



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique



**Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : SCIENCES**

**DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES**

## **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : KERRACHE Nadji**

**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)**

**FILIERE : AGRONOMIE**

**OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTRÔLE DE QUALITE**

### **Thème**

**Contribution à l'évaluation de la qualité du miel de jujubier  
commercialisé de la région de Messaad wilaya de Djelfa**

#### **Les membres de jury**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Quaité</b>
Amrani warda	MACB	Président
Saidi radhwane	professeur	Examineur
Benhassine mohamed lamine	M A A	Encadreur

**Promotion : septembre – 2021**

## Résumé

Le présent travail a pour objectif l'évaluation de la qualité du miel de jujubier qui a été produit dans la région de Messaad wilaya de Djelfa. Il consiste à rechercher et dénombrer certains microorganismes capables d'altérer la qualité organoleptique et sanitaire du miel sur des milieux de culture et d'évaluer quelques paramètres physicochimiques d'échantillon.

Pour évaluer les paramètres physico chimiques de notre échantillon on a déterminé le taux d'humidité, le brix, le pH, la conductivité, l'acidité libre, le taux de cendre et la viscosité. Les résultats ont montré que le taux d'humidité du miel est 15%, la valeur de pH est 3.53, cette valeur confirme que notre échantillon est d'origine florale. Le brix 85%, la conductivité est 0.269(mS/cm), l'acidité libre 6.4(méq/kg), le taux de cendre est 0.13% et la valeur de viscosité est 4.46 Pa.s.

Les résultats des analyses microbiologiques montrent la présence des moisissures dans notre échantillons du miel de genre *Aspergillus niger*, et l'absence des levures, *Staphylococcus aureus* et *selmonella*,

Mots clé : miel, caractéristiques physicochimiques, caractéristiques microbiologiques, Messaad  
ملخص

الهدف من هذا العمل هو تقييم جودة عسل السدر المنتج في منطقة مسعد بولاية الجلفة. ويتمثل في بحث وتعداد بعض الكائنات الحيد الدقيقة المسببة لفساد العسل من ناحية الذوق والجانب الصحي وذلك في أوساط مغذية، كما قمت أيضا بتحديد قيمة بعض المعايير الفيزيوكيميائية.

لتقييم جودة العينة من الناحية الفيزيوكيميائية قمت بتحديد نسبة الرطوبة، البريكس (نسبة السكريات) الأس الهيدروجيني pH الناقلية، الحموضة، نسبة الرماد، واللزوجة

حيث أظهرت النتائج أن نسبة الرطوبة للعينة المدروسة 13%، ونسبة البريكس هي 85% ، الناقلية 0.269(mS/cm) الحموضة هي 6.4 (méq/kg) نسبة الرماد 0.13 %، قيمة اللزوجة هي 4.46 باسكال/ثا.

أما نتائج التحاليل الميكروبيولوجية أظهرت وجود طحالب من نوع *Aspergillus niger* في عينة الدراسة وغياب كل من الخمائر و *Staphylococcus aureus* et *selmonella*.

الكلمات المفتاحية: مسعد، عسل، الخصائص الفيزيوكيميائية، الخصائص الميكروبيولوجية.

**Abstract:**

The objective of the present study is to evaluate the quality of the jujube (sidr) honey which is produced in the Messaad wilaya of Djelfa region. It attempts to search for and counting certain microorganisms capable of altering the organoleptic and health quality of honey on culture media and evaluate some physicochemical parameters of the sample.

To evaluate the physicochemical parameters of our sample, we determined the moisture content, brix, pH, conductivity, free acidity, ash content and viscosity. Our findings indicated that the moisture content of honey is 13%, the pH value is 3.53, this value confirms that our sample is of floral origin. The brix 85%, the conductivity is 0.269 (mS / cm), the free acidity 6.4 (meq / kg), the ash content is 0.13% and the viscosity value is 4.46 Pa.s.

The results of microbiological analyzes show the presence of molds in our samples of honey from the genus *Aspergillus* species; *Aspergillus niger*, and the absence of the yeasts, *Staphylococcus aureus* and *selmonella*,

These results indicated our sample is of good quality.

**Key words:** Messaad, Honey, physicochemical parameters, microbiological parameters



## Dédicace

C'est avec une joie immense et le cœur ému que je dédie ce mémoire (ou cette thèse) à mes chers parents pour leurs affections inépuisables et leurs précieux conseils. Ils n'ont cessé de prier pour moi durant mon cursus scolaire et m'ont encouragé régulièrement.

A mes chers frères et sœurs pour leurs soutiens et attentions. Ils m'ont permis de réaliser que la famille est sacrée. Ils étaient pour moi, une vraie source d'inspiration et ont été toujours à mes côtés durant les moments difficiles.

Mes pensées vont aussi à tous mes amis à savoir (*Ibtissem, Amel, Naima, Ihsane, Kuidir, Bachir, Ali, et said*) qui m'ont toujours motivé et encouragé.

Enfin, je ne pourrais oublier tous les camarades de la même promotion. Leurs sincérités m'ont vraiment touchée. Ils ont contribué à cette réussite et je tiens également à leur souhaiter le meilleur.

**Listes des tableaux :**

Tableau n° 01: sels minéraux et oligo-éléments du miel.....	09
Tableau n° 02: Les vitamines dans le miel, en mg/100g.....	11
Tableau n° 03: : La classification botanique de l'espèce Zizyphus lotus.....	15
Tableau n° 04 Résultats des analyses physicochimiques.....	32
Tableau n°05 : Comparaison des résultats du taux d'humidité du miel avec différentes régions géographiques.....	33
Tableau n° 06 : Les résultats de l'expérience de viscosité.....	35
Tableau n° 07 : résultats des analyses microbiologiques.....	36

**Listes des figures :**

Figure n° 01: Composition moyenne du miel.....06

Figure n° 02 : Composition générale moyenne du pollen frais.....13

Figure n°03 : Zizyphus lotus.....16

Figure n° 04: Carte de localisation géographique de la wilaya de Djelfa.....23

Figure n° 05 : Photo représentative de la Daya de CHEAALA dans la région MESSAAD (Avril 2020).....23

Figure n° 06 : échantillon du miel du jujubier .....24

Figure n° 07 : réfractomètre photo originale .....25

Figure n° 08 : conductimètre phot originale.....26

Figure n° 09 : pHmètre photo originale.....27

Figure n° 10 : four a moufle photo originale.....28

Figure n° 11 : viscosimètre photo originale.....28

Figure n° 12 : incubateur photo originale.....30

Figure n°13 : absence totale de *Staphylococcus aureus* dans notre échantillon.....36

