.*, 2013) et modérément sensible au miel de montagne et de jujubier (FIZAZI *et al.*, 2018), au miel d'orange (BENBAREKA *et al.*, 2019).

La souche *Staphylococcus aureus* est très fortement sensible aux miels : d'orange (FEDDAOUI, *et al.*, 2013 et BELHADJ *et al.*, 2016), miel de chardon marie de BENBAREKA *et al.*, 2019, miels de montagne de BENBAREKA *et al.*, 2019 et BELHAJ *et al.*, 2016 et au miel de forêt de FEDDAOUI, *et al.*, 2013. Cette bactérie est résistante au miel de jujubier de BENBAREKA *et al.*, 2019 et au miel de forêt de BENBAREKA *et al.*, 2019

Escherichia coli est très fortement sensible au miel d'orange, de montagne et d'eucalyptus de BELHAJ *et al.*, les résultats rendu par FEDDAOUI, *et al.*, 2013 indique que le miel d'eucalyptus est inhibiteur de la croissance de cette bactérie, par contre les miels de forêt et d'orange ne le sont pas,

Les test réalisés par BELHADJ *et al.*, (2016) montrent que le miel d'orange, le miel de montagne et d'eucalyptus sont très fortement inhibiteur de la croissance de l'entérobactérie *Salmonella ssp*

Le travail de FIZAZI *et al.*, (2018) révèle que les miels de jujubier et de montagne sont légèrement inhibiteurs de la croissance de la bactérie *Klebsiella pneumoniae*.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le miel occupe une place importante dans le domaine agro-alimentaire comme dans le Domaine médical, en assurant des effets thérapeutiques contre plusieurs maladies.

L'étude que nous avons menée d'évaluer la qualité des miels à partir de l'analyse des principaux paramètres physico-chimiques: la teneur en eau, la teneur en saccharose, pH, l'acidité libre, la conductivité électrique et enfin le HMF, et d'analyse sensorielle qui a porté sur la détermination des paramètres organoleptiques notamment: la couleur, consistance, odeur et goût.

L'évaluation de la teneur en eau du miel est importante pour l'appréciation de sa qualité. Elle permet de connaître les conditions d'extraction et de stockage du miel, la fermentation, et l'environnement qu'il entoure. Les résultats obtenus montrent que la plupart des échantillons de miel étudiés contiennent un taux d'humidité qui correspond aux normes, donc ils sont protégés contre toutes altérations microbiennes.

Les résultats de l'acidité, pH et HMF révèlent la conformité des échantillons aux normes recommandées par le Codex Alimentaire.

Les résultats concernant la conductivité électrique sont conformes aux normes et nous ont permis de déduire que nos miels sont issus du nectar.

L'effet inhibiteur du miel a été constaté pour la plupart des échantillons testés avec une certaine variabilité d'un échantillon à un autre.

Ces résultats montrent clairement que le miel est doté d'un large spectre d'activité inhibitrice sur les souches bactériennes à Gram positif et à Gram négatif ou il présente un fort pouvoir sur *Staphylococcus aureus* et moyennement sur *Pseudomonas aeruginosa* et un pouvoir faible sur *Escherichia coli*, *salmonella ssp* et *klebsella pneumoniae*.

La valeur médicinale du miel comme antibiotique naturel ainsi de plus en plus démontrée scientifiquement, ce qui constitue l'importance de son utilisation en médecine et dans le secteur de l'industrie pharmaceutique et cosmétique.

