

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
جامعة عمار ثليجي بالأغواط  
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم  
FACULTE DES SCIENCES  
قسم البيولوجيا  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire

*En vue de l'obtention du diplôme de Master*

*Filière : Sciences Biologiques*

*Option : Microbiologie appliquée*

### THEME

---

**L'analyse pollinique et les paramètres physicochimiques de quelques types de miels locaux.**

---

**Présenté par : Benabderrahmane Djihad.**

**Taibouni Lilia.**

**Devant le jury :**

**Président : Zerrouki Mohamed Houcine** (Maitre-assistant A)

**Examineur : Krantar Kamel** (Maitre-assistant A)

**Rapporteur : Zerrouk Salim** (Maitre de conférence A)

**September 2020.**

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّخْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا  
يَعْرِشُونَ \* ثُمَّ كَلَّمِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَأَسْكَبِي فِي سُجُلِ رَبِّكَ ذُلًّا يَخْرُجُ مِنْ  
بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ  
يَتَفَكَّرُونَ) (سورة النحل آية 68-69).



# Remerciement

Nous remercions DIEU tout puissant, maître des cieux et de terre, qui nous a permis de mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer notre remerciement respectueux, Et profonde reconnaissance à notre encadreur monsieur Zerrouk Salim; qui nous a orienté et conseillé tout au long de ce travail.

Nous remercierons également les membres de jury Monsieur Zerrouki Mohamed Houcine Et Monsieur Krantar Kamel Qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.

On tient à remercier très respectueusement les techniciennes des laboratoires de biologie et surtout des laboratoires de chimie qui nous ont facilité notre travail ,même s'il n'a pas été achevé en raison des conditions de santé.

Nous ne saurions oublier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail, en particulièrement monsieur : Omar Benregga.

**Djihad et Lilia.**

## DÉDICACES

Tout d'abord je remercie Allah de m'avoir donné la capacité la  
Courage et la force pour réaliser ce travail. Ce mémoire est dédié

A l'âme de mon père Benharzallah, de mon père Abass et de ma mère  
khadidja Bali que Dieu veille sur leur âme.

A ma très chère mère Mama Benabderrahmane pour leur amour, leur  
patience et leur encouragement, que Dieu la garde et la protège.

A mes très chères sœurs Samira, Souad, Zahira, Hadjer, Nadjat et  
surtout ma sœur Somaya pour l'encourager et ses conseils constants à  
moi

A mon chère frère Yassin et les petits chères enfants : Harzallah,  
Nihal, Malak et Wissal.

A tous mes oncles plus particulièrement mon très chère oncle Hamid

A toute la famille Benabderrahmane

A tous mes collègues de la promotion Master Microbiologie Appliquée  
2019-2020, à qui je souhaite bonheur et réussite.

*Djihad.*

## DÉDICACES

Je dédie ce travail :

A mes chers parents qui m'ont toujours poussé et motivé dans  
mes études, je

Vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me  
portez depuis mon enfance et

J'espère votre bénédiction m'accompagne toujours.

A mon cher marie qui m'a aidé, m'a encouragé toujours je le  
remercie pour sa patience.

A mon petit poussin Tadj Eddine tu resteras toujours le rayon  
du soleil qui égaye ma vie.

A ma chère sœur et mon cher frère.

A mon binôme Djihad.

A tous qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation ce  
travail.

***Lilia.***

# Liste des tableaux et figures

## **Liste des tableaux :**

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1 :</b>	Les vitamines dans le miel, en mg/100g.....	21
<b>Tableau 2 :</b>	Micro-organismes répertoriés dans le miel.....	35
<b>Tableau 3 :</b>	Les échantillons de miel analysés.....	38

## Liste des figures :

Figure	Titre	Page
<b>Figure 1 :</b>	Les 3 types d'abeilles qui habitent la ruche (l'ouvrière (1), la reine (2) et le faux bourdon3) .....	6
<b>Figure 2 :</b>	La composition de corps de l'abeille.....	7
<b>Figure 3 :</b>	La propolis.....	9
<b>Figure 4 :</b>	Larves baignant dans la gelée royale.....	10
<b>Figure 5 :</b>	Le venin d'abeille.....	11
<b>Figure 6 :</b>	L'abeille butinant une fleur de jujubier.....	12
<b>Figure 7 :</b>	L'abeille butinant une fleur d'oranger.....	12
<b>Figure 8 :</b>	Les phases d'élaboration du miel.....	13
<b>Figure 9 :</b>	Localisation du nectaire extra-floral sur les feuilles.....	14
<b>Figure 10 :</b>	Localisation du nectaire floral dans la fleur.....	15
<b>Figure 11 :</b>	Puceron avec la goutte de Miellat.....	16
<b>Figure 12 :</b>	Le miellat sur les feuilles des arbres.....	16
<b>Figure 13 :</b>	Miel cristallisé .....	25
<b>Figure 14 :</b>	Schéma d'un grain de pollen.....	34
<b>Figure 15 :</b>	Les déférents échantillons du miel préparé.....	39
<b>Figure 16 :</b>	La suspension du miel dilue dans la centrifugeuse.....	42
<b>Figure 17 :</b>	La préparation de la lame.....	42
<b>Figure 18 :</b>	Un réfractomètre.....	43
<b>Figure 19 :</b>	Le miel analysé et homogénéisé dans des flacons stériles.....	43
<b>Figure 20 :</b>	Les flacons préparés dans l'étuve.....	44
<b>Figure 21 :</b>	L'échantillon de miel dilue dans 75 ml de l'eau.....	45
<b>Figure 22 :</b>	La mesure de l'acidité de miel par le ph mètre.....	45
<b>Figure 23 :</b>	Teneur en eau des échantillons de miels analysés.....	48
<b>Figure 24 :</b>	Les taux des sucres totaux des échantillons de miels analysés.....	49
<b>Figure 25 :</b>	pH de chaque type de miel.....	50
<b>Figure 26 :</b>	L'acidité libre de chaque type de miel.....	51

# Liste des abréviations

### Liste des abréviations :

**M** : miel

**°C** : degré Celsius

**ml** : millilitre

**Cm** : centimètre.

**g**: gramme.

**Kg**: kilogramme.

**HMF**: Hydroxymethylfurfural.

**IR**: Indice de réfraction.

**Meq**: milliéquivalent.

**0** : degré.

**%** : pourcent.

**Min** : minutes .

**UFC** : unité formant colonie

**Mg** : milligramme.

**cm<sup>3</sup>** : centimètres cube.

**pH**: potentiel d'Hydrogène.

**S**: Siemens.

**Aw**: activity water.

**Kcal** : kilo calorie.

# Sommaire

## Sommaire :

### DEDICACES ET REMERCIMENT

Liste des tableaux et figures

Liste des abréviations

Résumé

Introduction.....2

### PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.

#### Chapitre I : Généralité.

I.1.L' abeille.....	5
I.1.1 Organisation sociale et morphologique chez l'abeille domestique .....	5
I.2 Les produits de la ruche.....	8
I.2.1. La cire.....	8
I.2.2. La propolis.....	9
I.2.3. La gelée royale.....	10
I.2.4. Le venin.....	11
I.2.5. Le miel.....	11
I.2.5.1. Elaboration du miel .....	12
I.2.5.2.Origine de miel .....	13
I.2.5.3. Types du miel.....	16
I.2.5.3.1. Miel mono floraux (miel cru).....	16
I.2.5.3.2 .Miel poly floraux (multi floraux).....	16
I.2.5.3.3. Miel de miellat.....	17
I.2.5.4. Qualité du miel.....	17
I.2.5.5. Composition chimique du miel.....	18

#### Chapitre II : Les Propriétés du miel.

II.1 Propriété physicochimiques.....	24
--------------------------------------	----

# Sommaire

---

II.1.1 Propriété physique.....	24
II.1.1.1 Poids spécifique.....	24
II.1.1.2 Indices de réfraction.....	24
II.1.1.3 Hygroscopicité.....	24
II.1.1.4 Cristallisations du miel.....	24
II.1.1.5 Viscosités.....	25
II.1.1.6 Densités.....	25
II.1.1.7 Conductivités électriques.....	26
II.1.2 Propriété chimique.....	<b>26</b>
II.1.2.1 PH et l'acidité .....	26
II.1.2.2 Indice de réfraction ... ..	26
II.1.2.3 Activités de l'eau.....	27
II.1.2.4 Conductivités thermiques.....	27
II.1.2.5 L'abaissement du point de congélation.....	27
II.2 Propriété organoleptique.....	<b>27</b>
II.2.1 Aspect.....	27
II.2.2 Couleur.....	27
II.2.3 Odeur.....	27
II.2.4 Gout.....	28
II.3 Propriété thérapeutique.....	<b>28</b>
II.3.1 Propriété anti inflammatoire.....	28
II.3.2 Propriété antioxydants.....	28
II.3.3 Propriété respiratoire.....	29
II.3.4 Propriété digestives.....	29
II.3.5 Propriété nutritionnelles.....	29
II.4. L'effet antimicrobien du miel.....	<b>29</b>
II.4.1 L'effet antibactérien.....	29
II.4.1.1 L'effet osmotique.....	30

# Sommaire

---

II.4.1.2 Le pH acide.....	30
II.4.1.3 Peroxyde d'hydrogène.....	30
II.4.1.4 Activité non peroxydique.....	30
II.4.1.5 La défensine-1 .....	31
II.4.2 L'effet antifongique.....	31
II.4.3 L'effet antiviral.....	31
II.5 Analyse pollinique du miel.....	<b>32</b>
II.5.1 Généralités.....	32
II.5.2 Application de la méliissopalynologie.....	32
II.5.3 Description des grains de pollens.....	32
II.5.3.1 L'intine.....	32
II.5.3.2 L'exine.....	33
II.5.4 La morphologie des grains de pollen.....	33
II.5.4.1 Taille de grain de pollen.....	33
II.5.4.2 Couleur de grain de pollen.....	33
II.5.4.3 Symétrie et forme.....	33
II.5.4.4 Apertures.....	33
II.6 Les microorganismes dans le miel. ....	34

## **DEUXIEME PARTIE**

### **Chapitre III : Matériel et Méthode**

III.1 Lieu de travail .....	38
III.2 Echantillonnage.....	38
III.3 Le mode opératoire.....	41
III.3.1 Analyse pollinique.....	41
III.3.2 Analyses physicochimiques.....	42
III.3.2.1 Détermination de l'indice de réfraction et la teneur d'eau.....	42
III.3.2.2 Les sucres totaux.....	44

# Sommaire

---

III.3.2.3 Le pH et L'acidité.....	44
-----------------------------------	----

## **Chapitre IV : Résultats et Discussions.**

IV. 1 Analyse pollinique.....	47
IV. 2 Analyses physico-chimiques .....	47
IV. 2.1 La teneur en eau .....	47
IV. 2.2 Les sucres totaux .....	48
IV. 2.3 Le PH.....	49
IV. 2.4 Acidité libre.....	50

<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>53</b>
--	-----------

**Références bibliographiques**

**Annexes**



# ***Résumé***

## Résumé :

Dans ce travail nous avons fait une synthèse bibliographique sur l'abeille domestique et les produits de la ruche, principalement le miel avec sa composition et ses propriétés Physicochimiques.

On ne connaît pas encore précisément tous les composants antibactériens du miel mais quatre facteurs sont largement mis en avant : l'osmolarité, le pH acide, le peroxyde d'hydrogène, et le système non-peroxyde telles que des lysozymes et les substances volatiles et les acides aromatiques du miel.

Dans la partie pratique nous avons sélectionnés six types de miels: miel de jujubier (*Ziziphus lotus*), miel de *Citrus sp.*, miel de Fabaceae, miel de *Peganum Harmala*, miel d'*Eucalyptus sp.*, et un échantillon du miel polyfloral.

Les paramètres physico-chimiques étudiés montrent que les résultats de la teneur en eau et en sucres totaux des miels analysés sont conformes à la norme proposée par le Codex Alimentarius. Les résultats du pH et de l'acidité montrent que tous les miels analysés sont acides et dans la limite standard.

Ce travail a été réalisé dans les conditions particulières liées au Covid 19.

**Mots clés :** Algérie, Miel, Abeille, paramètres physico-chimiques.

### المخلص :

في هذا العمل وفي الجانب النظري قمنا بدراسة لكل من نحل العسل، و منتجات الخلية وعلى وجه الخصوص العسل بتكوينه وخصائصه الفيزيوكيميائية.

لا نعرف بدقة حتى الآن جميع مكونات العسل المضادة للبكتيريا، و لكن تم ابراز أربعة عوامل على نطاق واسع: التركيز الأسموزي، درجة الحموضة، بيروكسيد الهيدروجين، و نظام غير البيروكسيد مثل الليوزيمات، المواد الطيارة والأحماض العطرية.

في الجزء العملي اخترنا ستة أنواع من العسل وحيد المصدر: عسل السدر، عسل الحمضيات، عسل العائلة الباقولية، عسل الحرمل، عسل الكاليتوس وعينة من عسل متعدد الأزهار.

أظهرت النتائج الفيزيوكيميائية أن محتوى الماء والسكريات الكلية يتوافق مع المعايير المقترحة من قبل منظمة الدستور الغذائي. كما أظهرت نتائج درجة الحموضة والأس الهيدروجيني أن جميع العسل الذي تم تحليله حمضي و ضمن الحد القياسي.

هذا العمل تم انجازه في ظروف خاصة بالكوفيد 19 .

**الكلمات المفتاحية:** الجزائر، العسل، النحل، الخصائص الفيزيوكيميائية .

### **Abstract:**

In this work we have made a bibliographical synthesis on the honey bee and the products of the hive. Mainly honey with its composition and physicochemical properties.

We do not yet know precisely all the antibacterial components of the honey but for factors are widely highlighted: osmolarity, the acidic pH,

Hydrogen peroxide and the non-peroxide system such as lysozymes and volatile substances and the aromatic acids of honey.

In the practical part we have selected six types of honey : jujube honey (*Ziziphus lotus*), citrus honey (*Citrus sp*), honey from a family (Fabaceae) harmala honey (*Peganum Harmala*), *Eucalyptus sp* honey, and a sample of polyfloral honey.

The physicochemical parameters studies show that the results of the water content and total sugars of the honeys analyzed comply with the standard proposed by Codex Alimentarius. The results of pH and acidity show that all the honeys analyzed are acidic and within the standard limit.

This work was performed under conditions specific to COVID-19.

**Keywords:** Algeria, Honey, Bee, physicochemical parameters.



# ***Introduction***

Le miel est une substance naturelle produite par les abeilles (*Apis mellifera* L.) à partir du nectar des fleurs ou du miellat, a une valeur nutritionnelle et prophylactique-médicinale. La connaissance et l'utilisation du miel par l'homme remonte aux temps les plus reculés de son histoire et il fait partie indubitablement des aliments les plus anciens de l'humanité **(MERAH et al., 2010)**.

La composition de miel est influencée par la source florale, le climat et les conditions environnementales. Par conséquent, la composition des miels diffère d'une région à une autre. Actuellement, il existe une sérieuse tendance de définir les caractères de différenciation des miels de différentes sources biologique et botanique afin d'obtenir un niveau de qualité et d'authenticité pour ce produit lui permettant d'être compétitifs sur le marché **(DRAIAIA, 2016)**.