Figure n°14 : Absences totale de *salmonella* dans notre échantillon.....37

Figure n°15 : Observation macroscopique d'*aspergillus niger*.....37

**Liste des abréviations :**

Abs : Absorbance

C°: Degré Celsius

Cal: calorie

CE : Conductivité Electrique

Flav : Flavonoïdes

HMF: HydroxyMéthylFurfural

HPLC : chromatographie liquide à haute performance

ml: Millilitre

ms/cm: Millisiemens par centimètre

pH: Potentiel d'hydrogène

PR : Pouvoir réducteur

S: seconde

Pa.s : pascal par seconde

% : Pourcentage

°C : Degré Celsius

## Table des matières

---

<b>Résume</b>	
<b>Remercement.....</b>	<b>IV</b>
<b>Didicace.....</b>	<b>V</b>
<b>Listes des tableaux .....</b>	<b>VI</b>
<b>Listes des figures .....</b>	<b>VII</b>
<b>Listes des abréviations.....</b>	<b>VIII</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Partie bibliographiques Chapitre I Le miel et le jujubier</b>	
<b>I- Le miel.....</b>	<b>3</b>
<b>1- Définitions du miel.....</b>	<b>3</b>
<b>2-Types du miel.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Miel de nectar .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2Miel de miellat .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3Miel de rayons.....</b>	<b>3</b>
<b>3- Préparation du miel .....</b>	<b>4</b>
<b>4- Classification des miels .....</b>	<b>4</b>
<b>4.1 Miel de nectar de fleurs.....</b>	<b>4</b>
<b>4.2 Miel du miellat.....</b>	<b>5</b>
<b>5 Composition chimique du miel.....</b>	<b>6</b>
<b>5.1 Eau.....</b>	<b>6</b>
<b>5.2Les sucres.....</b>	<b>7</b>
<b>5.2.1Rapport fructose/glucose.....</b>	<b>7</b>
<b>5.2.2. Saccharose.....</b>	<b>8</b>
<b>5.2.3 Maltose.....</b>	<b>8</b>
<b>5.2.4 Mélézitose( tri saccharides).....</b>	<b>8</b>
<b>5.3 Sels minéraux et oligo-éléments.....</b>	<b>9</b>
<b>5.4 Protéines.....</b>	<b>9</b>
<b>5.5 - Enzymes .....</b>	<b>10</b>
<b>5.6 Les colloïdes du miel.....</b>	<b>10</b>
<b>5.7- Les composés aromatiques.....</b>	<b>11</b>
<b>5.8- Composé phénoliques.....</b>	<b>11</b>
<b>5.9 Les vitamines .....</b>	<b>11</b>

5.10. Les acides.....	11
5.11 L'hydroxyméthylfurfural (HMF).....	12
5.12 Lipides.....	12
6- Les pollens .....	13
6.1. Structure d'un grain de pollen.....	13
6.2 Composition générale du pollen frais .....	14
6.2.1 Glucides.....	14
6.2.2 Substances cellulosiques.....	14
6.2.3 Protides.....	14
II- Le jujubier (sidr).....	15
<b>Chapitre II propriété physicochimiques et microbiologiques du miel</b>	
1-Qualité du miel.....	17
2. Propriétés physico-chimiques du mi.....	17
2-1 Propriétés physiques.....	17
2-1.1 Viscosité .....	17
2-1.2 La densité .....	17
2-1.3La cristallisation.....	18
2-1.4 La conductibilité électrique.....	18
2-1.5 Couleur.....	18
2-1.6 Indice de réfraction .....	18
2-1.7 Pouvoir rotatoire.....	18
2-2 Propriétés chimique du miel.....	18
2-2.1 Activité de l'eau (aw).....	18
2-2.2 Teneur en eau .....	19
2-2.3 Hydroxyméthylfurfural(HMF).....	19
2-2.4 Acidité et pH.....	19
3- La contamination microbiologique du miel.....	20
3-1 La flore mésophile totale.....	20
3-2 La flore mycélienne et les levures banales .....	20
3-3les levures smophiles .....	20
3-4 les germes témoins de contamination entérique. ....	20
4- Conservation.....	21
5- Fermentation.....	21
6- la stabilité du miel.....	21
7- Valeur alimentaires et thérapeutiques du miel.....	21
7-1 Valeurs alimentaires.....	21

7-2-Valeurs thérapeutiques.....	21
8- Propriétés antioxydantes.....	22
9-Propriétés antimicrobiennes.....	22
<b>Partie expérimentale Matériels et méthodes</b>	
Description de la zone d'étude.....	23
I- Analyses physicochimiques.....	24
1- Détermination de l'humidité par la méthode de la réfractométrie.....	24
1.1 Analyse de l'échantillon par le réfractomètre d'Abbé.....	24
1.2 Nettoyage de l'appareil .....	25
2- La matière sèche (Degré Brix).....	25
3- Conductivité électrique.....	25
4- PH.....	26
5- L'acidité libre.....	27
6 Détermination de la teneur en matières minérales (cendres).....	28
7 Viscosité.....	28
II- Analyses microbiologiques.....	29
1 Préparation des échantillons .....	29
2 Ensemencement du milieu SS pour isolement des salmonelles.....	29
3 L'isollements de Staphylococcus aureus.....	29
4 L'isollements des levures et moisissures .....	29
4.1 Repiquage et purification des souches.....	30
4.2 Identification des isolats fongiques.....	30
4.3 Identification macroscopique des isolats fongique.....	30
4.4 Identification microscopique des isolats fongiques.....	30
<b>Partie III Résultats et discussions</b>	
1- Analyses Physicochimiques du Miel.....	32
2- Analyses microbiologiques.....	35
Conclusion générale.....	39
Références bibliographique.....	41
Annexe.....	44

## Introduction

---

le miel est la substance naturelle sucrée, produite par les abeilles mellifiques à partir de nectar et/ou de miellat. C'est l'une des denrées alimentaires les plus appréciées par l'homme en raison de ses saveurs, arômes et vertus énergétiques (**Doukani et al., 2014**).

Il a été rapporté que le miel contient jusqu'à 200 substances, principalement des hydrates de carbone et de l'eau. Il contient également des minéraux, des protéines, des acides aminés libres, des enzymes, des vitamines, des acides organiques, des flavonoïdes, des acides phénoliques et d'autres composés phytochimiques. De la diversité des matières premières végétales et les transformations qu'elles subissent au sein de la colonie d'abeilles, il y a différents miels qui se distinguent par leur composition, directement dépendante du climat, des conditions environnementales et de la compétence des apiculteurs (**HOMRANI, 2020**).

Il y a 8000 ans, l'homme récoltait déjà cet élixir précieux des abeilles vivant à l'état sauvage en extrayant de leur nid des alvéoles remplies de miel, puis il a développé une apiculture rationalisée avec des ruches à cadres. Aujourd'hui, l'apiculture est considérée comme une activité agricole à part entière et le miel est classé comme une production animale, bien qu'il diffère significativement des autres produits d'élevage (**HOMRANI, 2020**).

Le miel est un aliment que l'humanité connaît depuis la préhistoire. C'est un extraordinaire "aliment médicament" que les anciens en faisaient des usages très variés et cela souvent en rapport avec des coutumes, des légendes et des mythes de l'humanité. Il était utilisé d'une part, dans l'alimentation, à cause de son caractère très énergétique, de sa valeur nutritive exceptionnelle et d'autre part, en pharmacopée grâce à ces vertus, largement attribués, dues aux propriétés antioxydants et antimicrobiennes. Pour cette raison, l'étude des paramètres physicochimiques et microbiologiques sont indispensables afin d'évaluer la qualité du miel commercialisé (**Azeredo et al in Homrani, 2020**).

Malgré une production croissante d'année en année, l'intérêt scientifique pour la caractérisation de nos miels locaux est récent par rapport à d'autres pays. Peu de miels ont fait l'objet d'étude sérieuse de leurs propriétés physico-chimiques et microbiologiques surtout ceux de la région de Messaad. Il est donc essentiel de faire sortir cette filière du domaine artisanal vers un domaine basé sur l'alliance du savoir-faire et de la recherche

## Introduction

---

scientifique. Ce qui permet la valorisation des miels voir leur labellisation. Le consommateur algérien étant confronté à la cherté de ce produit, il n'arrive plus à faire, de côté la différence entre un produit authentique et un autre falsifié et d'autre coté entre un miel sein et autre contaminé. Pour cela un contrôle de qualité du miel de jujubier en évaluant ses propriétés physicochimiques et microbiologiques est fondamental afin d'éviter toute tentative de fraude.