Références bibliographiques

1. ABBE WARRE .,(2009). L'APICULTURE POUR TOUS. 12^{ème} édition P 06
2. ABERSI D, HENNA K, RAHEM A., (2016). étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de certains miel locaux et importe. mémoire de fin d'études en vue de l'obtention d'un diplôme de master. université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
3. AMRI A., (2006) THÈSE Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat.Contribution à l'étude approfondie de Quelques miels produits en Algérie : Aspect physico-chimique et botanique. UNIVERSITÉ BAJI MOKHTAR –ANNABA
4. BAKCHICHE B., M. HABATI, A. BENMEBAREK, A. GHERIB., (2017). Caractéristiques physico-chimiques, concentrations en composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie)
5. BANSEMIR A, BLUM M. SCHRODER S ET LINDEQUIST U., (2006).Screening of cultivated seaweed against fish pathogenic bacteria aquaculture 252,7984.
6. BAYDAR N .G., OZKAN G. ET SAGDIC O., (2004).Total contents and antibacterial activites of Grape (vitisviniferal) extracts. *Food Control*.15:335-339.
7. BELAIDI A et KADRI R. variabilité physico-chimique de miels d'ouest et de sud algérien et leur activité biologique. Centre universitaire belhadj bouchaib d'aïn-temouchent
8. BELHAJ O, OUMATO J, ZRIRA S.,(2015). Étude physico-chimique de quelques types de miels marocains. p 73
9. BENBAREKA O ,HAFSAOUI I. étude de l'activité anti bactériennes de miel récolté de territoire algérien, Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en pharmacie. UNIVERSITE SAAD DAHLAB-BLIDA 1-

10. BENDJEDID H ET ACHOU M.,(2014) Etude de la diversité morphométrique de deux populations d'abeilles domestiques (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*) du sud Algérien. 1. Laboratoire de Biologie Animale Appliquée, Université Badji Mokhtar Annaba,
11. BENZOHR A ,BEN SAADA H., (2017). Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Analyses physico-chimiques et polliniques de quelques miels Produits dans différentes région.
12. BLASA M., CANDIRACCI M. A. PIACENTI M. P. ANDPIATTI E., (2007). Honey flavonoids as protection agents againts oxidative damage to humainred blood cells. Food Chemistry, 104.P: 1635-1640.
13. BOGDANOV S., (1999). Stockage, cristallisation et liquéfaction des miels. Centre suisse de recherche apicole, P:25-26.
14. CARL ASBL., (2016). Cahier pédagogique : voyage au cœur du miel .ed APAQWM
15. CHOUGAR T, MLLE KEBDI T., (2017). Mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme de Master académique. Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et pouvoirs antioxydant et antimicrobien des miels algériens de régions diverses
16. CODEX ALIMENTARUS 2019
17. CLÉMENT H., (2009). L'abeille, sentinelle de l'environnement. Edition Alternatives,33 Rue SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS 75006 Paris
18. FEDDAOUI C ,KERDOUCI S., (2013). effet antibactérien du miel. mémoire de master. universite 8mai 1945 faculte des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers guelma
19. ,JEAN- PROST. (2005) Apiculture. Connaître l'abeille, conduire le rucher 7ème édition, Tec & Doc Lavoisier, 698p.
20. J. LOUVEAUX ,(1959). LA TECHNOLOGIE DU MIEL,p344

21. HAMOUMANE H , ACHITE A., (2018). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master En Microbiologie Appliquée. Analyses physico-chimiques et activité antibactérienne de quelques échantillons du miel Algérien. Université de Djilali Bounaama de Khemis Miliana Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre Département de Sciences Biologiques
22. HOYET C .,(2005). le miel et la thérapeutique. Mémoire de docteur en pharmacie. université henry Poincaré, NANCY France
23. GONNET.M.,(1986). L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de la qualité. Bulletin technique apicole.p17-36.
24. KARL VF. , (2011). vie et mœurs des abeilles, Edition Albin Michel, 22 rue 1Huyghens, 75014 Paris. ISBN : 978-2-226-1872-7. ISSN : 0298-2447.
25. KHENFER A., (2017). Récolte et extraction du miel. Direction de la formation, de la recherche et de la vulgarisation. P08
26. LUCIA PN , CONSULENZA SRL , CASTEL SPT (BO) Italie., (2016). VIIIème Forum de l'Apiculture de la Méditerranée. La qualité du miel et la valorisation des spécificités de l'apiculture
27. MASSEUX C (2014). Les polyphenols : des allies pour valoriser votre miel .Produits p 160 .
28. OUDJET K., (2012).études et enquêtes. Ed cocoe.p1
29. O.BELHAJ, I. EL ABBADI, T. OUCHBANI(2016). Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne du miel naturel d'origine marocaine.
30. PASCAL ROMAN., (2009). Les abeilles et la fabrication du miel. ed Astromone
31. ROSSANT R , BONTE F (2018).miel et thérapeutique : de la plantes a la cosmétique . p22