La résistance bactérienne aux agents antimicrobiens apparaît de nos jours comme une des préoccupations majeures de santé publique. Ceci résulte de l'émergence et la dissémination de souches bactériennes résistantes résultant de l'usage anarchique et abusif des antibiotiques conventionnels, combiné aux nombreuses mutations génétiques qui surviennent dans le monde bactérien. De plus, les antibiotiques provoquent des maladies iatrogènes et créer l'accoutumance. L'utilisation d'autres produits naturels comme alternatives antimicrobiennes sont donc nécessaires en toute urgence. Les substances antimicrobiennes provenant des ressources naturelles ont été largement exploitées à cette fin, avec un accent particulier sur un produit spécifique "Miel" en raison d'une longue tradition d'utilisation dans divers systèmes; médicaux et alimentaires **(HALIMI, 2018)**.

On ne connaît pas encore précisément tous les composants antibactériens du miel mais quatre facteurs sont largement mis en avant : l'osmolarité, le pH acide, le peroxyde d'hydrogène, et le système non-peroxyde telles que des lysozymes et les substances volatiles et les acides aromatiques du miel **(MERAH et al., 2010)**.

En raison de ses propriétés inhibitrices et thérapeutiques, de nombreuses études se sont intéressées aux propriétés antibactériennes du miel. Dans cette optique, le présent travail a pour principal objectif l'évaluation des propriétés physicochimiques.

L'activité antimicrobienne été programmé parmi les objectifs de ce travail mais malheureusement n'a pas été réalisé à cause des conditions imposées par la pandémie COVID-19.

An orange scroll graphic with a light-to-dark gradient, rounded corners, and a shadow. It is positioned horizontally in the lower-middle part of the page. The text is centered on the scroll.

***Première partie :***  
***Synthèse bibliographique.***



***Chapitre I :***  
***Généralité.***

## **I.1.Les abeilles:**

Les abeilles appartiennent à la classe des insectes .elles sont réparties en une centaine de familles représentant de 20 000 espèces. Elles font partie de l'ordre des hyménoptères l'abeille réparties dans l'ensemble des continents. Elles sont apparues il ya plusieurs millions d'années et plus de 80% d'entre elles sont solitaires (**QIU et al., 1999**).

Les mieux connus et les plus utilisés en apiculture sont : *Apis mellifera* comportant plusieurs races qui peuplent actuellement l'Europe, l'Afrique, l'Asie occidentale, l'Amérique du Nord,L'Amérique du Sud, l'Australie et la nouvelle Zélande (**SCHMIDT, 2013**) , *Apis mellifera* est actuellement présent dans toutes les régions européennes et africaines ainsi qu'au proche et au Moyen –Orient. Toutes les abeilles sont mellopolinophages c'est-à-dire qu'elles se nourrissent exclusivement de dérivés du pollen et du nectar récolté sur les plantes, les abeilles qui sont de nos jours les principaux insectes pollinisateurs (**QIU et al., 1999**).

### **I.1.1 Organisation sociale et morphologique chez l'abeille domestique :**

#### **I.1.1.1.Organisation sociale :**

L'abeille mellifère est un insecte social qui ne peut vivre qu'en groupe isolé de la colonie, se caractérise par sa structuration en trois castes à l'aspect différent et aux rôles complémentaires (**VINCENT,2016**).

##### **a) Les ouvrières :**

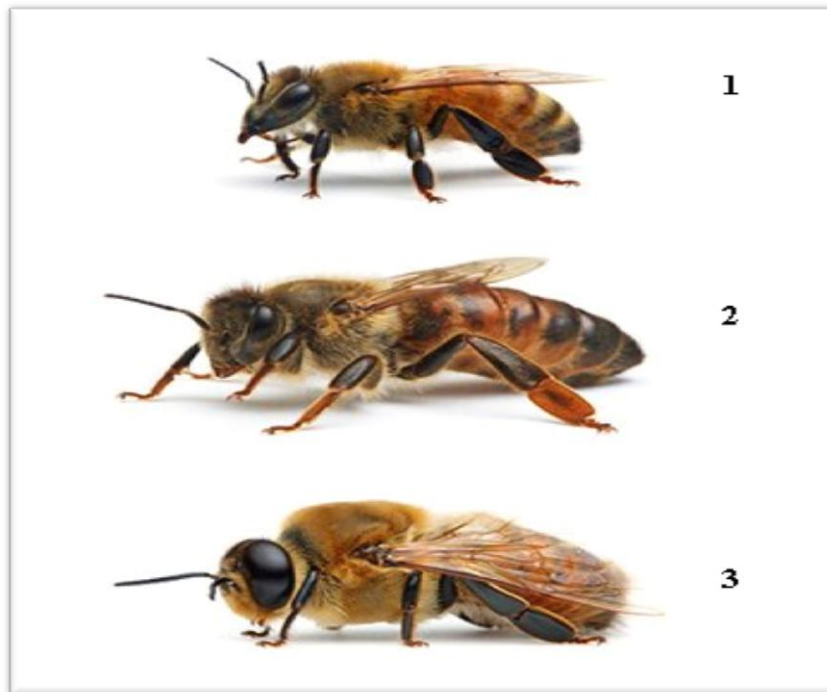
Au nombre de 10000, 15000,30 000 voire plus selon la saison, sont des femelles le plus souvent stériles, et toujours vierges, qui prennent en charge l'approvisionnement de la colonie, la construction du nid et sa défense, l'élevage du couvain, l'entretien des reproducteurs, une ouvrière mesure 1.5cm de longueur au maximum elle est d'un brun noirâtre plus ou moins marqué de jaune chez certaines sous-espèces introduites ou métissées.

##### **b) La reine :**

Généralement unique, est la seule femelle fertile de la colonie, et son rôle se borne à pondre des œufs .cette activité reproductrice se reconnaît à son abdomen de forme conique beaucoup plus long que celui des ouvrières, car abritant des ovaires volumineux ,une reine vierge mesure 2 cm et une reine pleine ponte jusqu'à 2.5 cm.

## c) Les mâles :

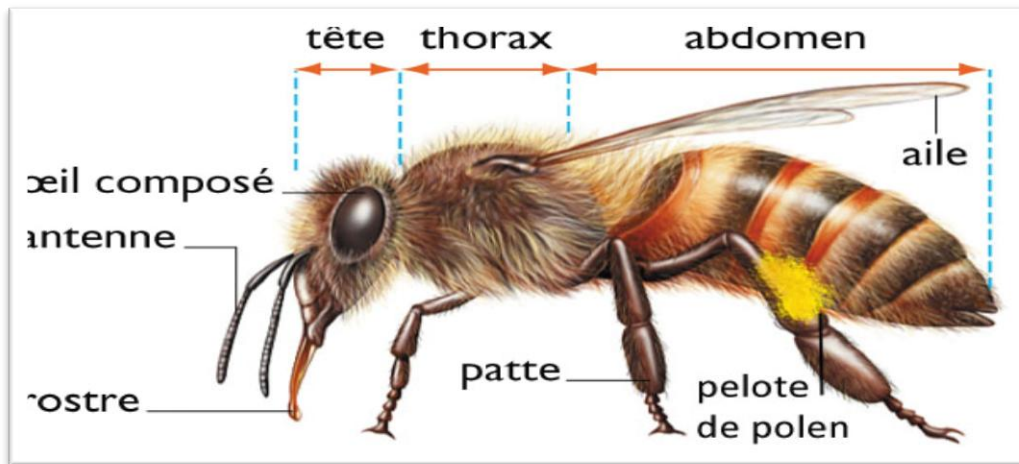
Appelés également faux bourdons, au nombre de quelques centaines ou quelques milliers selon l'importance de la colonie .sont chargé de féconder les reines .s'ils ne participent à aucun travaux des ouvrières, ils peuvent, par leur présence en nombre, contribuer au chauffage du couvain, mesurant jusqu'à 2cm de longueur, ils possèdent de gros yeux proéminents se rejoignant sur le front (VINCENT, 2016).



**Figure1** : Les 3 types d'abeilles qui habitent la ruche (l'ouvrière (1), la reine (2) et le faux-bourdon 3).

## I.1.1.2 La morphologie :

Le corps de l'abeille est composé de trois parties :



**Figure2** : La composition de corps de l'abeille.

### 1) La tête :

- Deux grands yeux latéraux capable de détecter les couleurs l'abeille possède un champ visuel proche de 360°
- Trois yeux simples (ou ocelles) permettent de mesurer les variations d'intensité lumineuse.
- Deux antennes coudées jouant un rôle essentiel dans la perception des odeurs et du gout (AVISSE ,2014).
- Les mandibules fixées de part et d'autre de la bouche mues par des muscles solides ces pinces très puissantes permettant de travailler la cire et donc de bâtir les rayons de prélever la propolis, de manger le pollen, de nettoyer la ruche, de se défendre.
- La trompe est constituée de nombreux éléments dont la langue, qui garnie de poils microscopique, offre à l'abeille la possibilité d'absorber nectar, miel et l'eau.

### 2) Le thorax :

- Les ailes
- Les pattes
- La pelote de pollen

### 3) Abdomen :

- Le jabot
- Le tube digestif
- Les systèmes circulaires et respiratoires
- L'appareil sexuel. (CLEMENT, 2014).

### I.2. Les produits de la ruche :

#### I.2.1. La cire :

Les glandes cirières des abeilles ouvrières âgées de 12 à 18 jours produisent une substance qui sera malaxée et mélangée à la salive pour devenir de la cire. Elle est le principal constituant des alvéoles des rayons qui se solidifie au contact de l'air. De couleur un peu jaune car mélangée à la propolis et aux grains de pollen, elle deviendra blanche une fois purifiée. Sa composition de nature lipidique varie selon l'origine géographique mais on retrouve en moyenne 72% d'esters d'alcool aliphatiques, 12% d'hydrocarbures saturés et 12% d'acides gras libres, auxquels se rajouteront des polyphénols (MARCET, 2017).

La Cire est très employée en cosmétologie, elle nettoie l'épiderme, nourrit et adoucit le derme. Elle a des vertus cicatrisantes et anti-inflammatoires, utilisées dans le traitement de brûlures, crevasses, plaies et vergetures et favorise le transit intestinal. Elle est aussi employée dans les affections rhumatismales comme emplâtre et en dentisterie pour les empreintes et moulages des dents (DRAIAIA, 2016).

### I.2.2. La propolis :

La propolis est une substance résineuse, balsamique et gommeuse récoltée par les abeilles sur les bourgeons des arbres, auxquels s'ajoutent des composés apportés par les abeilles (cire et sécrétions salivaires). Elle est fabriquée dans le but de protéger la ruche comme le ciment permet de consolider une maison.



**Figure 3 :** La propolis.

La propolis est une substance résineuse, gluante et molle à haute température, comme dans la ruche (35°C) et devient solide à basse température, c'est pour cela qu'elle sera placée au congélateur afin de la manier plus facilement après la récolte (CUVILLIER, 2015).

Son odeur est douce, variant selon la provenance, son goût est pimenté, fort. La composition varie en fonction des plantes butinées par l'abeille, cependant son activité thérapeutique reste inchangée.

Les composés sont répartis de la manière suivante :

- 50% de résine et de baume
- 30% de cire végétale ou d'abeille
- 10% d'huiles essentielles
- 5% de pollen
- 5% de substances organique et minérale

On peut répertorier plus de 300 composés tels que : Les flavonoïdes, Les composés phénoliques, Les terpènes, Les acides organiques, Les huiles essentielles, Les vitamines, Les oligo-éléments, Les sucres et les acides aminés (CUVILLIER, 2015).

### I.2.3. La gelée royale :

La gelée royale a un aspect gélatineux, de couleur blanchâtre, fortement acide secrétée par les jeunes abeilles nourricières. Dans la ruche, ces abeilles produisent et distribuent la gelée royale toute leur vie, de l'éclosion jusqu'au stade nymphale (DRAIAIA, 2016).



**Figure4** : Larves baignant dans la gelée royale.

La gelée royale est une substance élaborée par des glandes spéciales qui l'ont trouvée par paires à droite et à gauche de la tête.

Elle constitue la nourriture exclusive :

-De toutes les larves de la colonie sans exception, dès leurs éclosions et jusqu'au troisième jour de leur existence ;

-Des larves choisies pour devenir reines ;

-La nourriture unique et exclusive de la reine pendant toute son existence. De ce fait, sa vie est jusqu'à 50 fois plus longue que celle d'une ouvrière, bien qu'au départ la reine et l'ouvrière soient génétiquement et anatomiquement identiques (DRAIAIA, 2016).

En effet, une reine peut vivre 5 à 6 ans contre 45 jours pour une ouvrière, et seule l'alimentation due à la gelée royale fait la différence. On peut dire que la gelée royale est directement responsable de la longévité à celle d'une ouvrière stérile, pourtant elle est deux fois plus grande, elle est jusqu'à 4 à 5 ans, alors que l'ouvrière ne dépasse guère un mois.

**I.2.4. Le venin**

Le venin est un produit biologique de l'abeille qui n'est pas récolté sur les plantes comme le miel, le pollen et la propolis. C'est une sécrétion glandulaire stockée dans une vésicule spéciale et éliminée en cas de danger dans un réflexe d'auto-défense.



**Figure 5:** le venin d'abeille.

Le venin est sécrété par deux glandes, l'une produisant un liquide acide débouchant dans le Réservoir à venin, l'autre sécrétant un produit alcalin utilisé dans la lubrification du dard. Seules les femelles sont pourvues d'un dard et d'organes de production et de stockage du venin. La reine a la particularité de posséder un dard lisse (comme les guêpes). Ceci lui Permet de le retirer de sa victime sans dommages. Les ouvrières ont un dard dentelé et ne Peuvent, en général, pas le retirer. (NICOLAY,2014). La composition du venin n'est pas encore complètement établie et dépend essentiellement de l'espèce, de l'âge de l'abeille, du pollen qu'elle consomme et du nectar qu'elle butine. Il est constitué principalement de protéines (50%).un peptide hémolytique représente 40 à 50%, L'apamine, Le peptide 401, La phospholipase A2, ainsi que d'autres enzymes rendent (BLANC, 2010).

**I.2.5. Le miel :**

Selon CODEX ALIMENTARIUS (2001) « Le miel est la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur celle-ci par des insectes suceurs, qu'elles butinent, transforment en les combinant avec des matières spécifiques propres, déposent, déshydratent, interposent et laissent murir dans les rayons de la ruche ».

**I.2.5.1. Elaboration du miel:**

Comme nous le savons, la fabrication du miel résulte du travail des abeilles. L'abeille butine le nectar des fleurs pour utiliser le sucre, c'est la nourriture de l'abeille adulte, elle le transforme en miel pour le conserver plus longtemps en assurant par la même occasion la pollinisation des plantes (AMIRAT, 2014). Pour fabriquer un kilo de miel, les abeilles doivent accomplir environ 50 000 vols, butiner des millions de fleurs afin de recueillir suffisamment de nectar (BIRI, et al., 2010).