L'objectif de se travail est d'évaluer les propriétés microbiologiques de échantillon de miel de jujubier de la région de Messaad wilaya de Djelfa ainsi que leurs propriétés physico-chimiques. Pour réaliser cela, le présent travail est subdivisé en deux parties :

- La première comporte une présentation générale sur le miel et ces propriétés microbiologiques, et physico-chimiques,

- Dauxieme la partie pratique qui porte une étude de certaines caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du miel de jujubier de la région de Messaad wilaya de Djelfa.

## **I- Le miel**

### **I-1-Définitions du miel**

Le miel est la substance sucrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou des sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou se trouvant sur elles, qu'elles butinent avec des matières spécifiques et emmagasinent dans les rayons de la ruche (**Codex Alimentaire, 1987**).

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par l'abeille *Apis mellifera* (Apidae), à partir du nectar de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche (**Codex, Alimentaire 2001**).

Le miel est défini comme étant la denrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar des fleurs ou de certaines sécrétions provenant de parties vivantes de plantes. En effet, elles butinent, transforment, combinent avec des matières propres, emmagasinent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche. Cette denrée peut-être fluide, épaisse ou cristallisée » (**Blanc, 2010**).

### **I-2 Types du miel :**

**I-2.1 définition du miel de nectar :** miel qui provient principalement des nectaires de fleurs (**Alphandéry, 1992**).

**I-2.2 définition du miel de miellat :** miel qui provient principalement des sécrétions de parties vivantes de plantes ou se trouvant sur elles, sa couleur va du brun clair au verdâtre à une teinte presque noir, les miels de miellat ont très souvent une teinte foncée, cristallisent généralement peu et contiennent moins de glucose et de fructose mais d'avantage de sucres supérieurs que le miel de nectar (**Blanc, 2010**).

**I-2.3 définition du miel de rayons :** miel emmagasiné par les abeilles dans les alvéoles operculés de rayons fraîchement construits ne contenant pas de couvain, et vendu en rayons entiers ou sections de rayons (**Alphandéry, 1992**).

**I-3 Préparation du miel :** Le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles. L'élaboration du miel commence dans les jabots des abeilles butineuses, sitôt prélevée, la matière première est mélangée aux sécrétions des glandes salivaires de l'insecte, qui la modifie et le rend fluide et surtout qui l'enrichit en enzymes, catalyseurs biochimiques à l'origine de la transformation des sucres dans le miel. Elles remplissent leur jabot puis transportent miellat ou nectar jusqu'à leur ruche. Là, elles distribuent leur butin aux ouvrières d'intérieur et au mâles (**Bogdanov, 1995**).

Miellat et nectar passent à plusieurs reprises d'une abeille à une autre en subissant chaque fois une addition de salive qui transforme les sucres. A ce stade la goutte de miel s'opère en 2 temps :

**a)-**Une abeille refoule le contenu de son jabot dans un alvéole ; la goutte de liquide sucré s'étale et perd de l'eau par évaporation ; elle est resucée, refoulée, resucée, etc., plusieurs fois pendant 15 à 20 minutes. Ces manœuvres étalent la goutte et la concentrent jusqu'à une teneur en eau de 40 à 50 % (**Jean Prost, 1987**).

**b)-**Dans les rayons, pendant plusieurs jours, le liquide laisse évaporer passivement son eau sa concentration croît jusqu'à atteindre 70 à 80 % de sucre pour 17 à 20 % d'eau. Lors de la préparation du miel, les teneurs en protéines, en acides organiques et en sels minéraux augmentent. Pendant le processus de maturation, les sucres se transforment, en particulier, le saccharose devient un mélange de glucose et de fructose sous l'action d'une enzyme, l'invertase (**Jean Prost, 1987**).

#### **I-4- Classification des miels :**

Selon (**Schweitzer, 2005**), le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat recueilli sur la plantes . d'après leur origine végétale les miels peuvent être classifiés en :

**I-4.1 Miel de nectar de fleurs:** le nectar, qui est en générale la source principale de miel, est le liquide sucré sécrété par les glandes dites nectarifères, présentes sur de nombreuses plantes. les nectaires qui abritent ces glandes sont situés le plus souvent dans les fleurs, mais peuvent aussi se trouver à la base de certains feuilles. Le nectar est composé de trois sucre principaux (le saccharose, le glucose, le fructose).les proportions de ces trois sucres

varient d'une plante à une autre et influent sur la qualité du miel d'après (**Schweitzer, 2005**) les nectars contiennent plus ou moins de saccharose. Les miels de nectar de fleurs peuvent être divisés en 3 groupes :

#### **a) Origine florale**

La majorité des miels proviennent d'une flore bien diversifiée. Il est courant que les abeilles visitent à la fois une dizaine ou une vingtaine d'espèces végétales fleurissant en même temps dans leur secteur de butinage indiquent que chaque abeille est intéressée à une seule espèce végétale, mais en considère l'ensemble de la population d'une ruche, qui comporte des milliers de butineuses (**Blanc, 2010**).

#### **b) Miels monofloraux:**

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'oranger et de lavande (**Homrani, 2020**).

#### **c) Miels polyfloraux**

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Pour valoriser leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique. Celle-ci indique soit l'aire de production, région, département, massif (**Blanc, 2010**).

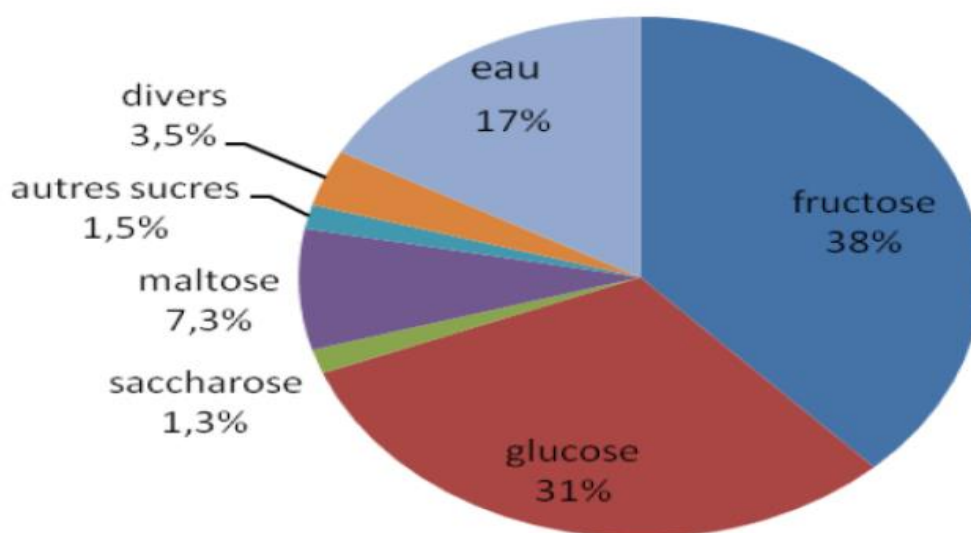
#### **I-4.2 Miel du miellat:**

Pour certains miels (le miel de sapin par exemple) la principale source sucrée est le miellat. Il s'agit d'un liquide sucré produit par plusieurs espèces d'insectes parasites vivant sur la plante, tels que des pucerons, des cochenilles ou de cicadelles par exemple. Ces insectes munis d'un appareil buccal piqueur suceur, prélèvent la lymphe végétale dont ils se nourrissent en perforant la plante qui les abrite (**Homrani, 2020**). 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 (**Blanc, 2010**).