32. ROSSAN R., (2011). Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. mémoire de doctorat en pharmacie. Université de Limoges. France
33. SANA H., (2017). Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme MASTER. Etude des propriétés physicochimiques et antioxydantes du miel soumis au vieillissement accéléré. Université A. MIRA - Bejaia Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
34. SIAD B., (2015). études des activités anti oxydantes et antibactériennes des certains miel de la région de tizi ouzo. Mémoire de master. université A.MIRA. bejaia
35. Winkler., (1955). "Beitrag zum Nachweis und zur Bestimmung von Hydroxymethylfurfural in Honig und Kunsthonig". Lebensm. Unters. und Forsch.
36. WHITE J., (1980). hydroxyméthylfurfural and honey adulteration 1 assoc. offamel
37. YAICHE ACHOUR H et KHALI M., (2014). Afrique SCIENCE 10(2) (2014) 127 – 136. Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. Université SAAD Dahlab, faculté des sciences agronomiques, vétérinaires et biologique
38. YAHIA MAHAMMED S, YAHIA MAHAMMED W., (2015). Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master. Analyses physico-chimique du miel de quelque miel de la wilaya : Ain Defla , Djendel, Bathia , Bourached et Miliana. université djilali bounaama khemis miliana.
- La Webographie
- (ANONYME, 218) : <https://www.apiculture.net/blog/les-differents-types-miel-n13>
- (ANONYME, 2013) : <https://www.compagnie-des-sens.fr/miel-proprietes-therapeutiques/>
- (ANONYME, 2011) : <http://www.cari.be/article/les-parametres-physico-chimiques/>
- (ANONYME, 1996): <https://www.apiservices.biz/fr/articles/326-les-constituants-chimiques-du-miel>
- (ANONYME, 2018): <https://www.labeilledecompagnie.fr/les-qualites-organoleptiques-et-physico-chimiques-des-miels/>
- (ANONYME, 2006) <http://tpe-miel-cassini-1s1.e-monsite.com/pages/i-la-fabrication-du-miel.html>

(ANONYME) : <http://www.guide-du-miel.com/Lemiel/Miels-polyfloraux.html>

Annexe 01

Indice de réfraction à 20 °C	Teneur en eau g/100 g	Indice de réfraction à 20 °C	Teneur en eau g/100 g
1.5044	13.0	1.4880	19.4
1.5038	13.2	1.4875	19.6
1.5033	13.4	1.4870	19.8
1.5028	13.6	1.4865	20.0
1.5023	13.8	1.4860	20.2
1.5018	14.0	1.4855	20.4
1.5012	14.2	1.4850	20.6
1.5007	14.4	1.4845	20.8
1.5002	14.6	1.4840	21.0
1.4997	14.8	1.4835	21.2
1.4992	15.0	1.4830	21.4
1.4987	15.2	1.4825	21.6
1.4982	15.4	1.4820	21.8
1.4976	15.6	1.4815	22.0
1.4971	15.8	1.4810	22.2
1.4966	16.0	1.4805	22.4
1.4961	16.2	1.4800	22.6
1.4956	16.4	1.4795	22.8
1.4951	16.6	1.4790	23.0
1.4946	16.8	1.4785	23.2
1.4940	17.0	1.4780	23.4
1.4935	17.2	1.4775	23.6
1.4930	17.4	1.4770	23.8
1.4925	17.6	1.4765	24.0
1.4920	17.8	1.4760	24.2
1.4915	18.0	1.4755	24.4
1.4910	18.2	1.4750	24.6
1.4905	18.4	1.4745	24.8
1.4900	18.6	1.4740	25.0
1.4895	18.8		
1.4890	19.0		
1.4885	19.2		

Annexe 02 :Réfractomètre



Annexe 03 : : Conductimètre



Annexe 04 : Ph mètre



annexe 05 : Spectrophotomètre