**Figure6 :** L'abeille butinant une fleur de jujubier (sidre).



**Figure7 :** L'abeille butinant une fleur d'oranger.

Le nectar aspiré est alors accumulé dans le jabot de la butineuse où il commence sa transformation. C'est dans son tube digestif que s'amorce la longue transformation, des enzymes agissent sur le nectar, le saccharose sous l'action de l'invertase se transforme en glucose, fructose, maltose et autres sucres. Les modifications physico-chimiques se poursuivent dès l'arrivée à la ruche. A son retour, la butineuse régurgite, le passe aux ouvrières, qui elles-mêmes le communiquent à d'autres et ainsi de suite. D'individu en individu la teneur en eau s'abaisse en même temps que le liquide s'enrichit de sucres gastriques et de substances salivaires. Il est ensuite déposé dans une alvéole qui sera operculée par une couche de cire afin d'assurer sa conservation. La concentration en eau est encore de 50% et va diminuer progressivement par évaporation qui se fait sous une double influence: la chaleur régnant dans la ruche et la ventilation assurée par les abeilles ventileuses qui entretiennent un puissant courant d'air ascendant par un mouvement très rapide de leurs ailes. Dans la ruche, le miel se garde bien car il est très concentré en sucre, mais on dit que les abeilles pour plus de sécurité injectent dans chaque cellule une gouttelette de venin, celui-ci est un produit

conservateur. Quand tout ce travail sera terminé, la cellule pleine de miel sera fermée par un opercule de cire. Les abeilles bâtisseuses vont également s'en servir pour former la cire nécessaire à la construction des cellules de la ruche. La quantité de miel emmagasinée dans la ruche étant largement supérieure aux besoins des abeilles, la quantité de miel récoltée par l'homme ne porte pas préjudice à la vie de la ruche. La récolte se pratique généralement à partir de mi-avril jusqu'à novembre selon les régions, en récupérant les cadres garnis de miel. Les alvéoles sont ensuite désoperculées manuellement avec un couteau ou plus souvent mécaniquement et le miel est extrait des cellules par force centrifuge, il doit ensuite être épuré par filtration, centrifugation ou décantation sans toutefois éliminer totalement les grains de pollens (AMIRAT,2014).

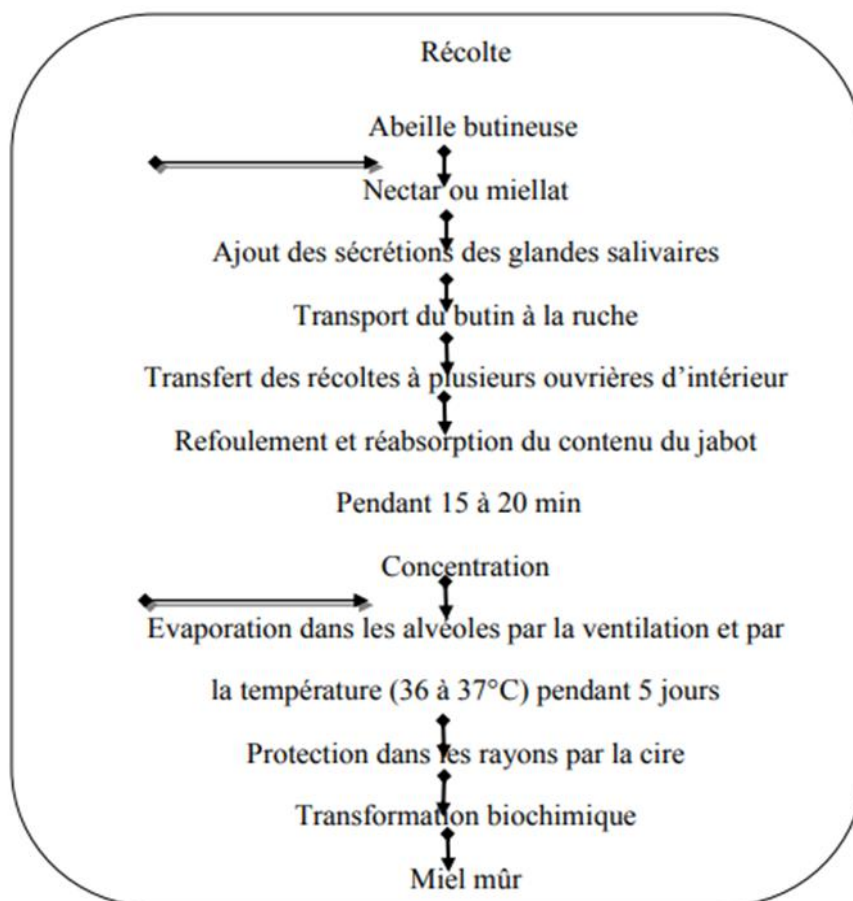


Figure8: Les phases d'élaboration du miel (GONNET, 1982).

#### I.2.5.2. L'origine du miel:

Selon ANCHELING (2005), Le miel est élaboré par les abeilles à partir de sucres produits par des végétaux, soit sous forme de **nectar**; soit sous forme de **miellat**.

### A) Nectar :

Le nectar est la sève sucrée sécrétée par les nectaires des plantes pour attirer, au bon endroit, les insectes pollinisateurs afin d'assurer leur fécondation (LACUBE, 2015). En fonction de leur localisation, on distingue :

- Les nectaires **extra-floraux (Figure 9)**, situés sur les parties végétatives de la plante (sur les bractées, feuilles, pétioles, stipules et tiges),
- Les nectaires **floraux (Figure 10)**, situés sur le réceptacle floral, à la base du périgone (sépales et pétales), ou des organes reproducteurs : étamines ou pistil (WIDMANN, 2008).

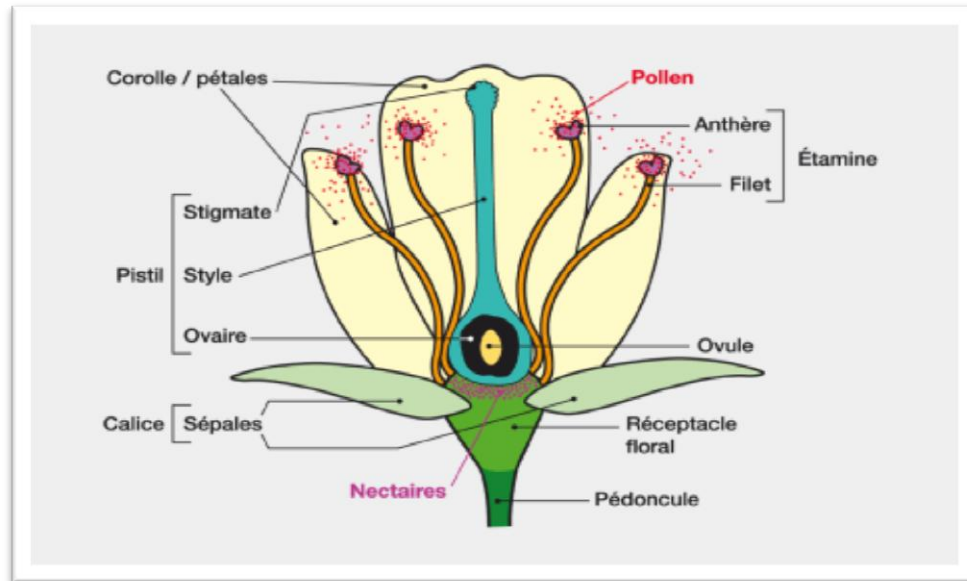
Ce liquide résulte de plusieurs transformations biochimiques complexes dues au métabolisme de la plante, ces transformations sont l'origine des différents goûts retrouvés dans les miels (JEAN-MARIE, 1999).

Le nectar est sécrété par les glandes nectarifères des nectaires de la plante en quelques heures à quelques jours.

Le nectar est un mélange chimique complexe constitué d'eau et des sucres (LEQUET, 2010). Le nectar est composé de trois sucres principaux (saccharose, glucose et fructose) (SCHWEITZER, 2005). Qui contient au moyenne 40% de sucres cette teneur variant d'une plante à l'autre suivant le moment de la journée, la saison et les conditions météorologiques (RENAULT, 1990). Le nectar contient aussi des acides organiques, des acides aminés, des protéines, des enzymes, des vitamines et des substances aromatiques. Ces substances sont présentes en faible quantité ne dépasse pas 1% (JEAN-MARIE, 1999).



**Figure9** : Localisation du nectaire extra-floral sur les feuilles.



**Figure10:** Localisation du nectaire floral dans la fleur.

### B) Miellat :

Il s'agit d'un produit sucré, épais et poisseux, excrété par des Hémiptères, Homoptères du groupe des Cicadidae (cigales), Psyllidae (psylles), Pemphigidae, Chermesidae, Aphidoidea (pucerons), Coccoidae (cochenilles) avec leurs pièces buccales, les insectes perforent les tissus de la plante jusqu'aux tubes criblés du phloème dans lesquels circule la sève élaborée contenant les sucres et les acides aminés nécessaires à la plante, Chaque perforation est gainée grâce à une substance coagulante sécrétée par l'insecte permettant à ce dernier de se déplacer librement et d'exploiter chaque goutte de sève qui perle. (**LOBREAU et CLEMENT, 2000**).

Les plantes hôtes de ces insectes sont surtout des arbres forestiers ou d'ornementation. Il s'agit principalement du sapin, de l'épicéa, du pin sylvestre, du mélèze et du chêne. Les récoltes de miellat 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 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. (**CLEMENT, 2005**).

La composition du miellat est plus proche de la sève végétale que du nectar. Elle est plus riche en azote (0,2 % - 1,8%), en minéraux (0,58 %) et en acide organique. Le miellat

contient du glucose et du fructose (61,6 %) ainsi que d'autres sucres tels que le mélézitone (8,6 %), le raffinose (0,84 %) et l'isomaltose(9,6%).(GUILLAUME et al.,2012).



**Figure 11 :** Puceron avec la goutte de Miellat (NICOLAY, 2014).



**Figure12:** Le miellat sur les feuilles des arbres.

### **I.2.5.3.Les types du miel:**

#### **I.2.5.3.1 Miel mono-floraux (miel cru) :**

Les miels monofloraux sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant d'une seule espèce végétale et cela nécessite d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. Par exemple ; le miel d'acacia, d'orange et de lavande (ROSSANT, 2011). mais il est impossible d'obtenir un miel mono floral à 100%, car l'abeille garde toujours la liberté de butiner où bon lui semble (NAZARIAN et al., 2010). Les miels mono floraux possèdent des caractéristiques palynologiques et organoleptiques spécifiques.

#### **I.2.5.3.2 Miel poly floraux (multi floraux):**

Les miels poly- floraux, ou miels « mille fleurs », sont produits à partir du nectar et/ou du miellat de plusieurs espèces végétales sans prédominance particulière : ils résultent d'un butinage dans un environnement où plusieurs variétés de plantes donnent simultanément du

nectar, on peut citer à titre d'exemple le miel de forêt qui résulte d'un mélange de nectars et de miellats provenant de l'épilobe, de la ronce, des bruyères, du lierre, du chêne, du hêtre, du tilleul, de divers conifères et autres espèces végétales (**CLEMENT, 2011**).

#### **I.2.5.3.3 Miel de miellat :**

Pour certains miels (le miel de sapin par exemple) la principale source sucrée est le miellat (Bruneau, 2004), Il est difficile d'observer les abeilles effectuer ce type de butinage. Il a été montré qu'en présence d'une grande quantité de nectar, elles délaissent le miellat. Cependant, lorsque les conditions climatiques défavorables, le miellat peut représenter une source nutritive intéressante pour l'abeille (**CLEMENT, 2006**). Leur production est sous la dépendance de nombreux facteurs écologiques: sol, microclimat, insectes « éleveurs de puceron » comme les fourmis (**SCHWEITZER, 2004**).

Il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et sucres complexes. Il est récolté par les abeilles en complément ou en remplacement du nectar et produit un miel plutôt sombre, moins humide que le miel de nectar (**BONTE ET DESMOULIERE, 2013**). Le miel de sapin, il est sucré, de couleur intense peut aller jusqu'au noir; sa saveur est douce et très agréable (**CHEFROUR, 2008**).

#### **I.2.5.4 La Qualité du miel :**

La qualité du miel dépend de la nature de l'espèce végétale dont la fleur est butinée et aussi du milieu physique où vit la plante. Bien que le miel soit fort apprécié dans nos sociétés la question portant sur son origine, sur les plantes utiles, à sa préparation biologique préoccupe moins l'esprit humain (**BAKENGA et al., 2000**).

Un des points les plus importants est la teneur bactériologique dans le miel afin de ne pas contaminer l'homme. La totalité des germes doit être inférieure à 30 UFC/g (Unité Formant Colonie/gramme) et la présence des germes coliformes fécaux et d'agents pathogènes tels que les levures ou champignons sera prohibée. La teneur en eau est importante. En effet, plus elle est basse, plus le miel sera de bonne qualité et elle ne devra pas excéder 18,5%. Pour le miel à usage alimentaire, il n'y a pas réellement de limite maximale de résidu fixée. En revanche, pour le miel thérapeutique aucun résidu ne devra être retrouvé. (**CUVILLIER, 2015**).

**5.5 La composition chimique du miel :**

Le miel est un produit naturel et aussi un mélange complexe qui présente de très grandes variations dans la composition et les caractéristiques en raison de son origine géographique et botanique, ses principales caractéristiques en fonction de l'origine florale ou le nectar butiné par les abeilles. Ainsi, les types de miels sont définis par leur caractéristique sensorielle telle que la couleur, la saveur, l'arôme, la viscosité et la tendance à cristalliser au cours du processus de conservation (**DRAIAIA , 2016**). Les miels diffèrent également entre eux du point de vue de leur composition chimique (acidité, contenu de sucres, rapport quantitatif entre les différents sucres, teneur en acides organiques, en minéraux et en composés azotés). La fabrication demande plusieurs étapes et chacune d'entre elles a une influence sur sa composition chimique.

Cependant, la composition ainsi que la qualité du produit sont affectés négativement par les autres facteurs tels que la suralimentation avec du saccharose et d'autres variantes de sucre, la récolte avant l'échéance, les conditions de stockage malsaines et l'utilisation exagérée des médicaments vétérinaires (**SAHINLER et al., 2004**).

**I.2.5.5.1 Le teneur en eau :**

L'eau est le deuxième composant principal du miel (17,2% /100 g). Elle dépend non seulement des facteurs environnementaux, tels que le temps et l'humidité à l'intérieur de la ruche, mais également des traitements appliqués pendant la collection et le stockage du nectar et du miel. C'est un paramètre de qualité important, car il prévoit la durée de vie du produit et la capacité du miel de rester stable et exempt de fermentation. La teneur en eau la plus élevée augmente la probabilité que le miel commencera la fermentation lors du stockage. Malgré tout, la mesure simple et rapide de la teneur en eau s'est avérée suffisante pour doser le risque de fermentation de miel (**RONALD, 2011**).

**I.2.5.5.2: Les glucides :**

Le miel est une solution de sucres sursaturée; ce sont les principaux constituants de miel, qui représente environ 90 à 95 g / 100 matière sèche; ils sont produit par les abeilles à partir du nectar, qui sont transformé par l'action de plusieurs enzymes. Les sucres présents dans le miel sont responsables de plusieurs propriétés de ce dernier telles que sa valeur énergétique, sa viscosité, sa texture (**KAMAL ET KLEIN, 2011**).