### I-5 Composition chimique du miel:

La composition du miel est très complexe et variable. Elle est influencée par plusieurs facteurs comprenant l'espèce végétale butinée, la nature du sol, la race de l'abeille, l'état physiologique de la colonie, les conditions environnementales et les techniques pratiquées par les apiculteurs. Plus de 200 substances ont été identifiées dans le miel (**Bogdanov et al. 2005**).

Le miel est principalement composé de sucre (monosaccharides), plus précisément d'un mélange de glucose (31%) et de fructose (38%). Il contient également de l'eau (17%) et environ 6% de disaccharides (saccharose, etc.) (**Homrani, 2020**). Il est évident qu'en réalité, cette composition est beaucoup plus complexe et aujourd'hui, tous les constituants sont loin d'être connus (voir figure 1).



**Figure n°1:** Composition chimique moyenne du miel (**Bruneau, 2002**).

#### I-5.1 Eau:

La teneur en eau est l'une des caractéristiques la plus importante des miels. Elle conditionne la conservation du produit, son poids spécifique, et dans certaine mesure sa cristallisation. Le miel est operculé par les abeilles lorsque sa teneur en eau atteint en moyenne 17 à 18% (**Bogdanov et al. 2005**).

En générale, la teneur en eau se situe dans la plupart des cas entre 15-20 g/100 g de miel, sauf quelque cas exceptionnelles (miel de callune dont la teneur en eau est

normalement supérieur à 23%) un excès d'eau augmente le risque de fermentation. Il existe un lien entre le teneur en eau ou l'activité de l'eau et la teneur en levures, la teneur en levures augmente de 5 fois dans le cas d'un accroissement de la teneur en eau de 1g /100g. Les teneurs en eau élevées sont à mettre au compte d'une récolte trop précoce et d'un climat humide (**Bogdanov et al. 2004**).

### **I-5.2 Les sucres :**

Les sucres représentent de 95 à 99% de la matière sèche des miels. Chaque miel susceptible de contenir une bonne dizaine de sucres ce sont des mono, di,tri,ou polysaccharides représentaient les 80% du poids total de miel. Deux d'entre eux ; le glucose et le fructose, dominant nettement et représentent près de 80 %. Les proportions en glucose et fructose ne sont jamais équilibrées, ceci est dû à la composition des nectars en sucre réducteurs avec des quantités variables. D'autres sucres tels que le maltose 7,2%, le saccharose 1,5% et quelque oligosaccharide 4,2% sont présents dans le miel (**Bogdanov et al. 2004**).

#### **I-5.2.1 Rapport fructose/glucose :**

**Shin et Ustinol, 2005** ont montré que les hexoses (fructose et glucose) dominant toujours ; le rapport des hexoses entre eux est la caractéristique de certains miels. Les miels contiennent des quantités à peu près égales de ces hexoses, le fructose domine légèrement. En revanche, le miel élaboré par les abeilles butinant presque exclusivement la même espèce végétale, contient souvent plus de fructose que de glucose ou rarement d'avantage de glucose que de fructose . Parmi les miels riches en fructose (F/G=1 ,5 à 1,7) il faut citer par exemple :

Le miel de Robinia pseudoacacia

Le miel de sauge.

Le miel de Castanea sativa Mill

De même que certains miels de miellat (**Shin et Ustinol, 2005**).

Les miels riches en fructose restant longtemps liquides et ne cristallisent souvent qu'au bout de plusieurs années. Les miels riches en glucose (F/G inférieur à 1 %) sont plus rares; ils cristallisent en général aussitôt après la récolte et parfois déjà dans rayons, on cite à titre d'exemples ; le miel de pissenlit et le miel de colza (**Bahloul et Meziani, 2017**).

**I-5.2.2. Saccharose:**

Des récentes analyses ont montré que la teneur en saccharose des miels naturels est généralement plus basse (la limite maximale est de 10%), souvent elle n'atteint même des quantités mesurables. Les miels châtaignier *Castanea sativa*, de tilleul de bruyère, de fleur d'oranger et de certaines espèces de labiacées sont riches en saccharose, par ailleurs les miels de colza, de trèfle, de sarrasin sont pauvres en saccharose. Malgré les teneurs très élevées de saccharose dans le nectar de lavande, il est rare que l'on retrouve plus de 10% dans le miel. L'abeille est en effet capable de transformer en glucose et en fructose grâce à une action d'enzyme « l'inverse » , une relation étroite existe entre l'activité de l'invertase et le pourcentage de saccharose résiduel dans le miel, la plus forte teneur en saccharose est observée lorsque les colonies sont faibles (**Kayacier et Karaman, 2008**).

**I-5.2.3 Maltose**

La teneur en maltose est sensiblement plus élevée que la teneur en saccharose, aussi bien dans les miels de fleurs que dans les miels de miellat. Ces derniers lorsqu'ils sont purs, contiennent souvent 2 à 3 fois et parfois jusqu'à 10 fois plus de maltose que du saccharose. Compte tenu de l'ensemble du groupe de Maltose, il est possible de rencontrer des miels contenant 10% de maltose et d'iso maltose (**Bahloul et Meziani, 2017**).

**I-5.2.4 Mélézitose ( tri saccharides):**

Une teneur élevée en mélézitose est caractéristique de certains miels de miellat, tandis que ce sucre fait défaut dans les miels de fleurs, il peut constituer 4% à 11% de sucres totaux, allant jusqu'à 16% de la matière sèche. Les miels riches en mélézitose se cristallisent souvent alors qu'ils sont encore dans les rayons de sorte qu'ils sont difficiles à récolter. Parmi ces miels riches en mélézitose et difficiles à centrifuger, on trouve les miels élaborés à partir du miellat de mélèze, de tilleul ou certaines variétés d'épicéa, certains miellats arrivent à renfermer des taux de mélézitose atteignant 15% à 18% (**Kayacier et Karaman, 2008**).

### I-5.3 Sels minéraux et oligo-éléments:

Les miels de fleurs contiennent 0.1 à 0.35 g de sels minéraux et d'oligo-éléments par 100 g de miel, le miel de châtaignier et les miels de miellat avec plus de 1g/100g. La teneur en sel minéraux et en oligo-éléments du miel est indiquée dans le tableau 01. Actuellement, au lieu de déterminer la teneur en matière minérale (cendre), on se réfère à la conductivité électrique du miel. Elle est plus facilement mesurable et utilisée principalement pour la caractérisation des miels monofloraux. Selon l'origine géographique et botanique des miels, la teneur en matière minérale et la conductivité électrique seront différentes (**Bahloul et Meziani, 2017**).

**Tableau 01:** sels minéraux et oligo-éléments du miel (**Moore et al, 1978**)

Les constituants minéraux	Quantité en mg/kg	Les constituants minéraux	Quantité en mg/kg
Potassium	200-1500	Manganèse	0.2-10
Sodium	16-170	Chrome	0.1-0.3
Calcium	40-300	Cobalt	0.01-0.5
Magnésium	7-130	Nickel	0.3-1.3
Fer	0.3-40	Aluminium	60
Zinc	0.5-20	Cuivre	0.2-6.0
Plomb	<0.02-0.8	Cadmium	<0.005-0.15

### I-5-4 Protéines :

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. Il y a également des traces d'acides aminés comme la proline, la trypsine, l'histidine, l'alanine, la glycine, la méthionine, etc. La proline est le plus abondant des acides aminés du miel. La quantité de proline donne une indication sur la qualité du miel et elle ne doit pas être inférieure à 183 mg/ kg La teneur en protéine varie avec la quantité de grain du pollen dans les miels, les miels sont généralement pauvres en protéine. Les protéides du miel sont soit des protéines, soit des acides aminés libres. Les recherches plus récentes ont permis de mettre en évidence la présence de 10 acides aminés libres différents (**Meda et al, 2005**).