Ils représentent près de 95 à 99% de la matière sèche. Difficiles à analyser par chromatographie, quinze sucres différents ainsi que des énantiomères ont tout de même pu être identifiés. D'un miel à l'autre, on peut ainsi trouver les sucres simples représentés par les monosaccharides réducteurs ou hexoses qui répondent à la formule globale  $C_6H_{12}O_6$  tels le glucose (dextrose, 31%) et le fructose (lévulose, 38%) qui sont les deux sucres les plus abondants dans le miel. Viennent ensuite les disaccharides, formés par l'association de deux monosaccharides, principalement, le maltose et le saccharose (respectivement 7,3 et 1,3 %) et d'autres sucres présents à l'état de traces, les sucres supérieurs, ne représentent en moyenne que 1,5 % du miel, mais avec une marge de variation assez importante puisque certains miels peuvent en contenir jusqu'à 8 % et plus. On trouve actuellement une quinzaine de sucres différents dans le miel en plus de ceux déjà nommés, on peut citer le turanose, maltose, isomaltose, mélézitose, erlose et raffinose, nigérose, kojibiose...etc. En outre, les trisaccharides les plus abondantes (erlose, isopanose, panose) sont des dérivés de saccharose et le raffinose comme mélézitose, qui ont été utilisées pour la distinction entre le nectar et le miel de miellat. **(KOECHLER, 2015).**

#### **I.2.5.5.3 Les acides organiques :**

La plupart des acides organiques du miel proviennent des nectars des fleurs ou des transformations opérées par l'abeille. C'est l'acide gluconique dérivé du glucose qui prédomine. On y trouve également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide butyrique, l'acide pyroglutamique et l'acide succinique. Des traces d'acide formique (un des constituants du venin), d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique sont aussi présentes **(ROSSANT, 2011)**

#### **I.2.5.5.4 Protéines et acides aminés :**

Ils sont présents en faible quantité dans le miel (0,26%) et la teneur en azote est négligeable, de l'ordre de 0,041%. Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante (nectars, grains de pollen), soit des sécrétions de l'abeille **(MEDA et al., 2005).**

La composition de miel d'acides aminés est décrite par plusieurs auteurs comme une méthode appropriée pour déterminer la différenciation botanique des miels. Les acides aminés représentent 1% (w / w), et la proline est le principal contributeur avec 50 à 85% des acides aminés totaux **(BOGDANOV, 2009).** Outre la proline, il existe 26 acides aminés tels que

l'acide glutamique, alanine, l'arginine, la phénylalanine, Sixtine, glycine, la tyrosine, la leucine et l'isoleucine.

### **I.2.5.5.5 Des lipides :**

Les lipides sont pratiquement inexistant dans le miel, cependant certains miels contiennent des acides gras tels que l'acide palmitique, oléique et linoléique (**Nair, 2014**). Les lipides peuvent provenir des microparticules de cire qui composent le miel.

### **I.2.5.5.6 Des matières minérales ou cendres :**

La concentration en minéraux varie en fonction de l'origine florale et de la saison. Les éléments présents sont le phosphore, le calcium, le magnésium, le sodium, le zinc, le manganèse, le fer, le cuivre, le sélénium et le potassium avec une quantité très élevée (**Amigou, 2016**).

### **I.2.5.5.7 Les enzymes :**

Les enzymes 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 alphas et bêta amylases permettent la dégradation de l'amidon. Une catalase, une phosphatase, des enzymes acidifiantes et une gluco-oxydase qui transforme le glucose en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène coexistent. Ces enzymes sont détruites par la chaleur. Leur présence ou leur absence peut servir d'indicateur de surchauffe du miel lorsqu'il est monté en température, pour faciliter sa manipulation, ce qui peut provoquer une dénaturation si la température utilisée est excessive (**BONTE ET DESMOULIERE, 2013**).

### **I.2.5.5.8 Les vitamines :**

Le miel est un aliment pauvre en vitamine (**tableau 1**), il provient surtout des grains de pollen en suspension par une filtration poussée on les élimine en grande partie et par conséquent il représente une quantité pratiquement négligeable dans les miels filtrés (**CIULU et al., 2011**).

Thiamine (B1)	0.00-0.01
Riboflavine (B2)	0.02-0.01
Pyridoxine (B6)	0.01-0.23
Niacine	0.10-0.20
Acide pantothénique	0.02-0.11
Acide ascorbique (vitamine C)	2.2-2.5
Phyloquinone (vitamine K)	0.25

**Tableau 01:** Les vitamines dans le miel, en mg/100g, (BOGDANOV et MATZKE ,2003).

#### **I.2.5.5.9 Des substances aromatique volatiles :**

Le miel contient des substances aromatiques qui lui donnent une senteur particulière et qui jouent un petit rôle dans ses vertus thérapeutiques. Une cinquantaine de ces substances ont été mises en évidence et permettent d'étudier leur origine, qui le plus souvent provient de la plante qui a fourni son nectar aux abeilles. Ce sont en général des mélanges de plusieurs dizaines de composés : alcools, cétones, acides, quinones, aldéhydes. (BLANC, 2010).

#### **I.2.5.5.10 Les grains de pollen et des pigments :**

Qui sont des gages de la qualité du miel et fournissent des indications sur la composition des nectars végétaux moissonnés par les butineuses (AVISSE, 2014).

Le miel possède aussi des caroténoïdes et des flavonoïdes qui sont intéressants au niveau de l'alimentation. Les caroténoïdes, pigments de couleur jaune ou rouge, se trouvent dans les fruits et légumes. Il en existe plusieurs, tels que le bêta-carotène, le phytofluène, le lycopène, le neurosporène et les xantophylles, estérifié ou associé à du glucose ou des protéines. Dans notre organisme, les bêta-carotènes ont un rôle pour la vision en tant que précurseur de la vitamine A. Les flavonoïdes sont classés en plusieurs types : flavonols, aurones, chalcones. Ils possèdent des propriétés anti-inflammatoires, anti-oxydantes et antihémorragiques, Les grains de pollen qui témoigne de la qualité du miel (CUVILLIER, 2015).

Le miel peut être aussi contaminé par des algues unicellulaires, levures, ferments lactiques *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, issus du nectar ou du tube digestif de l'abeille.

**I.2.5.5.11 Des facteurs antibiotiques naturels :**

Le miel contient également des substances antibiotiques naturelles appelées inhibines. On retrouvera aussi des bactériostatiques comme l'eau oxygénée et des résidus de médicaments, en tant qu'impuretés, comme le chloramphénicol, la tétracycline, le sulfatiazol servant à la base au traitement de la colonie peuvent être également présents (**BLANC ,2010**).

**I.2.5.5.12 Hydroxy Méthyle Furfural (HMF) :**

Les monosaccharides, et tout particulièrement le fructose, sont dégradés en milieu acide par déshydratation moléculaire avec formation d'hydroxyméthylfurfural (HMF).

Le taux d'HMF est le critère le plus fiable pour déterminer l'âge d'un miel. Ainsi que pour étudier son éventuelle dégradation. Ni les nectars, ni les miellats, ni les miels frais ne contiennent de l'HMF.

Ce produit se forme très lentement au fil du temps et son évolution est exponentielle. La production de HMF est favorisée par la forte teneur en fructose et par l'acidité du milieu, Tous les miels n'évoluent pas de la même façon : les miels de nectar atteignent entre 5 et 15 mg/kg de HMF au bout de deux ans, alors que les miels de miellats (souvent plus riches en fructose et plus acides), peuvent atteindre 25 mg/kg de HMF. La concentration en HMF est augmentée par des chauffages excessifs. (**CLEMENT, 2000**).



***Chapitre II :***  
***Propriétés du miel.***

**II.1 Propriété physicochimiques :****II.1.1 Propriété physique :****II.1.1.1 Le poids spécifique :**

Le poids spécifique d'un miel varie essentiellement en fonction de sa teneur en eau. La moyenne retenue s'élève à 1,42 kg par litre. En moyenne, un litre de miel pèse donc 1420 grammes (GUERRIAT, 2000), Il apprécie avec un densimètre (REZZAG, 2010).

**II.1.1.2 Indices de réfraction :**

Il est couramment utilisé par les techniciens qui se servent de réfractomètres de petite taille, très pratiques. L'indice permet de calculer une variable très importante, la teneur en eau, bien plus rapidement que pour les autres méthodes. Il oscille entre 1.47 et 1.50 selon sa teneur en eau à la température de 20 C° (DONADIEU, 1978).

**II.1.1.3 Hygroscopicités :**

Le miel tend à absorber l'humidité de l'air et, si on le laisse trop longtemps dans une atmosphère humide, cette absorption peut être considérable .Un miel "normal" contenant 18% d'eau, peut atteindre, au bout de trois mois, une hygrométrie de 55% : son poids a alors augmenté de 84%.D'autre part, lorsqu'on veut dessécher le miel,il est nuisible de le maintenir en atmosphère rigoureusement sèche, parce qu'il se forme en surface une pellicule dure qui empêche le reste d'eau de s'évaporer (HUCHET et al., 1996). Cela peut conduire à une hausse de la teneur en eau et peut faire fermenter le miel. Il est donc important que le miel soit toujours stocké dans des récipients aux couvercles bien ajustés (BRADBEAR, 2010).

**II.1.1.4 Cristallisations du miel :**

La cristallisation est un phénomène naturel qui n'altère en rien la qualité gustative et nutritive du miel. Le rythme et le taux de cristallisation se diffère d'un type de miel à un autre car leur tendance a cristalliser est liée dépend surtout de la teneur en glucose du miel. Les miels dont la teneur en glucose est inférieure à 28 g/100 g ou dont le rapport glucose/eau est inférieure à 1.7 restent plus longtemps liquides. Les miels à cristallisation rapide se cristallisent le plus souvent très finement, alors que les miels à cristallisation lente ont tendance à avoir une cristallisation grossière (BOGDANOV et al., 2004). Il existe

également aussi des indicateurs de cristallisation tel que les rapports glucose-eau /fructose et fructose/glucose et la teneur en mélézitose.



**Figure 13 :** Miel cristallisé.

#### **II.1.1.5 Viscosités :**

Le miel est un liquide visqueux. Sa viscosité dépend d'une grande variété des substances et par conséquent varie dans sa composition et particulièrement avec sa teneur en eau et la température. Elle est indispensable à son traitement et il y a un lien important vers ses applications technologiques, extraction, pompage, réglage, filtration, mixage et mise en bouteille. Le miel de haute qualité est habituellement épais et visqueux. Si la concentration de l'eau est augmentée, le miel devient moins visqueux. Les protéines et d'autres substances colloïdales augmentent la viscosité de miel, mais leur quantité en miel peut être insignifiante (BOUKRAA, 2010).

#### **II.1.1.6 Densités :**

La densité du miel est une mesure de la densité du miel par rapport à l'eau et dépend de la teneur en eau. La densité du miel est de 1,40 à 1,45 g/cm<sup>3</sup>, il est plus lourd que l'eau. Autres facteurs tels que la source florale affectent légèrement la densité du miel, les miels de différentes origines ou lots devraient être bien mélangés pour éviter la superposition (BOUKRAA, 2010).

**II.1.1.7 Conductivités électriques :**

La conductivité électrique représente la capacité d'un corps à permettre le passage du courant électrique, elle est étroitement liée à la concentration des sels minéraux et les acides organiques, ainsi elle est exprimée en Siemens par centimètre (S/cm). Des miels d'une même origine florale ont approximativement la même conductibilité, même s'ils proviennent d'années de récolte et de régions géographiques et climatiques différentes (**LEQUET, 2010**).

**II.1.2 Propriété chimique.****II.1.2.1. 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 ces conditions de conservation (**MBOGNING et al ., 2011**).

L'acidité du miel est due principalement à la présence d'acide gluconique qui dérive du glucose, selon la réaction suivante :



Outre les acides organiques libre ou combinés sous forme de lactones, le miel contient des acides fixes tels que les acides citriques, maliques, maleiques, succiniques, oxaliques et en très faibles quantité, quelques acides volatiles dont l'acide formique.

Le pH de miel est de 3.5 à 5.5. Il est également inférieur à 4 dans les miels de nectars, supérieur à 5 dans ceux miellat. Le pH et l'acidité libre influencent aussi sur la vitesse de dégradation des sucres et des enzymes, elle est plus rapide pour le ph bas (3.5-4) que pour un ph élevé (4-5).ce sont également des indicateurs de son origine. Le pH bas du miel (3.2-4.5) est suffisant pour inhiber de nombreux microorganismes, l'acidité du miel reste un facteur antibactérien. (**MAKHLOUFI ,2010**).

**II.1.2.2 Indice de réfraction :**

L'indice de réfraction est une constante qui dépend de la nature chimique du corps. Il s'agit d'une propriété optique. Tout corps transparent est caractérisé par un certain indice de réfraction. Il varie régulièrement entre l'indice de l'eau pure et l'indice du corps pur.

**II.1.2.3 Activités de l'eau :**

L'activité de l'eau dans un produit est le rapport entre la pression de vapeur d'eau à la surface du produit et la pression de vapeur de l'eau pure (vapeur saturée) à la même température T du produit (AMROUCHE, 2003). Les valeurs  $a_w$  du miel varient entre 0,55 et 0,75. Les miels dont l' $a_w$  est  $<0,60$  peuvent être du point de vue microbiologique, qualifiés de stables. Bien que l'activité de l'eau soit un facteur de qualité important, on ne la détermine que rarement (BOGDANOV et al., 2003).

**II.1.2.4 Conductivités thermiques :**

La conductivité thermique est une mesure du transfert de chaleur. Elle est aussi désignée en tant qu'indice thermique. La conductivité du miel est relativement faible. Le miel est mauvais conducteur de la chaleur, donc bon isolant thermique. Le miel est 14 fois moins bonnes conductrices que l'eau. (AMRI, 2015).

**II.1.2.5 L'abaissement du point de congélation :**

Cette caractéristique dépend de la proportion en sucres, il serait de  $1,42^{\circ}$  à  $1,53^{\circ}$  en solution aqueuse à 15% et  $2,75^{\circ}$  à  $3,15^{\circ}$  en solution aqueuse à 25% (REZZAG, 2010).

**II.2 Propriété organoleptique :****II.2.1 Aspect :**

Le miel peut être liquide, crémeux, visqueux ou même granuleux (François, 2017). Le miel peut être plus ou moins fluide ou au contraire solide, voire dure, suivant la provenance, le mode de stockage et le degré de cristallisation (MAHOUACHI, 2008).

**II.2.2 Couleur :**

Elle varie de blanc ou de nuance très claire à brun sombre selon l'origine du produit. (JEAN-MARIE, 1999).

**II.2.3 Odeur :**

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 (MOKEDDEM, 1998).

**II.2.4 Gout :**

Il s'agit des arômes, de la saveur (acide, sucrée, salée, amère) et de la flaveur par voie rétro nasale. Le goût spécifique à chaque variété lui est donné par les caractères aromatiques de la fleur dominante butinée (MAHOUACHI, 2008).

**II.3 Propriété thérapeutique :****II.3.1 Propriété anti inflammatoire :**

L'inflammation est une réponse biologique normale du corps pour éliminer les stimuli nuisibles et initier le processus de cicatrisation. Durant cette phase, on retrouve beaucoup de radicaux libres qui peuvent endommager les lipides, les protéines et les acides nucléiques qui sont des composants essentiels au fonctionnement des cellules. Le miel est capable de diminuer les dommages causés par les radicaux libres et empêche ainsi la nécrose des tissus.