La présence de certains d'entre eux est assez constante, d'autre n'appariât que de façon accidentelle. le teneur en protéines des miels varient de 0.20 à 0.6 % et peuvent être importantes de manière naturelle (miel de bruyère, callune qui contient 2% ) (**Bahloul et Meziani, 2017**).

#### **I-5.5 - Enzymes :**

Le miel contient plusieurs enzyme qui peuvent provenir selon (**Hammoudi et Boudherhem, 2009**) des abeilles, du pollen du nectar, ou encore des microorganismes. les principaux enzymes sont les amylases alpha et bêta, la gluco-invertase et la gluco-oxydase. On trouve également de la catalase ainsi qu'une phosphatase (**Chauvin, 1968**). Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est à rattacher à l'origine double du miel : végétale et animale. On sait que le nectar contient dès sa récolte des enzymes qui agissent sur les sucres ; les sécrétions de l'abeille viennent y ajouter les enzymes des glandes pharyngiennes. Les principaux enzymes des miels sont : l'invertase ( $\alpha$ -1,4glucosidase), l'amylase ( $\alpha$  amylase ; diastase), glucose oxydase, catalase et phosphatase. Elle proviennent principalement des abeilles ; l'invertase et l'amylase sont importantes pour l'appréciation du miel.

#### **I-5.6 Les colloïdes du miel :**

La teneur en colloïdes des miel varie approximativement de 0.1 à 1% ( les miels les plus foncés étant les plus riches ) , ils sont constitués pour plus de la moitié par des protéine et ils contiennent également des substances cireuses , des pigments , des pentosanes. Lorsqu'on dilue un miel dans ; on observe souvent un accroissement très sensible de la turbidité celle-ci est due à la précipitation des colloïdes qui est maxime pour leur point isoélectrique. les colloïdes du miel sont chargé positivement ; le point isoélectrique se suite vers un pH= 4.3 (**Bahloul et Meziani, 2017**).

#### **I-5.7- Les composés aromatiques :**

L'arôme est un facteur de qualité important dans les produits alimentaires. l'arôme de miel d'abeille dépend de la composition de fraction volatile , qui est sous l'influence de la composition de nectar et d'origine florale . le miel mono floral est de haute valeur nutritionnelle. Le miel contient de nombreuses substances, à l'état de traces, c'est le cas

des constituants qui sont à l'origine de l'arôme du miel. Les constituants aromatiques interviennent en proportions variables selon les différentes provinces du miel (**Homrani, 2020**).

#### **I-5.8- Composés phénoliques :**

Les composés phénoliques sont des sécrétions végétales, parmi les structures identifiées dans le miel: les acides phénoliques (acides benzoïques et cinnamiques), les flavonoïdes, (flavones et les flavanones) en proportion variable. Les phénols interviennent sur la couleur par l'intermédiaire des flavonoïdes susceptible de contribuer à la coloration jaune. D'autre part, les flavonoïdes les mieux représentés dans le miel sont la chrysin, l'apigénine; l'hespéridine, la pinocembrine, la pinobixine et la galangine (**Meda et al, 2005**).

#### **I-5.9 Les vitamines :**

Il convient de rappeler tout d'abord que le miel est un aliment pauvre en vitamines les vitamines proviennent 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 (**Bogdanov et al. 2004**) (voir tableau 2).

**Tableau 02:** Les vitamines dans le miel, en mg/100g, (**Bogdanov et Matzke, 2003**).

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
Phylloquinone( vitamine K)	0.25

#### **I-5.10. Les acides :**

Les miels contiennent des acides organiques (dont certains sont volatils), ainsi que des lactones. Leur provenance est diverse: certains sont issus du nectar directement, d'autres sont le fruit de réactions, enzymatiques et de fermentations. Les acides identifiés dans le miel sont: l'acide gluconique (constituant acide majoritaire, issu du glucose), les acides butyriques, l'acide acétique, l'acide formique, l'acide lactique, l'acide succinique,

l'acide pro glutamique, l'acide malique et l'acide citrique. l'acidité totale est la somme des acides libres et des lactones. Légalement, elle ne doit pas dépasser 50 milliéquivalents par kg. Pour les miels destinés à l'industrie, la limite tolérée est de 80 milliéquivalents (**Lequet, 2010**).

#### **I-5.11 L'hydroxyméthylfurfural (HMF) :**

L'hydroxyméthylfurfural, ou simplement HMF ; est important facteur relatif à la qualité du miel est un indicateur de fraîcheur. Le miel brut ne contient pratiquement pas d'HMF ; cependant sa teneur augmente au cours du stockage en fonction du pH du miel et de la température de stockage, il provient d'une dégradation lente du fructose, lequel en milieu acide se décompose et perd trois molécules d'eau (**Gonnet,1982**).Une teneur élevée en HMF pourra être expliquée par :

- La teneur élevée en eau, selon (**Homrani, 2020**), favorise la transformation des sucres en HMF.
- la température élevée et l'entreposage prolongé sont des facteurs encore plus importants dans ce processus (**Marceau et al., 1994**).
- Une acidité élevée du miel favorise la dégradation du fructose en HMF.

L'élévation de la température à une action importante sur la formation de l'HMF. Deux paramètres entrent en jeu dans cette formation ; la température et la durée de stockage. ils sont constaté, en effet qu'une chaleur modérée (35 à 40°C) pendant plusieurs jours peut avoir le même effet sur les miels, qu'un chauffage de quelques heures à 50°C ou de quelques minutes à 80°C (**Gonnet,1982**).

La détermination du taux de HMF est la mesure à une longueur d'onde déterminée de la coloration rouge due à l'action de l'HMF d'un miel s'exprime en mg/Kg , la limite légale est actuellement de 40 mg/kg max . Un miel de bonne qualité ne devrait pas avoir un taux supérieur à 25mg/kg d'HMF (**Homrani, 2020**).

#### **I-5.12 Lipides :**

Le miel est pauvre en lipide: ceux qu'on y trouve sont probablement des microparticules de cire qui échappaient à la filtration (**Huchet et al, 1996; Louveaux, 1986**), identifie cependant, des glycérides et des acides gras tels que l'acide palmitique les acide oléiques et linoléique.

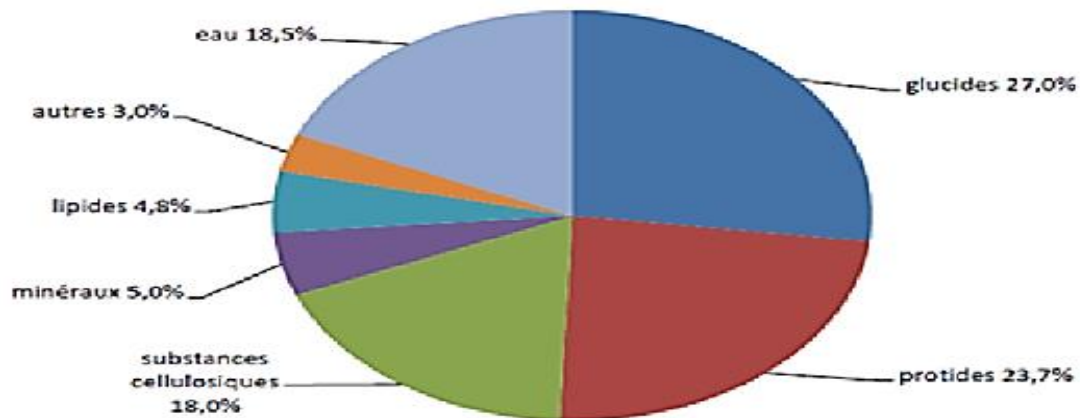
## I-6 Les pollens :

Tout comme les miels, les pollens sont spécifiques de la région géographique dont sont issues les plantes qui les produisent. Pour des régions à climat tempéré, sud-tropical ou tropical, à climat froid, les types de végétaux peuvent être très différents. Le type de sol influence également beaucoup sur la flore qui peut y pousser. Ainsi, les caractéristiques géographiques et pédologiques affectent les particularités des plantes. Les différences qualitatives des pollens peuvent être considérables. C'est cette diversité que recherchent les abeilles pour équilibrer leur alimentation (**Bruneau 2009**). Ils pourront avoir des usages et des propriétés différentes. Par exemple, le pollen de thym a des propriétés tonifiantes et antiseptiques, celui de sauge est plutôt diurétique et régulateur du tractus gastro intestinal.

### I-6.1 Structure d'un grain de pollen

Un grain de pollen est formé par deux cellules non cloisonnées et possède donc deux noyaux haploïdes. L'un gros est végétatif, l'autre plus petit est génératif ou reproducteur. Le tout est recouvert d'un manteau sous forme de double enveloppe (**Homrani, 2020**).

### I-6.2 Composition générale du pollen frais :



D'après Bruneau 2009

**Figure2** : Composition générale moyenne du pollen frais

### **I-6.2.1 Glucides**

Les glucides représentent environ un tiers de la valeur calorique du pollen (246 kcal/100g). La majorité des glucides est composée par le glucose et le fructose, issus du nectar utilisé pour façonner les pelotes) et la minorité par d'autres sucres et de l'amidon (**Bruneau 2009**).

### **I-6.2.2 Substances cellulosiques**

On retrouve de la cellulose et des hémicelluloses issues de la paroi des grains de Pollen. Des substances ligneuses existent à l'état de traces (**Kayacier et Karaman, 2008**).

### **I-6.2.3 Protides**

Les protides représentent de 20 à 35% de la matière sèche. De par sa composition, le pollen est avec la gelée royale l'un des aliments naturels les plus riches qualitativement en acides aminés. Il contient en effet les huit acides aminés essentiels, tous les acides aminés semi-essentiels (5 à 6% de la masse totale du pollen) .

Les protéines non enzymatiques sont de l'ordre d'une centaine. La provenance du pollen étant d'une grande diversité, la quantité d'acides aminés est donc variable et les proportions fluctuantes (**Bruneau 2009**).

## **II- Le jujubier (sidr)**

Le jujubier (*Zizyphus lotus* L), également connu sous le nom jujube, est un arbuste à feuilles caduques qui appartient à la famille des Rhamnacées. C'est un arbuste épineux, qui forme des touffes de quelques mètres de diamètre pouvant atteindre 2 m de haut. Les fruits sont des drupes à noyaux soudés. L'endocarpe mucilagineux, appelé "Nbag", sucré et comestible. Le *Z. lotus* L. est largement répandu dans la région méditerranéenne, à travers la Libye, le Maroc, l'Algérie et les pays du sud de l'Europe Il se trouve soit à l'état isolé, soit, parfois, en peuplements purs. C'est un arbre rustique à croissance lente qui pousse sur des sols très pauvres (**Hanouz et kahina2018**).

**Tableau 03** : La classification botanique de l'espèce *Zizyphus lotus* d'après (Olga, E., RodriguerzFlores,,2014)

Règne	Végétal
- Embranchement	- Magnoliophyta (= Phanérogames)
- Sous-embranchement	- Magnoliophytina (= Angiospermes)
- Classe	- Magnoliopsida (Dicotylédones)
- Sous-classe	- Rosidae
- Ordre	- Rhamnales Famille Rhamnaceae Tribu Zizyphae
- Genre	- <i>Zizyphus</i> Espèce <i>Zizyphus lotus</i> (L.)

Dans la wilaya de Djelfa, le jujubier est particulièrement disponible tout au long du couloir allant de Sidi Bayzid à l'Est, vers El Guedid et El Idrissia à l'Ouest, au même titre que dans la région de Hed Shari et les zones rurales de Messaad au Sud, dont notamment Oued Djeddi, considéré comme une zone par excellence de la transhumance apicole et dont le miel est réputé pour être de "très bonne qualité" (**Noureddine, 2018**).

La wilaya de Djelfa compte 3.195 ruches, concentrées dans les régions de Messaad, Zaafrane, Bouiret Lehdeb et Bennahar, dont la production a été estimée à 152 qx de miel durant la campagne écoulée, des nombreux apiculteurs nomades de différentes wilayas convergent, à des périodes spécifiques, vers les étendues de jujubiers du Sud de Djelfa, notamment vers la région d' Oued Djeddi Messaad, pour y effectuer leur transhumance. Les étendues de jujubiers, utilisées dans la transhumance apicole à Djelfa pour la production de miel de jujubier, sont insuffisamment exploitées dans la wilaya, selon des spécialistes du domaine, qui estiment leur taux d'exploitation à pas plus de 10 %. Au titre des activités promotrices de la filière, la wilaya a abrité, en 2014 et 2015, deux (2) salons dédiés au miel et aux produits de la ruche, à l'initiative du bureau local de l'Association nationale pour le développement agricole et de nombreux partenaires concernés" (**Noureddine, 2018**).



**Figure n°03 : Zizyphus lotus**

### 1-Qualité du miel

L'évaluation de la qualité du miel passe essentiellement, par la vérification de son authenticité, l'estimation de sa maturité et fraîcheur, et l'identification de son origine botanique. Afin d'offrir au consommateur un produit de qualité, le Codex Alimentarius(2001) et le Journal Officiel des Communautés Européennes, (2002) ont établi des limites pour certains paramètres physicochimiques du miel ,il s'agit de la teneur en eau, la conductivité électrique, la teneur en cendre, les sucres réducteurs et non-réducteurs, l'acidité, l'activité de diastase et la quantité d'HMF Origine botanique : La source florale d'un miel est identifiée par l'analyse pollinique. Cependant, les approches chimiques pourraient être plus précises et facilement entreprises dans la caractérisation du miel. La conductivité électrique, la teneur en cendre et le pH sont employés couramment pour la discrimination entre les miels de miellat et de fleur(**Homrani, 2020**).

Selon le Codex Alimentaires (2001), la teneur en eau est le critère de qualité le mieux adapté, pour estimer la maturité du miel. L'évaluation des activités enzymatiques (invertase et diastase) est aussi un moyen de détection du traitement thermique (**Meda et al., 2005**).

Cependant, elle est moins exacte que la quantification de l'HMF. La teneur en HMF est négligeable, juste après l'élaboration du miel, alors que l'activité enzymatique est très variable selon la quantité d'enzymes additionnés par les abeilles (**Homrani, 2020**).

### 2. Propriétés physico-chimiques du miel

#### 2-1 Propriétés physiques :

Ce sont essentiellement des propriétés mécaniques, électriques et thermiques très importante parce qu'elles conditionnent l'aspect physique du miel qui diffère d'un miel à un autre. (**Hanouz et kahina2018**).