Une étude histologique sur des biopsies de blessures d'animaux sans infection impliquée montre qu'il y a moins de leucocytes associés à l'inflammation du tissu lors de l'application de miel : ce n'est donc pas une résultante secondaire de l'action antibactérienne (qui élimine l'inflammation générée par les bactéries), mais bien un effet anti-inflammatoire direct du miel (BOULAABA, 2019).

Le miel est aussi reconnu par son action anti-inflammatoire, mise en évidence in vitro mais aussi dans les plaies exsudatives ou non, il diminue l'œdème, les exsudats et l'état inflammatoire des plaies ce qui améliore la douleur et aboutit à une cicatrisation plus rapide. Le miel exerce un effet topique similaire sur les muqueuses pharyngées, et donc sur l'inflammation de la gorge qui pourrait accompagner les infections respiratoires supérieures, expliquant probablement l'amélioration des symptômes associés comme la toux.

( BOUBELLOUT, 2017).

**II.3.2 Propriété antioxydants :**

Le stress oxydant, défini comme un déséquilibre entre la production de radicaux libres et le système de défense antioxydant, joue un rôle significatif dans l'apparition de nombreuses maladies. En effet, l'agression de l'ADN cellulaire par les radicaux libres peut accélérer le vieillissement tissulaire. Les antioxydants sont des substances qui, présentes à faible concentration, sont capables de supprimer, retarder ou empêcher les processus d'oxydation et

leurs conséquences. (RIGAL, 2012). Les antioxydants présents dans le miel sont : oxydases du glucose, catalases, acide ascorbique, flavonoïdes, acides phénoliques, caroténoïdes, acides organiques, acides aminés et protéines (CHOUIA A,2014).

### **II.3.3 Propriété respiratoire :**

Le miel possède des effets antitussifs, expectorants et adoucissants qui aident à lutter contre les rhinites, les sinusites et le rhume des foins. Le miel a aussi un effet béchique ainsi les miels d'Eucalyptus, de Lavande, de Thym sont préconisés pour traiter ces infections. Or ces plantes contiennent des huiles essentielles qui sont connues pour leurs effets antiseptiques de la sphère respiratoire. Les propriétés anti inflammatoires des miels peuvent aussi apaiser les gorges douloureuses (CLEMENT, 2005).

### **II.3.4 Propriété digestives :**

Le miel agit directement sur la sphère digestive, et est efficace pour traiter les infections de l'estomac et de l'intestin, diminuer les inflammations ou ulcères gastriques, ainsi que les constipations passagères. Grâce à ses enzymes "diastases", il aide à la digestion et stimule l'estomac. En raison de sa concentration élevée en sucres et notamment le fructose, le miel est un laxatif osmotique doux. Les sucres créent un "appel" d'eau dans la lumière intestinale ce qui facilite le transit intestinal (LADASS et al., 1995).

### **II.3.5 Propriété nutritionnelles :**

Le miel étant composé de sucres simples, il est facilement assimilé par l'organisme : il passe dans le sang très rapidement et la glycémie décroît ensuite lentement. Il est souvent utilisé par les sportifs pour sa valeur énergétique: 310kCal / 100g. Il est cependant moins calorique que le sucre (environ 405kCal / 100g), ce qui en fait un aliment apprécié des diététiciens (GOUT ,2009).

## **II.4 L'effet antimicrobien du miel :**

### **II.4.1 L'effet antibactérienne :**

Dans un contexte où un nombre croissant de souches bactériennes sont résistantes aux antibiotiques, le miel est de plus en plus apprécié pour son activité antibactérienne. Tous les miels n'ont pas la même activité antibactérienne. Cette dernière dépend de la présence combinée de plusieurs facteurs qui peuvent avoir une activité redondante, être mutuellement

dépendants, ou avoir une activité additive ou synergique selon l'espèce bactérienne ciblée (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Echerichia coli*...).( **RIGAL , 2012**).

Les facteurs antibactériens sont :

#### **II.4.1.1 L'effet osmotique :**

L'effet osmotique du miel est lié à sa forte concentration en sucres. En effet, ces derniers ont une activité antibactérienne par leur pouvoir d'abaissement de l'activité de l'eau. La quantité d'eau libre ou activité de l'eau exprime le degré de disponibilité de l'eau dans un milieu ou un produit donné. Entre les sucres du miel et les molécules d'eau, il se produit une forte interaction, et par conséquent, il y a très peu d'eau libre disponible pour le développement des microorganismes. Le miel agit donc de manière osmotique, en provoquant une forte déshydratation des germes qui n'ont plus alors suffisamment d'eau pour survivre (**RIGAL, 2012**).

#### **II.4.1.2 Le pH acide :**

Le pH du miel est relativement acide, situé entre 3,5 et 6. Même si de nombreuses bactéries sont capables de supporter un pH bas, ce pH semble être efficace pour ralentir ou éviter la croissance de certaines espèces de bactéries (**MOLAN, 2002**).

#### **II.4.1.3 Peroxyde d'hydrogène :**

Le peroxyde d'hydrogène est le principal facteur responsable de cette activité antimicrobienne, produit par l'oxydation du glucose par l'enzyme glucose-oxydase, qui est activée par les dilutions successives du miel (**IURLINA, et FRITZ, 2005**). Selon la réaction suivante :



Cette réaction confère une activité antiseptique au miel, cette enzyme n'est pas active dans le miel pur, elle devient active en miel dilué (**BOGDANOV ET BLUMER, 2001**).

#### **II.4.1.4 Activité non peroxydique :**

L'activité peroxydasique n'est pas la seule responsable de l'effet antibactérien, certains miels sont doués d'une activité qualifiée de "non peroxydasique", c'est-à-dire qu'ils conservent un fort pouvoir antibactérien même quand leur activité peroxydasique est neutralisée

(catalase, chauffage...). Contrairement à l'activité peroxyde, l'activité non peroxyde requiert aucune dilution et est donc efficace de façon immédiate. (MOLAN, 2002) a affirmé la présence de plusieurs substances non peroxydes dans le miel en faibles quantités et qu'elles contribuent significativement à l'activité antimicrobienne. Les facteurs « non peroxydes » sont nombreux tels que le méthylglyoxal, la défensine-1, des flavonoïdes et autres composés polyphénolique (WAHDAN, 1998 ; ESTEVINHOL et al., 2008).

#### **II.4.1.5 La défensine-1 :**

La défensine-1, également connue sous le nom de royalisine, est un peptide antibactérien synthétisé par les glandes hypo pharyngiennes et mandibulaires des abeilles, conserve dans le miel ses propriétés immunitaires. Les défensines sont aussi présentes chez l'homme. Elles sont divisées en deux groupes : les  $\alpha$ - défensines, qui se situent au sein de certains granules sécrétoires dans les leucocytes ou au niveau des cellules immunitaires spécialisées, et les  $\beta$ -défensines, qui se trouvent dans l'ensemble des épithéliums et au sein de nombreux organes.

Elles jouent un rôle prépondérant dans les pathologies infectieuses et modulent la réponse immunitaire (ROSSANT, 2011).

#### **II.4.2 L'effet antifongique :**

Il a été démontré que le miel est capable d'éliminer certaines toxines, notamment d'origine fongique. Une solution de miel comparée à une solution isotonique de saccharose inhibe complètement la croissance des moisissures comme *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatis*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Candida albican*, *Penicillium spp*, *Penicillium chrysogenum* (MAAMERI, 2014).

#### **II.4.3 L'effet antiviral :**

L'effet anti-viral du miel n'est à ce jour pas expliqué. Cependant, certains composants présents dans le miel sont connus pour leurs effets anti-viraux sur le Herpès Simplex Virus 'HSV' comme les flavonoïdes. Bien que l'activité antivirale fut démontrée de manière empirique, nous ne pouvons expliquer que très sommairement cette action, en partie grâce aux flavonoïdes et au monoxyde d'azote contenus dans certains miels (CUVILLIER, 2015).

**II.5 Analyse pollinique du miel :****II.5.1 Généralité :**

L'analyse pollinique est une technique de laboratoire pour étudier des miels. Elle repose sur le fait que tous les miels naturels contiennent de petites quantités de pollen. Son objectif essentiel est de contribuer à notre connaissance des origines du miel (LOUVEAUX, 1968). Le plus ancien travail concernant l'analyse pollinique des miels semble être celui de Pfister en 1895 (VON DER OHE et al., 2004).

Après Pfister, de nombreux chercheurs se sont attachés à perfectionner et à développer l'analyse pollinique des miels. Ils ont amélioré considérablement les techniques et, par ailleurs, ils ont bénéficié de tous les progrès de la palynologie, ce qui leur a permis d'affiner les bases de leur travail.

**II.5.2 Application de la méliissopalynologie :**

La science qui propose de déterminer l'origine florale des miels, s'appelle la méliissopalynologie (LOUVEAUX, 1970). Elle permet d'identifier les plantes butinées à l'origine de la production du miel, ce qui est d'un grand intérêt dans la détermination des appellations et la détection des fraudes concernant l'étiquetage des produits (CLEMENT, 2002). Les autres applications de la palynologie sont nombreuses nous citons en particulier :

- La paléopalynologie qui est l'étude des pollens fossiles .
- L'aéropalynologie, qui consiste à analyser la présence dans l'air de différents types de Pollens.

**II.5.3 Description des grains de pollens :**

Un grain de pollen est une cellule vivante sexuée, male, entourée de deux couches protectrices l'intine et l'exine.

**II.5.3.1 L'intine :** Couche interne de sporoderme, perméable, constituée de cellulose, de pectines, de callose et de protéines. (MAROUF, 2000).

-Elle entoure la partie centrale constituée par le cytoplasme qui contient les noyaux. Cette couche disparaît rapidement à la mort du contenu cellulaire (JEANNE, 1994).

**II.5.3.2 L'exine** : Couche externe du sporoderme, lisse, réticulée. Elle se compose de deux couches superposées : l'endexine et l'ectexine. **(PONS, 1970).**

B-1 L'endexine : est une couche inférieure lisse et homogène.

B-2 L'ectexine : est une couche extérieure qui est généralement d'une structure.

### **II.5.4 La morphologie des grains de pollen :**

#### **II.5.4.1 Taille des grains de pollen :**

La taille de grain peut varier avec l'âge et les conditions de végétation de la plante, elle est comprise entre 5 et 250 microns **(RENAULT, 1990).**

#### **II.5.4.2 Couleur de grain de pollen :**

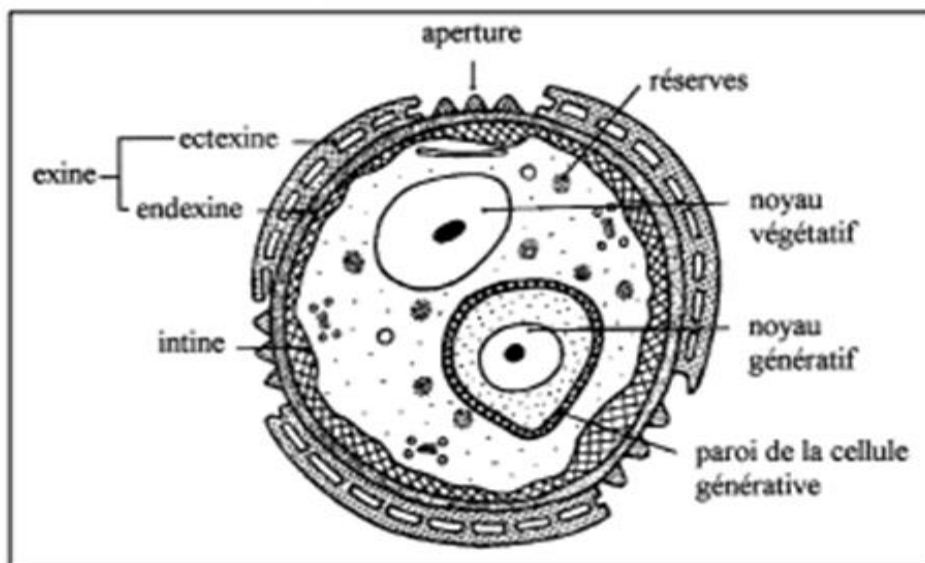
Suivant l'origine des fleurs butinées, la couleur des pelotes de pollen peut être très variée. Souvent jaunes, elles peuvent aussi être blanches, oranges, grises, brunes, noires et même bleues ou vertes. **(DUBOIS, 1987 ; LE CONTE, 2002).**

#### **II.5.4.3 Symétrie et forme :**

Plusieurs termes utilisés pour désigner des éléments du globe terrestre servent à décrire les grains de pollens (pôle, équateur, méridien). La forme du grain de pollen se définit par la valeur du rapport existant entre les dimensions de l'axe polaire P et celles de l'axe équatorial E (P/E), **(MISKOVSKY, 1992).**

#### **II.5.4. Apertures :**

Apertures sont les sites de la paroi dépourvus d'exine. C'est au niveau des apertures que germe le tube pollinique, et que se font les échanges avec l'extérieur.



**Figure 14:** Schéma d'un grain de pollen.

### II.6 Les microorganismes dans le miel :

Un certain nombre de microorganismes ont été répartis dans le miel. Cette présence due à une contamination via les pollens, l'air, les fleurs, le contenu digestif des abeilles, la poussière... on va donc trouver dans les ruches, sur les abeilles adultes, des bactéries et des levures qui se trouvent ensuite dans le miel comme le montre le tableau suivant. En effet, les intestins des abeilles contiennent 1% de levures, 27% de bactéries Gram+ et 70% de bactéries diverses dont les Gram négative. L'autre source de contamination du miel est constituée par l'homme, les équipements, les récipients, l'atmosphère lors de la récolte et du conditionnement (DELPHINE, 2010).

Bactéries	Levures	Moisissure
<i>Alcaligenes</i>	<i>Ascophaera</i>	<i>Aspergillus</i>
<i>Achromobacter</i>	<i>Debaromyces</i>	<i>Alihia</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Hansenula</i>	<i>Bettsia alvei</i>
<i>Bacteridium</i>	<i>Lipomyces</i>	<i>Cephalosporium</i>
<i>Brevibacterium</i>	<i>Nematospora</i>	<i>Chaetomium</i>
<i>Citrobacter</i>	<i>Oosporidium</i>	<i>Coniothecium</i>
<i>Clostridium</i>	<i>Pichia</i>	<i>Hormiscium</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>Saccharomyces</i>	<i>Peronsporaceae</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Scizosaccharomyc</i>	<i>Peyronelia</i>
<i>Erwinia</i>	<i>es</i>	<i>Tripoosporium</i>
<i>Flavobacterium</i>	<i>Trichosporium</i>	<i>Uredianceae</i>
<i>Klebsiella</i>	<i>Torula</i>	<i>Ustilaginaceae</i>
<i>Micrococcus</i>	<i>Torulopsis</i>	
<i>Neisseria</i>	<i>Zygasaccharomyce</i>	
<i>Pseudomonas</i>	<i>s</i>	
<i>Xanthomonas</i>		

Tableau 2 : Micro-organismes répertoriés dans le miel (OLAITAN et al., 2007).