##### 2-1.1 Viscosité :

La capacité d'écoulement d'un miel correspond à la viscosité. Celle-ci est lié à la teneur en eau, plus l'écoulement est lent plus sa valeur augmente. Il existe des facteurs qui déterminent la viscosité comme la composition biochimique, la température et la teneur en eau (**Bahloul et Meziani, 2017**).

##### 2-1.2 La densité :

Le miel a une densité relativement élevée qui varie entre 1,40 et 1.45 g/cm<sup>3</sup> (**Bogdanov, 1995**). Elle est liée à la teneur en eau. Un miel récolté trop tôt, extrait dans un local humide, contient trop d'eau. Ce défaut se décèle au densimètre ou au réfractomètre (**Jean Prost, 1987**).

### **2-1.3 La cristallisation :**

Le passage des miels de l'état liquide à l'état de cristaux dépend de la température et de leur origine. La vitesse de cristallisation dépend surtout de la teneur en glucose du miel, les miels dont la teneur en glucose est  $< 28\text{g}/100\text{g}$  ou dont le rapport glucose/eau est  $< 1.7$  restent plus longtemps liquides (**Hanouz et kahina2018**).

### **2-1.4 La conductibilité électrique :**

La conductivité représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel et elle est désignée aujourd'hui lors de contrôles de routine du miel à la place de la teneur en cendres. Cette mesure dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel, plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée et il existe une relation linéaire entre ces grandeurs de mesure. On l'utilise souvent pour différencier le miel de nectar du miel de miellat, de même que pour la caractérisation de miels mono floraux (**Bahloul et Meziani, 2017**).

### **2-1.5 Couleur :**

En fonction de l'origine florale, géographiques et la composition, le miel présente différentes couleurs. Les diverses couleurs du miel sont généralement toutes des nuances de jaune brun, mais peuvent être aussi verdâtre (miellat), miel grisâtres (tournesol), rougeâtre et certaine presque noir. Le chauffage et le vieillissement provoque une intensification de la coloration du miel (**Hanouz et kahina2018**).

### **2-1.6 Indice de réfraction :**

L'indice de réfraction du miel est inversement proportionnel à sa teneur en eau et de la température, sa mesure au moyen du réfractomètre constitue la méthode la plus rapide et l'une des plus sûres pour évaluer la teneur en eau des miels. Il varie entre 1,5041 et 1,4915 à 20°C pour une teneur en eau allant de 13 à 18% pour la majorité des miels (**Terrab, 2004 in Homrano, 2020**). **2-1.7 Pouvoir rotatoire :**

Le pouvoir rotatoire et la caractéristique optique que possèdent les sucres de dévier le plan de la lumière polarisée. Il est utilisé pour distinguer entre les miels de nectar et les miels de miellat (Gonnet, 1982). Cette propriété est très utilisée pour la détermination de l'origine botanique du miel (**Hanouz et kahina2018**).

## **2-2 Propriétés chimique du miel:**

### **2-2.1 Activité de l'eau ( $a_w$ ) :**

L'activité de l'eau est le facteur le plus déterminant pour la conservabilité d'une denrée alimentaire. 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 (**Homrani, 2020**).

### 2-2.2 Teneur en eau :

La teneur en eau des miels varie assez largement en fonction de leur origine florale, de la saison, de l'intensité de la miellée, de la force des colonies d'abeilles et de la façon dont l'apiculteur aura fait la récolte(**Homrani, 2020**). En plus, la teneur en eau dans le miel produit par les colonies d'abeilles est influencée par certain nombre de facteurs, influent sur la valeur finale de ce paramètre dans le miel, comme une faible humidité de l'air, une moyenne abondance de flux de nectar, une bonne résistance de la colonie et la ventilation de la ruche (**Louveaux, 1985**).

En règle générale, la teneur en eau se situe dans la plupart des cas entre 15-20 g/100 g de miel. Pour des raisons de conservabilité, la teneur en eau ne devrait pas dépasser 19 g/100 g de miel, étant donné que dans le cas contraire il existe un risque de fermentation à la surface (**Homrani, 2020**).

### 2-2.3 Hydroxyméthylfurfural (HMF) :

Les miels frais, ne contiennent aucune ou seulement des trace d'HMF (le plus souvent en dessous de 3 mg/kg). Pendant le stockage, l'HMF se forme plus ou moins rapidement à partir du sucre (surtout le fructose) sous l'influence des acides et en fonction de la valeur pH et de la température du miel (**Afnor, 1990**). Dans le cas d'un stockage normal, les valeurs HMF enregistrent annuellement une augmentation d'environ 5 à 10 mg/kg. Dans le cas d'un stockage au chaud et lors de la fonte à des températures plus élevées (50 à 70°C), la teneur en HMF augmente plus rapidement (**Bogdanov, 1995**). Pour déterminer l'HMF on utilise le spectrophotomètre UV ou l'H.P.L.C (**Afnor, 1990**).

### 2-2.4 Acidité et pH:

L'acidité et le pH sont influencés par l'origine botanique et ont indirectement une relation de la fermentation du miel. Tous les miels ont un caractère acide. L'acidité du miel est masquée par sa douceur, mais elle est considérable, c'est un critère de qualité important car elle représente un outil de mesure indirect de la fraîcheur de miel (**Bogdanov, 1995**).

Les miels de fleurs possèdent le plus souvent des valeurs pH faible (3.3 à 4.6). Les miels de miellat ont, en raison de leur teneur plus élevée en sels à effet tampon, des valeurs pH en moyenne plus élevées (**Jean Prost, 1987**). Les miels à pH bas se dégradent plus facilement. Il faudra prendre un soin particulier à leur conservation : température fraîche (**Bogdanov, 1995**).

### **3- La contamination microbiologique du miel :**

Les micro- organismes qui peuvent être rencontrés dans les produits de la ruche ont deux origines différentes : une flore habituelle ; mésophile ; mycélienne et un microbisme occasionnel (**Fleche et al. 1997**).

Un certain nombre de microorganismes peuvent être répertoriés dans le miel. Cette présence s'explique par une contamination via les pollens, le contenu digestif des abeilles, la poussière, l'air, les fleurs...

En effet les intestins des abeilles contiennent 1% de levures ; 27% de bactéries Gram + et 70% de bactéries diverses dont les Gram -. 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 (**Irlande. 2010**). Ces microorganismes ramenés dans la colonie peuvent se retrouver sur les rayons et les parois de la ruche. Lors de l'analyse bactériologique des miels. Quatre catégories de micro- organismes sont recherchées :

#### **3-1 La flore mésophile totale :**

Elle est introduite par les abeilles. Et ne présente pas de risque pour le consommateur et elle n'a pas d'action néfaste sur le miel. Elle fait partie de l'environnement et se constitue presque exclusivement de Bacillus ; souvent à l'état de spores (**Fleche et al. 1997**).

#### **3-2 La flore mycélienne et les levures banales :**

Les champignons filamenteux du genre Aspergillus sont rares et se trouvent à l'état dormant (spores). Le miel étant un milieu pauvre en protéides. Leur activité métabolique n'est pas favorisée (**Jean Prost, 1987**).