# Deuxième partie



**Chapitre III :**  
**Matériel et Méthodes**

**III .1 Lieu de travail :**

❖ Ce travail a été réalisé dans laboratoire de microbiologie dans le département de biologie de l’université Amar Telidji Laghouat. Les échantillons de miel récoltés conservés dans une température ambiante à l'attente de subir trois types d’analyses :

- 1/ Une analyse pollinique
- 2/ Une analyse physicochimique .ت.

**III.2 Echantillonnage**

Nous avons sélectionné 6 types du miel de différents origines botaniques, récoltés dans l’année 2019 et provenant de différentes régions de l'Algérie (Laghouat, Messâad (Djelfa), Hammam Righa (Aïn Defla) et Mostaganem (**Tableau 3, Figure 15**).

Echantillon	Nom d’échantillon	Région	L’année de récolte
M1	Jujubier Ziziphus lotus	Bennasser Benchohra (Laghouat)	2019
M2	Citrus sp	Hammam Righa Boumedfaa (Aïn Defla)	2019
M3	Monofloraux Fabaceae	Messâad (Djelfa)	2019
M4	Peganum Harmala	Bennasser Benchohra(Laghouat)	2019
M5	Polyfloraux	Messâad (Djelfa)	2019
M6	Eucalyptus	Mostaganem.	2019

**Tableau 3 :** Les échantillons de miel analysés.



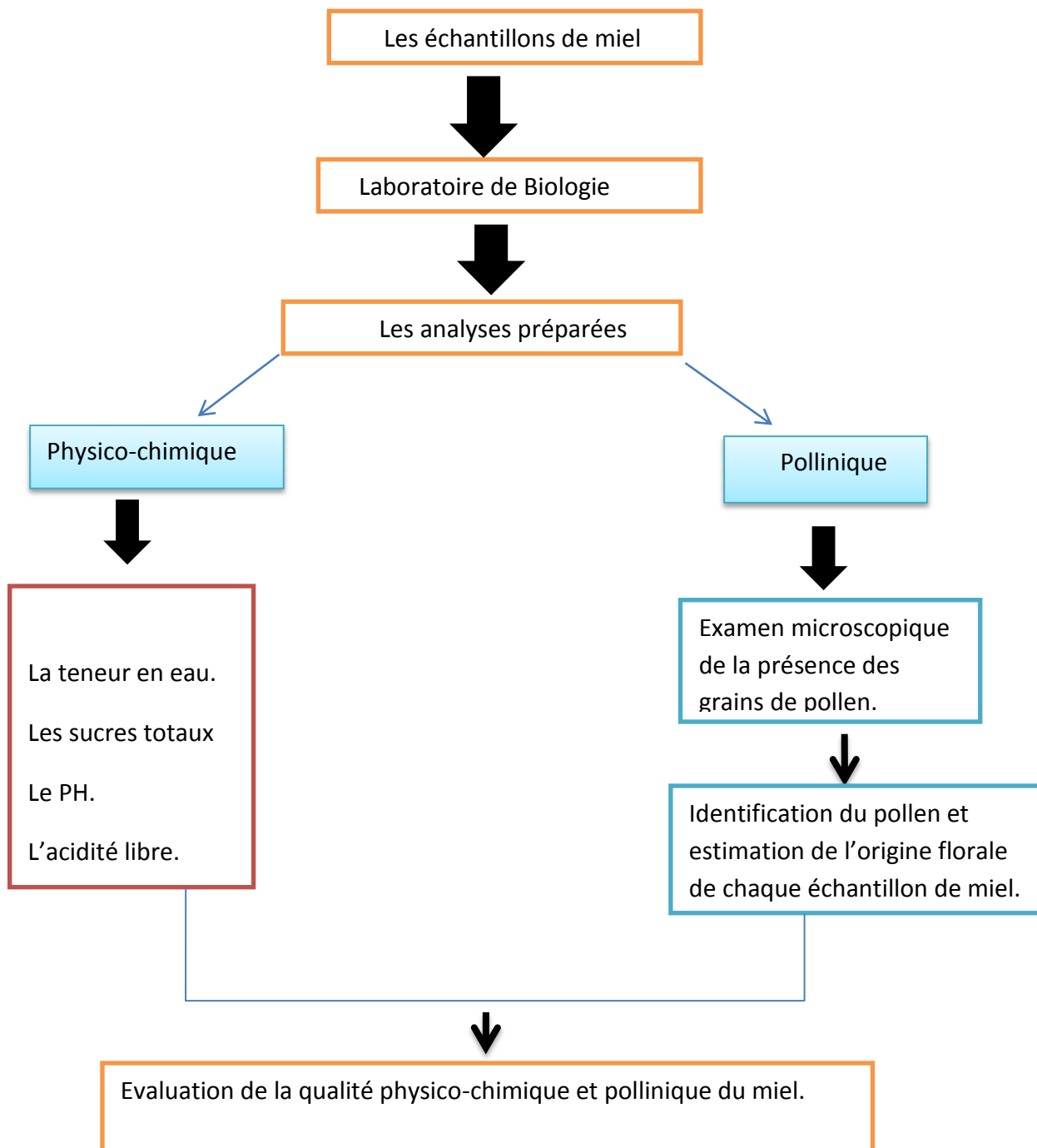
**Figure 15:** Les différents échantillons du miel préparé.

Les échantillons du miel récoltés sont conservés dans un flacon en verre stérile, hermétiquement fermé et gardé à la température ambiante, cette technique est utilisée pour protéger les composés sensibles à la chaleur et à la lumière.

Les échantillons du miel sont analysés de point de vue physico chimique, (teneur en eau, sucres totaux (degré de Brix), pH, et acidité) et une analyse pollinique pour pouvoir enfin donner une appellation juste au miel. Toutes les analyses ont été effectuées en deux répétitions.

**Protocole d'analyse :**

Nous avons adopté le protocole d'analyse présenté au niveau de l'organigramme ci-après :



**III.3 Le mode opératoire :****III.3.1 Analyse pollinique :**

Le protocole utilisé pour l'analyse pollinique des échantillons de miel, est celui préconisé par la commission internationale de botanique apicole (**LOUVEAUX et al., 1978**).

L'extraction du pollen présent dans le miel est basée sur la différence de densité entre le pollen et le miel dilué.

- 10 grammes d'un miel bien homogénéisé sont versés dans un bécher. On les dilue dans 20 ml d'eau chaude (pas plus de 50 °C), on utilise la plaque chauffante pour chauffer l'eau.
  - La solution est centrifugée pendant 30 minutes à 3600 tours/minute et le liquide surnageant est jeté de façon à ne conserver que le culot de centrifugation. (Les durées et vitesses de centrifugation peuvent varier selon les cas).
  - Ce culot est ensuite mis en suspension dans de l'eau distillée puis centrifugé à nouveau 15 minutes à 3600 tours/minute (**Figure 16**). Le surnageant est éliminé.
  - On aspire ensuite le culot à l'aide d'une pipette pasteur et on le dépose sur une lame.
  - On laisse évaporer l'excédent d'eau sur la plaque chauffante avant de déposer une goutte de gélatine glycinée qui fixera la préparation, et on la recouvre avec une lamelle (**Figure 17**).
  - L'identification se fait au microscope à différents grossissements (400X à 1000X).
  - La morphologie des grains est variée et caractéristique. Les caractères considérés sont la symétrie, la forme, la taille, les apertures (pores ou sillons) ainsi que l'ornementation de l'exine.
- ❖ Après l'identification du grain de pollen, l'interprétation de la lame dans sa globalité est tout aussi délicate. Elle combine à la fois l'identification et le dénombrement. Elle doit en effet révéler une association cohérente et logique des espèces en rapport avec la couverture végétale correspondant au climat de la région de provenance de l'échantillon.

Il est donc nécessaire d'avoir de bonnes connaissances en écologie et en botanique. Ces grains de pollen, identifiés sont cependant de bons marqueurs de l'environnement d'où provient le miel.



**Figure16 :** La suspension du miel dilue dans la centrifugeuse.



**Figure 17 :** La préparation de la lame.

### **III.3. 2Analyses physicochimiques :**

#### **III.3.2.1 Détermination de l'indice de réfraction et la teneur d'eau :**

La mesure de la teneur en eau se fait très simplement au moyen d'un refractomètre (**Figure18**) .Ont adopté la méthode réfractométrique de Chataway (**BOGDANOV, 2002**).

La détermination de la teneur en eau s'effectue par la mesure optique de l'indice de réfraction du miel à 20 °C. Le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide, on le met dans un flacon fermé hermétiquement et on le place dans un étuve à 40 °C (**Figure 19**), et (**Figure20**) jusqu'à ce que tous les cristaux de sucres soient dissous.



**Figure 18 :** Un Réfractomètre



**Figure 19 :** Le miel analysé et homogénéisé dans des flacons stériles.



**Figure 20** : Les flacons préparés dans l'étuve.

Après refroidissement à température ambiante à l'aide d'une spatule, une goutte de miel est déposée sur la surface du prisme. La lecture de l'indice de réfraction est effectuée à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d'humidité dans le miel. La température du prisme est notée.

Si la lecture est faite au-dessus de 20°C, on ajoute 0.00023 par degré et dans le cas contraire on soustrait 0.00023 par 1°C. On exprime le pourcentage d'eau après la mesure de l'indice de réfraction à l'aide du tableau de **CHATAWAY (Annexe 1)**.

### **III.2.2. Les sucres totaux :**

Ils représentent la plus grande partie de la matière sèche du miel, le fructose et le glucose se sont principaux sucres trouvés en grand pourcentage, avec environ 90% (**GONNET, 1982**).

La mesure des sucres totaux est faite au même temps avec la mesure de l'indice de réfraction par refractomètre abbé (**CONTI, 2000 ; CONTI et al., 2001**).

### **III.2.3. Le pH et L'acidité :**

Un échantillon de 10 g de miel est dissous dans 75 ml d'eau distillée (**Figure21**), et le pH est mesuré en utilisant un pH-mètre (**Figure22**). Ce dernier est étalonné avant son utilisation.

L'acidité libre est le contenu de tous les acides libres dans le miel. L'échantillon de miel, qui est utilisé pour déterminer le pH, à l'aide d'une micropipette de 200 µl ont titré avec

0,1 M de solution d'hydroxyde de sodium à pH 8,30 afin de déterminer l'acidité libre. Elle est exprimée en milliéquivalents par kg de miel (D'ARCY, 2007).

$$\text{Acidité libre} = \text{volume de } 0.1\text{M NaOH (ml)} \times 10$$



Figure 21 : L'échantillon de miel dilue dans 75 ml de l'eau distillée.



Figure 22 : La mesure de l'acidité de miel par le ph- mètre.

An orange scroll graphic with a white border and a drop shadow, featuring a rolled-up top edge and a hanging bottom edge. The text is centered on the scroll.

**Parties VI :**  
**Résultats et Discussions**

**VI .1 Analyse pollinique :**

L'analyse qualitative d'un miel comporte deux étapes, la première est l'identification des grains de pollen observés, la seconde sera leur dénombrement.

L'identification ne peut se faire que par comparaison de la morphologie et des dimensions des grains de pollen observés dans nos échantillons avec celles des grains connus qui constituent des références : les différentes études palynologiques et l'atlas pollinique (LAOUAR, 2017).

Dans ce travail nous avons sélectionnés six différents types du miel à partir d'une analyse pollinique d'environ 32 échantillons. Cette analyse montre que :

- L'échantillon M1 est dominé par les grains de pollen de jujubier (*Ziziphus lotus*).
- L'échantillon M2 est dominé par les grains de pollen de *Citrus sp.*
- L'échantillon M3 est dominé par les grains de pollen de la famille des Fabaceae.
- L'échantillon M4 est dominé par les grains de pollen de *Peganum Harmala*.
- L'échantillon M6 est dominé par les grains de pollen d'*Eucalyptus sp.*
- L'échantillon M5 est un miel sans dominance apparente (miel polyfloral) constitué à partir de pollens d'origines diverses (plantes spontanées, arbres fruitiers ou autres).

**VI .2Analyses physico-chimiques :****VI .2.1 La teneur en eau :**

Les résultats de la teneur en eau des différents échantillons des miels analysés sont mentionnés dans la (Figure 23).

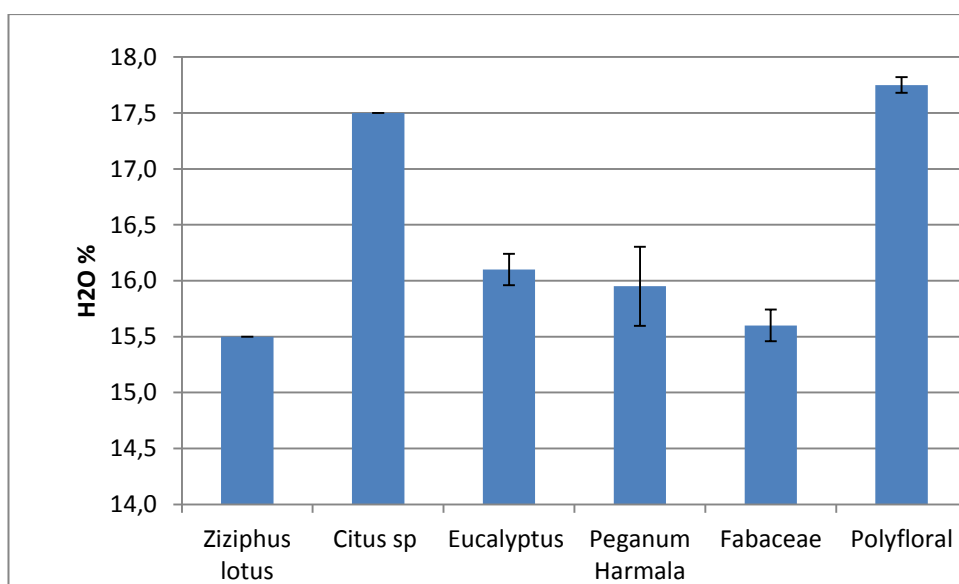
La teneur en eau est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré de maturité du miel (JUSZEZAK et al., 2009) et peut renseigner sur stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours de stockage ; donc elle conditionne la conservation du produit (DE RODRIGUEZ ET AL ; 2004 ;KUÇUK et al ;2007).

La teneur en eau d'un miel provient essentiellement de l'humidité du nectar mais peut être influencée par de nombreux facteurs: La teneur en eau des plantes butinées par les

abeilles ouvrières, l'origine florale, le climat et aux compétences de l'apiculteur (OUCHEMOUKH, 2012).

Dans notre résultats on remarque que la teneur en eau dans tous les échantillons analysé est varié entre 15.5 % et 17.8% , ces valeurs ne dépasse pas la limite légale qui fixé par le **CODEX ALIMENTARIUS (2001)** qui est de 20% maximum, l'échantillon M1 (Ziziphus lotus) présente la plus faible teneur en eau de 15.5% par contre l'échantillon M6 (Polyfloral) présente la plus forte teneur en eau de 17.8%.

Par ailleurs, une quantité d'eau élevée provoque la fermentation de miel , et donc la perte de sa qualité. (OUCHEMOUKH ET AL., 2007; SAXENA et al., 2010).



**Figure 23** : Teneur en eau des échantillons de miels analysés.

Le taux d'humidité est supérieur à 18% peut causer un risque de fermentation, dans notre échantillons du miel sont inférieur à 18% donc ce phénomène de fermentation n'est pas appliqué dans notre cas.

### VI .2.2 Les sucres totaux :

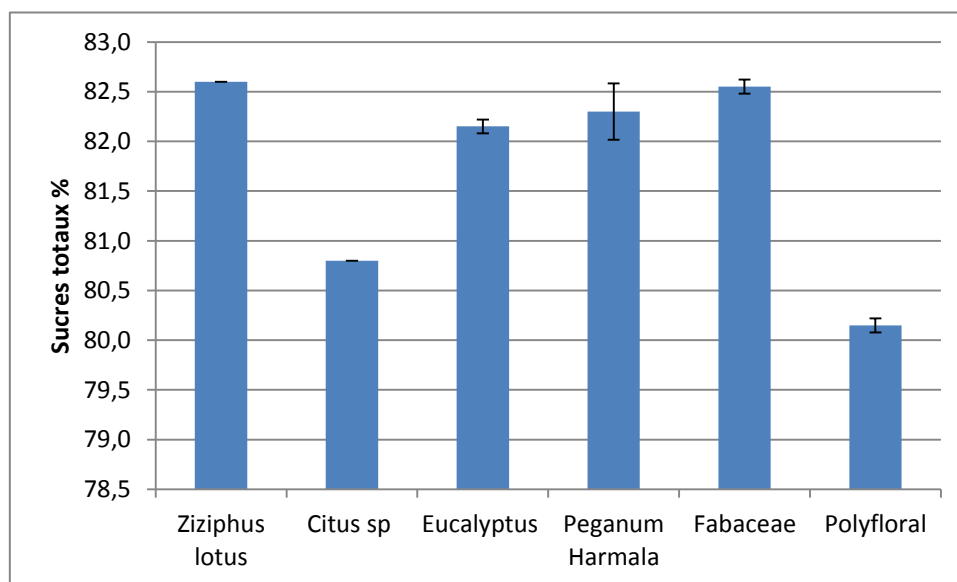
Selon **GONNET (1982)**, les sucres représentent la plus grande partie de la matière sèche du miel (95 à 99%).

La proportion des différents sucres présents dans un miel est très aléatoire. Elle dépend, en effet, directement du type de fleurs butinées par les abeilles (**LOUVEAUX , 1968a**).

Les résultats des sucres totaux obtenus de notre échantillon de miel qui sont présentes dans la (**Figure 24**) sont variées ente 80.2% et 82.6%. Ces résultats confirment que les sucres sont les constituants majoritaires du miel. La teneur élevée en sucres des échantillons de miel étudiés, pourrait être attribuée à sa faible teneur en humidité.

Le miel *Ziziphus lotus* (M1) et le miel de Fabaceae (M3) présentes un taux de sucre comparable et le plus forte à 82.6%, par contre le miel polyfloral (M6) présente un taux de sucre le plus faible à 80.2%.

La variation dans le taux des glucides des miels étudié peut-être expliquée aussi par la présence de teneurs distinctes des sucres dans le nectar butiné et la région de récolte du miel.



**Figure 24:** Les taux des sucres totaux des échantillons de miels analysés.

**VI .2.3 Le pH :**

Le pH ou potentiel d’hydrogéné ou indice de Sorensen est défini comme le cologarithme de concentration en ions Hydrogène dans une solution. Pour le miel, est un indice de la « réactivité acide » du produit. (**LOUVEAUX,1985**).

Les valeurs de pH de nos échantillons de miels sont de 3.82 et 5.58 dont la valeur minimale est celui de *Citrus sp* de la région de Hammam Righa à Ain Defla, et la valeur maximale est celui de *Ziziphus lotus* de la région de Bennasser Benchohr (Laghouat).

Les résultats obtenus montrent que tous les miels analysés sont acides et dans la limite standard (3,40-6,10) (**CODEX ALIMENTATION, 2001**).

CONTI et al. (2014) trouvent des valeurs de pH comprises entre 3.87 à 4.46 avec une moyenne de 4.12 pour les miels monofloraux, et des valeurs de pH entre 3.55 à 4.43 avec une moyenne de 3.81 pour les miels multifloraux.

GONNET (1986), signale que le pH est une mesure qui permet la détermination de l'origine florale du miel. Ainsi les miels issus de nectar ont un pH compris entre 3.5 et 4.5, par contre ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5.5. Le même auteur, affirme qu'un pH faible de l'ordre de 3.5 pour un miel, prédétermine un produit « fragile » pour la conservation duquel faudra prendre beaucoup de précautions : température fraîche. Par contre un miel à pH 5 ou 5.5 se conservera mieux et plus longtemps.

Les résultats sont obtenus sont illustrés dans la (figure 25).

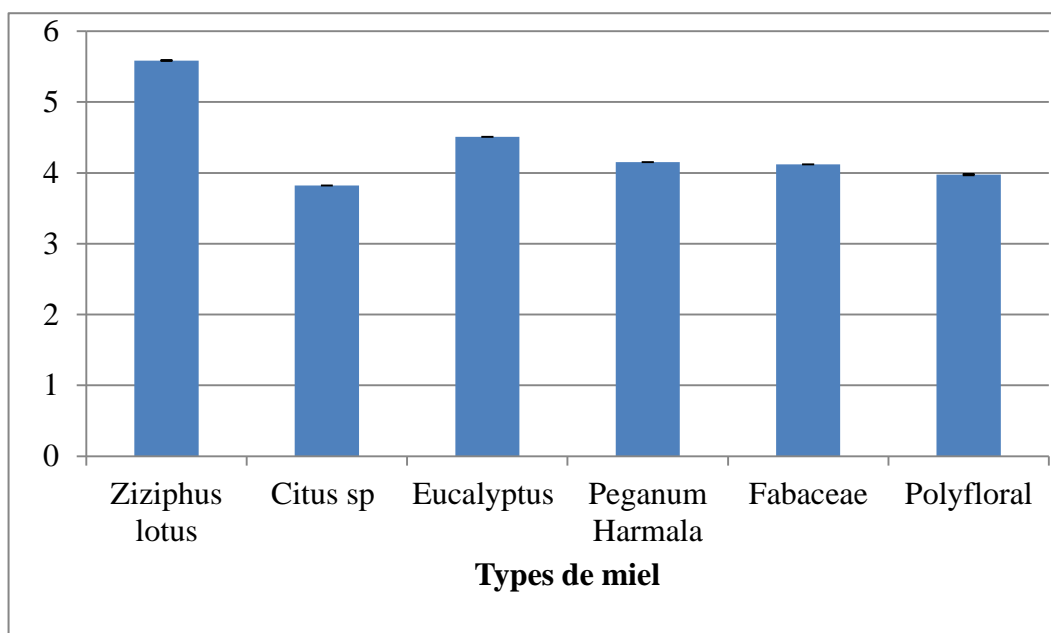


Figure25: pH de chaque type de miel.

**VI .2.4 Acidité libre :**

La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable. L'ancienne norme prescrit une valeur maximale de 40 milliéquivalents /kg. Dans le projet du Codex Alimentarius, elle été augmentée à 50 milliéquivalents /kg. Étant donné qu'il existe quelques sortes de miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée (CAVIA et al ; 2007).

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. Les valeurs de l'acidité des miels analysés varient de 4 à 40 méq /Kg, c'est-à-dire que tous les miels analysés sont dans la norme requise du codex Alimentarius, qui est 50 meq /kg de miel, indiquant une absence de fermentation indésirable dans nos échantillons. Le miel de la région d'Aflou (polyfloral) présente la valeur la plus élevée avec 40 méq /Kg, cependant le miel de la région de messaad (Djelfa, *Peganum harmala*) présente une acidité libre faible de 4 méq /Kg. Cette différence marquée dans les valeurs de l'acidité pourrait être liée à l'origine florale des échantillons.

Nos résultats concordent avec d'autres travaux réalisés sur des miels Algériens, (MAKHOULFI, 2010) a trouvé des valeurs variantes entre 3 et 22,50 meq /Kg, (ZERROUK et al., 2011) signalent des valeurs entre 17.97– 49.1 meq/kg.

(MEHRYAR et al., 2013), ont remarqué une relation linéaire droite entre l'acidité libre et la teneur en cendres. La relation linéaire peut être due à la présence de certains ions inorganiques comme le phosphate, le sulfate et le chlorure dans les cendres, ce qui peut contribuer à une augmentation de l'acidité libre.

Les résultats sont illustrés dans la (Figure 26).

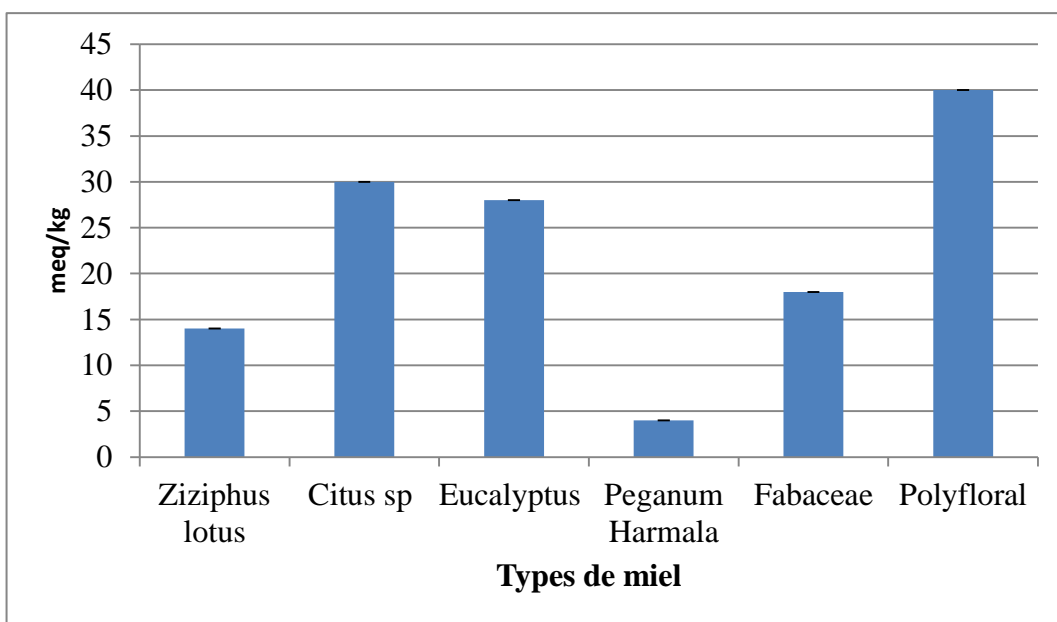


Figure 26 : L'acidité libre de chaque type de miel.

An orange scroll graphic with a gradient from light to dark orange, featuring a shadow and curled ends on the left and right sides. The text is centered on the scroll.

## **Conclusion et perspectives**

Le miel a gagné une certaine reconnaissance dans le milieu médical pour son usage comme agent antibactérien dans le traitement des ulcères, escarres, brûlures et plaies infectées. Dans de nombreux cas, il est utilisé avec succès dans des infections ne répondant pas au traitement antibiotique et antiseptique standard.

D'après les recherches bibliographiques et les résultats d'analyses obtenus de six types de miels prélevés dans les différentes régions de l'Algérie, il en ressort ce qui suit :

- Le miel est un aliment-médicament car il possède maintes propriétés biologiques (nutritionnelles, antibactériennes, antioxydantes et thérapeutiques). Ces propriétés sont dues essentiellement à sa composition qui est variable en fonction des plantes butinées, la race d'abeille, des conditions climatiques et environnementales.

- La valeur médicinale du miel comme antibiotique naturel est 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.

- Les propriétés antibactériennes du miel proviennent principalement des « inhibiteurs », dont : l'osmolarité, le pH acide, le peroxyde d'hydrogène, et le système non-peroxyde telles que des lysozymes et les substances volatiles et les acides aromatiques du miel.

- Les résultats polliniques obtenus nous ont permis d'identifier la variété des miels étudiés, de déterminer leurs origines et leur donner une appellation finale.

- D'après l'analyse pollinique qualitative nous avons sélectionnés seulement cinq types de miels monofloraux: miel de jujubier (*Ziziphus lotus*), miel de *Citrus sp.*, miel de Fabaceae, miel de *Peganum Harmala*, miel d'*Eucalyptus sp.*, et un échantillon du miel polyfloral sans dominance apparente constitué à partir de pollens d'origines diverses.

- Les paramètres physico-chimiques étudiés ont montré :

- Les résultats de la teneur en eau montrent que tous les miels analysés sont conformes à la norme proposée par le Codex Alimentarius.
- Les résultats du pH et de l'acidité montrent que tous les miels analysés sont acides et dans la limite standard.

Des teneurs en sucres totaux varient entre 80,2 et 82,6%.

En termes de perspective et dans le but de compléter ce travail, il serait intéressant :

- D'approfondir l'étude de l'activité antibactérienne sur une grande gamme des espèces bactériennes pathogènes.
- Effectuer des analyses physico-chimiques sur une large gamme d'échantillons de miels du pays afin de déterminer la nature du composé à activité antibactérienne selon l'origine florale du miel.
- Tests génétiques sur plusieurs souches bactériennes afin de détecter l'état de sensibilité et de résistance.
- Etude de l'activité anti bactérienne de la propolis.

Encourager l'intégration des produits de la ruche dans notre ration alimentaire.



## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques.

---

### -A-

- **AMIGOU M. (2016).** Les résidus de médicaments vétérinaires et de pesticides dans les produits alimentaires apicoles(miel, pollen, gelée royale et propolis) (thèse doctorat).
- **AMIRAT A. (2014).** Contribution à l'analyse physicochimique et pollinique du miel de thymus algeriensis de la région de Tlemcen. Travail de diplôme réalisé en vue de l'obtention du diplôme de master en biologie, science des aliments, Université Abou-Bek Belkaid Tlemcen, p. 16-17.
- **AMROUCHE L. ET KESSI L. (2003).** Etude de la qualité physico-chimique de quelques miels. Mémoire. Ingénieur. U.S.T.H.B. ALGER. p49.
- **AMRI A. (2015).** Contribution à l'étude approfondie de quelques miels produits en Algérie : Aspect physico-chimique et botanique. Thèse de doctorat. Université Baji Mokhtar –Annaba. 160p.
- **ANCHLING F. (2005).** juin, sommet de développement des colonies, mais quid de la première récolte. Revue j'abeille de France, volume n° 915. p 07.
- **AVISSE I. (2014).** préface de Jean-François Odoux, Grand traité des miels, Le Sureau : Apidis, octobre, 343 p.

### -B-

- **BAKENG M., BAHATI M., ET BALAGIZI K. (2000).** Inventaire des plantes mellifères de Bukavu et ses environs (Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo). Tropicultura, vol. 18, no 2, p. 89-93.
- **BIRI., MELCHIORRE., GOGUE., YVETTE ET MANDOSIO., JEAN-MARC.(2010).** Tout savoir sur les abeilles et l'apiculture. Paris: De Vecchi.
- **BLANC M., CHULIA A. (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat. Université de L
- **BOGDANOV S., BLUMER P., (2001).** propriété antibiotique naturelles du miel. RSA,98(3),107-114.

## Références bibliographiques.

---

- **BOGDANOV S. (2002).** Harmonized methods of the international. International Honey Commission, Centre Suisse de Recherche Apicoles, 62.
- **BOGDANOV S., BIERI K., GREMAUD G., IFF D., KANZIG A., SEILER K., STOCKLI H. ET ZURCHER K. (2003).** Produits Apicoles. 23 A Miel, 1-37.
- **BOGDANOV S., MATZKE A. (2003).** la propolis – un antibiotique naturel . Edition VDB 6235 Winikon ; 72 pp.
- **BOGDANOV S, RUOFF K AND PERSANOODDO L . (2004 B) .**physico chemical methods for the characterization of unifloral honey : A review. Apidologie,35 : S4-S17.
- **BOGDANOV, S. (2009).** The Book of Honey. Bee Product Science. 105p.
- **BONTE F., & DESMOULIERE A. (2013).** Le miel: origine et composition. Actualites Pharmaceutiques,52(531),1821.<https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.10.004>.
- **BOUBELLOUT, NADJIA. (2017).** <<Évaluation de l'avis des parents sur la proposition du miel seul, et sur son utilisation dans le traitement de la toux aigüe pendant les viroses ORL, chez leurs enfants âgés de 1 an à 6 ans.>> THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE. UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES.2017.
- **BOUKRAË L. (2010).** Honey in Traditional and Modern Medicine .CRC Press.P26-32. ISBN : 978-1-4398-4016-0.
- **BOULAABA I-D. (2019).** Place du miel à l'officine. Thèse en pharmacie. Université d'Aix-Marseille. 83p.
- **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)». Organisation des Nations Unies pour l'agriculture. Rome. 176 p.
- **BRUNEAU E. (2004) .**Les produits de la ruche .Ed .RUS TICA.354-384.

-C-

- **CAVIA M M., FERNANDEZ-MUINO M A., ALONSO-TORRE SR., HUIDOBRO J F .,ET SANCHO M T. (2007).** Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. Food Chem. 100, 1728– 1733.
- **CHEFROUR A. (2008).** "Miels algériens : caractérisation physicochimique et melissopalynologique. (Cas des miels de l'est de l'Algérie) ".Mémoire de doctorat. Université Badji Mokhra, Annaba.

## Références bibliographiques.

---

- **CHOUIA A. (2014).**Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout.. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider Biskra.
  - **CIULU M., SOLINAS S., FLORIS I., PANZANELLI A., PILO M I., PIU P C., SPANO N.,SANNA G. (2011).** RP-HPLC.
  - **CLEMENT H. (2005).**Le miel: de la source à la thérapeutique.. Thèse de doctorat. UHP-Université Henri Poincaré.
  - **CLEMENT L., DANIELLE ET CLEMENT M-C. (2000).** Les miels. Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire. (3) F7000, p. F7000. 1-F7000.
  - **CLEMENT. (2006)** .Le Traité Rustica de l'Apiculture.Editions Rustica/FLER, Paris, 528p.
  - **CLEMENT H., CONTE, Y. L., BARBANCON, J.-M., VAISSIERE, B. & COLLECTIF. (2011).** Le traité rustica e l a iculture. Rustica éditions.
  - **CLEMENT H. (2014).** Rémy Chauvin (Préface), créer son rucher, Edition Rustica, paris. 112 pages.
  - **CLEMENT M.C. (2002)** . Melissopalynologie en Nouvelle-Caledonie, importance des spectres pollinique dans la typification des miels .Mém.E.P.H.E.,77p.
  - **CODEX ALIMENTATION. (2001).** Programme Mixte FAO/OMS Sur Les Normes Alimentaires. Commission Du Codex Alimentarius. Alinorm 01/25, 1-31.
  - **CONTI, M.E. (2000).** Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters, Food Control, 11: 459–463.
  - **CONTI, M.E., BOTRE, F. (2001).** Honeybees and their products as potential bioindicators of heavy metals contamination. Environ Monit Assess., 69 : 267-282.
  - **CONTI ME., GRAZIA FINOIA M., FONTANA L., MELE1 G., BOTRÈ F. AND IAVICOLI I. (2014).** Characterization of Argentine honeys on the basis of their mineral content and some typical quality parameters, Chemistry Central Journal, 8-44.
  - **CUVILLIER. M, ALEXANDRE. (2015).** Miel, Propolis, Gelée royale: Les abeilles alliées de notre système immunitaire. Thèse de doctorat. Université de Lille 2.
- D-**
- **D'ARCY B.R.(2007).** High-power Ultrasound to Control of Honey Crystallisation.Rural Industries Research and Development Corporation. Publication 07/145, 140.

## Références bibliographiques.

---

- **DE RODRIGUEZ G.P., DE FERRER B.S., FERRER AND RODRIGUEZ B.(2004).** Characterization of honey produced in Venezuela . Food Chemistry , 84 : 599-502.
- **DELPHINE I. (2010).** « Le miel et ses propriétés thérapeutiques». Thèse du doctorat.
- **DONADIEU Y. (1978).** Le miel thérapeutique.2 éme Ed Maloine S.A. Paris,p.28.
- **DUBOIS. (1987).** Les produits de la ruche dans la médecine d'aujourd'hui. Aujourd'hui l'apithérapie, supplément n°465, p. 13-15.
- **DRAIAIA R. (2016).** Caractérisation physico-chimique et appellation botanique des miels Algériens (Cas des ruches Langstroth). These de Doctorat. Universite Badji Mokhtar – Annaba. 279p.

-E-

- **ESTEVINHOL L., PREREIRA A.P., MOREIRA L., DIAS L.G. AND PREREIRA E. (2008).** Antioxidant and antimicrobial effects of northeast Portugal honey. Food and Chemical Toxicology, 46(12): 3774-3779.

-F-

- **FRANÇOIS L. (2017).** «La texture du miel. Journal aliments naturels et biologiques». En ligne [www.essentielle-coop](http://www.essentielle-coop).

-G-

- **GONNET M. (1982).** Le miel ; composition, propriétés, conservation. INRA station expérimentale d'apiculture. p1, 18.
- **GONNET M. (1986).** L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité. Bul. Tech. Apic, 54, 13(1). Pp 17-36.
- **GOUT J. (2009).** Le miel. Editions Jean-Paul Gisserot, Paris, 64 p.
- **GUERRIAT H. (2000).** « Etre performant en Apiculture». Édition Rucher du Tilleul. 415p.
- **GUILLAUME J-M ET GUILLAUME J-C. (2012).** L'apiculture é cologique de A

-H-

- **HALIMI H. (2018).** Etude melissopalynologique, physicochimique et antibactérienne de quelques échantillons de miels du sud Algérien. Thèse de doctorat. Université Kasdi Merbah – Ouargla. 111p.
- **HUCHET, E., COUSTEL, J. ET GUINOT, L. (1996).** Les constituants chimiques du miel, Méthodes d'analyses chimiques, département science de l'aliment, p.5

-I-

## Références bibliographiques.

---

- **IURLINA M. O., FRITZ R. (2005).** Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 105, no 3, p. 297-304.

### -J-

- **JEAN-MARIE P. (1999).** Le guide de l'apiculture. Troisième édition révisée. p 213, 288.
- **JEANNE F. (1994).** Le pollen : Récolte et conservation. pp : 211-214.
- **JUSZCZAK L., SOCA R., ROZNOWSKI J., FORTUNA T., NALEPKA, K. (2009).** Physicochemical properties and quality parameters of herbhoneys. *Food Chemistry*, 113: 538-542.

### -K-

- **KAMAL M A., & KLEIN P. (2011).** Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 18(1), 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2010.09.003>.
- **KOECHLER S. (2015).** Le miel dans la cicatrisation des plaies: un nouveau médicament?.. Thèse de doctorat. Université de Lorraine.
- **KÜÇÜK M., KOLAYLI S., KARAOLU S., ULUSOY E., BALTACI C AND CANDAN F. (2007).** Biological activities and chemical composition of three honeys of different types of Anatolia. *Food Chemistry*, 100 :526-534.

### -L-

- **LACUBE J. (2015).** L'ABC de l'apiculture, Rustica éditions, p. 219-48-52.
- **LADASS D., ILARITOS D.N., RAPITISS A. (1995).** Honey may have a laxative effect on normal subjects because of incomplete fructose absorption. *Am J Clin Nutr*, 62,1212-5
- **LE CONTE Y. (2002).** Mieux connaître l'abeille. In *Le traité rustica de l'apiculture*. Paris, Rustica, p.12-51.
- **LEQUET L. (2010).** «Du nectar à un miel de qualité : contrôle analytiques du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur». Thèse d'obtention de grade de docteur vétérinaire. Université Claude-Bernard, LYON.
- **LOBREAU-CALLEN, DANIELLE ET CLEMENT, MARIE-CLAUDE.(2000).** Les miels. *Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire*, vol. 3, no F7000, p. F7000. 1-F7000. 20.

## Références bibliographiques.

---

- **LOUVEAUX J. (1968).** L'analyse pollinique des miels. In: Masson (Editor): Traité de Biologie de l'Abeille, III, Paris, pp. 325-362.
- **LOUVEAUX J., MAURIZIO A. & VORWOHL G. (1978).** Methods of Melissopalynology. Bee World 59, 139-157.
- **LOUVEAUX J. (1968a).** Composition, propriétés et technologie du miel. In : CHAUVIN R. Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 277-324.
- **LOUVEAUX J et MAURIZIO A . (1970).** Méthodes d'analyse pollinique des miels. Ed. Union des groupements apicoles Français. Paris. pp : 325-330.
- **LOUVEAUX, J. (1985).** Les abeilles et leur élevage. Edition Opida. 165-181p.

-M-

- **MAAMERI Z. (2014).** Pistacia lentiscus L. Evaluation pharmacotoxicologique. Thèse en Sciences. Constantine.
- **MAHOUACHI M. (2008).** Etude de faisabilité de la mise en place de signes distinctifs de la qualité et/ou d'origine pour le miel tunisien, Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques Tunisie, p. 49 50.
- **MAKHLOUFI C, KERKVLIT JD, D'ALBORE GR, CHOUKRI A AND SAMAR R, (2010).** Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods, Apidologie, 41, 509-521.
- **MARCET M. (2017).** « La cicatrisation des brûlures par le miel>>. Thèse pour l'obtention du DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE. UNIVERSITE DE BORDEAUX.
- **MAROUF. (2000).** Dictionnaire de botanique (les Phanérogames). Ed. Dunod Paris. 256p.
- **MBOGNING E., TCHOUMBOUE J., DAMESSE F., SANOU-SOBZE M., CANINI A. (2011).** « Caractéristiques physico-chimiques des miels de la zone Soudano-guinéenne de l'ouest de l'Adamaoua Cameroun». Tropicultura, vol.29, n°3, p. 168-175.
- **MEDA A., LAMIEN C. E., MARCO R., ET AL. (2005).** Determination of the total phenolic, flavonoïde and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry, volume. 91, n°3, p. 571-577.

## Références bibliographiques.

---

- **MEHRYAR M., ESMAILI M. AND HASSANZADEH A. (2013).** Evaluation of Some Physicochemical and Rheological Properties of Iranian honeys and the Effect of Temperature on its Viscosity. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 13 (6): 807-819.
- **MISKOVSKY J., ET PETZOLD M. (1992).** Spores et pollen. Ed. La Duralie. Paris. 248p.
- **MOKEDDEM T. (1998).** : " Contribution à l'analyse physicochimique et pollinique du miel d'oranger, région de Mitidja". Thèse d'Ingénieur en agronomie. Université des sciences et de la technologie de Blida.
- **MOLAN P. C. (2002).**« Hydroxymethylfural (HMF) and related compounds. In : Stadler R.H. ,Lineback D.R . (Eds) ,ProCESS- Induced food Toxicant: occurrence , formation mitigation , and health risks . Wiley-Blackwell: Hoboken.135.

-N-

- **NAIR S. (2014).** identification des plantes mellifères et analyse physicochimiques des miels algériens .Thèse de doctorat. Université d'Oran.
- **NAZARIAN H., TAGHAVIZAD R., AND MAJD A. (2010).** Origin of honey proteins and method for its quality control. *Pakistan Journal of Botany*, 42(5): 3221-3228.
- **NICOLAÏ J.(2014).** Perspectives d'avenir en Apithérapie à l'officine. Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. of ;Biomedicine and Biotechnology. Volume, Article ID 830616, 13.

-O-

- **OLAÏTAN P .B., ADELEKE O. E., ET IYABO O. O. (2007).** Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *African health sciences*, vol. 7, no 3.
- **OUCHEMOUKH S ., LOUAÏLECHE H. AND SCHWEITZER P .(2007) .** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys .*Food Control* , 18:52-58.
- **OUCHEMOUKH S. (2012).** Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. Thèse de Doctorat. Université Abderrahmane Mira de Béjaia, P. 162.

-P-

## Références bibliographiques.

---

- **PONS A. (1970).** Le pollen. Coll. Que sais-je ? Presses universitaires de France. 126p.

-Q-

- **QIU PY., DING HB., TANG YK., XU RJ. (1999).** Determination of chemical composition of commercial honey by near infrared reflectance spectroscopy. Journal of the Agriculture and Food Chemistry, 47, 2760-2765.

-R-

- **RENAULT M J. (1990).**Sopres et pollen .New Chatel ,Suisse.
- **REZZAG M .O. (2010).** «Extraction de certains composés du miel naturel ayant l'effet antimicrobienne». Mémoire pour l'obtention de diplôm d'étude
- **RIGAL M.L.(2012).** Miel et gelée royale: utilisations thérapeutiques dans le domaine cutané et applications en cosmétologie.. Thèse de doctorat.
- **RONALD S., JACKSON.(2011).** Advanced in food nutrition research, volume 63: speciality wines. Academic press. P: 104 – 105. ISBN : 978 – 0-12-384927-4. ISSN : 1043- 4526.
- **ROSSANT A. (2011).** Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 132 p.

-S-

- **SAHINLER, N., SAHINLER, S. ET GUL, A. (2004).** Biochemical composite ion of honeys produced in Turkey. J. Apic. Res., 43: 53–56.
- **SAXENA S.,GAUTAM S ET SHARMA A.(2010).** Physical, Biochemical And Antioxidant Properties Of Some Indian Honeys. Food Chem. 118:391-397.
- **SCHMIDT A.V. (2013).** Miel.185p.
- **SCHWEITZER P. ( 2005).** Miel étranger. L'abeille de France Décembre .920.
- **SCHWEITZER. (2004)** .La cristallisation des miels. L'Abeille de France, 901, 149-157.

-V-

- **VINCENT A. (2016).** Abeilles Sauvages : les connaitre, les accueillir, les protéger ,ED Delachaux et Nieslté, paris.

## Références bibliographiques.

---

- **VON DER OHE, W., PERSANO ODDO, L., PIANA, M. L., MORLOT, M. AND MARTIN P. (2004).** Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*, 35: S18-S25.

-W-

- **WAHDAN H.A.L. (1998).** Causes of the antimicrobial activity of honey. *Infection*. 29(1):26-31.
- **WIDMANN S. (2008).** Ecole Nationale Veterinaire De Lyon. *Free Radical Biology & Medicine*, 52(69), 1–124.

-Z-

- **ZERROUK S., FALLICO B.G., ARENA E.N., GABRIELE F. BALLISTRERI G.F. AND LARBI A. BOUGHEDIRI L.A. (2011).** Quality evaluation of some honey from the central region of Algeria, *Jordan Journal of Biological Sciences*, 4(4), 243 – 248.



# **ANNEXES**

Tableau de chataway :

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		