#### **3-3 Les levures osmophiles :**

Ce sont des organismes glucidophiles inféodés à la végétation et capables de se développer sur des milieux possédant une pression osmotique élevée. Leur recherche est très importante car les levures du genre Saccharomyces sont des agents de la fermentation qui altèrent les miels et modifient leur conservation. Ces levures proviennent des pollens et des pattes ; langues et iabots des abeilles contaminées au contact des nectaires floraux et éventuellement des fruits mûrs : elles risquent de provoquer une fermentation. Surtout si le taux d'humidité est important (**Fleche et al. 1997**)

#### **3-4 Les germes témoins de contamination entérique :**

Les coliformes et Escherichia coli ; les salmonelles dont l'absence est impérative et enfin les anaérobies sulfite-réducteurs ( comme Clostridium perfringens). Ces germes peuvent contaminer le miel. La gelée royale, le pollen au cours des manipulations nécessaires au conditionnement, effectuées dans de mauvaises conditions hygiéniques (**Irlande. 2010**).

### **4- Conservation :**

Le miel est un produit périssable, il subit au cours de temps de nombreuses modifications entraînant la perte de ces qualités. Il doit être conservé dans des endroits secs et aérés et dans des emballages fermés hermétiquement pour éviter sa fermentation, loin des températures élevées pour éviter la dégradation des sucres et la formation de l'HMF (Hanouz et Kahina 2018).

### **5- Fermentation :**

Tous les miels naturels contiennent des levures, responsables des fermentations alcooliques. Une teneur en eau trop importante (à partir de 18%) et une température excessive leur permettent de se développer, ce qui provoque la fermentation du miel. Un miel fermenté présente généralement des bulles d'air dans sa masse et devient impropre à la consommation (Homrani, 2020).

### **6- Stabilité du miel :**

Des analyses physico-chimiques sont réalisées pour déterminer la teneur en eau, la dégradation de ses enzymes, l'acidité (qui accélère son évolution), et la quantité d'HMF. L'interprétation de ces analyses permet de déduire non seulement l'état de fraîcheur du miel, mais également ses conditions optimales de conservation. L'apiculteur doit inscrire sur tout pot vendu, une date limite d'utilisation, garantissant le maintien des qualités du miel (Hanouz et Kahina 2018).

### **7- Valeur alimentaires et thérapeutiques du miel :**

#### **7-1 Valeurs alimentaires :**

Le miel est un aliment naturel, riche en sucre simple, directement assimilable. Il permet de couvrir les besoins énergétiques de l'organisme dans les conditions optimales, nous pouvons donc l'associer dans la ration alimentaire des nourrissons, des jeunes enfants en pleine croissance. Il est également recommandé pour les sportifs et les vieillards (Khenfer et Fettal, 1997).

#### **7-2- Valeurs thérapeutiques :**

Un certain nombre d'expérimentations menées depuis quelques dizaines d'années ont montré, la parfaite tolérance du miel par des malades et l'absence des risques à son ingestion, permettant de l'utiliser largement.

- le miel guérit ou soulage les troubles intestinaux, les ulcères d'estomac. Il augmente la teneur du sang en hémoglobine et la vigueur musculaire (Jean Prost, 1987).
- Le miel facilite la rétention du calcium ; il active la sortie des dents (Jean Prost, 1987).

- Le miel est praticien pour les traitements de la tuberculose (**Khenfer et Fettal, 1997**).
- En usage externe, il active a guérison des brûlures, des plaies (**Jean Prost, 1987**).

La consommation de miel donne soif et incite à boire du liquide, ce qui augmente la sécrétion de l'urine. Il se produit ainsi un véritable lavage des reins et des voies urinaires (**Khenfer et Fettal, 1997**).

Plusieurs sortes de miel sont à noter (**Yahia Mahammed, 2015**) :

- Le miel d'acacia pour problèmes de constipation.
- Le miel de romarin pour améliorer la digestion.
- Le miel d'oranger considère comme un calmant.
- Le miel de tilleul favorise le sommeil et soulage les brûlures d'estomac.
- Le miel de lavande est un antiseptique des branches et des poumons. Il est recommandé aussi aux cardiaques.
- Le miel de bruyère est diurétique, antirhumatismal et est bon pour la prostate.
- Le miel d'eucalyptus est efficace contre la toux et la désinfection des fois urinaires.
- Le miel de pin ou de sapin est recommandé en cas de bronchite

### **8- Propriétés antioxydantes :**

Les antioxydants jouent un rôle important dans la préservation des aliments et la santé humaine, par désactivation et stabilisation des agents d'oxydation (espèces réactive oxygénées) responsables de nombreuses maladies telles que le cancer, la cataracte, le diabète, les maladies cardiovasculaires et les différents processus d'inflammation. Les composés responsables de l'activité antioxydante du miel sont les flavonoïdes, les acides phénoliques, l'acide ascorbique, les caroténoïdes, et les produits de la réaction de Maillard(**Hanouz et kahina2018**).

### **9-Propriétés antimicrobiennes :**

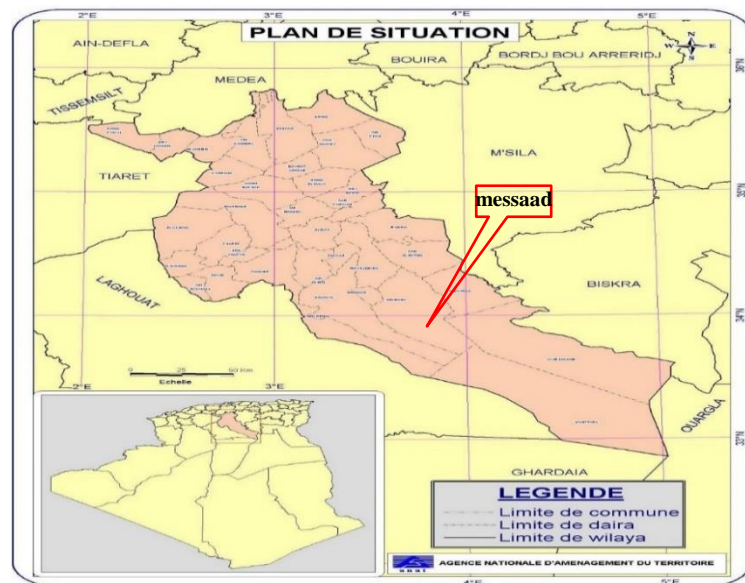
L'activité antimicrobienne du miel est attribuée à des facteurs physiques (pression osmotiques et l'acidité) et chimiques (peroxyde d'hydrogène et inhibines non peroxyde) (**Jean Prost, 1987**).

### Description de la zone d'étude

Messaad est une commune située au sud de la wilaya de Djelfa, avec une superficie de 9721km<sup>2</sup>, elle est connue par son climat semi-aride sec, chaud en été et froid en hiver.

La daïra de Messaad regroupe les cinq communes: Messaad, Deldoul, Selmana, Sed Rahal, et Guettara.

Dans cette région, le jujubier est un arbre prédominant comme source florale et vive à côté de pistachier d'atlas dans les dayas (voir figure 05)



**Figure n° 04:** Carte de localisation géographique de la wilaya de Djelfa (A.N.A.T., 2009).



**Figure n°05 :** Photo représentative de la Daya de CHEAALA dans la région MESSAAD (Avril 2021).

Le miel récolté dans cette région se fait par des apiculteur qui exerce ce métier plus de 25 ans qui affirme que la période la récolte du miel de jujubier se fait en juin et juillet.

Le miel qui a fait l'objet de notre étude est un miel de fleur de jujubier collecté dans la région Messaad en juin 2021 et commercialisé par les herboristeries (voir figure 06).

Les analyses physicochimiques et microbiologiques ont été réalisé au niveau de laboratoire de l'institut de formation professionnelle de Messaâd.



**Figure n°06** : échantillons du miel de jujubier

### **I- Analyses physicochimiques :**

#### **I-1- Détermination de l'humidité par la méthode de la réfractométrie :**

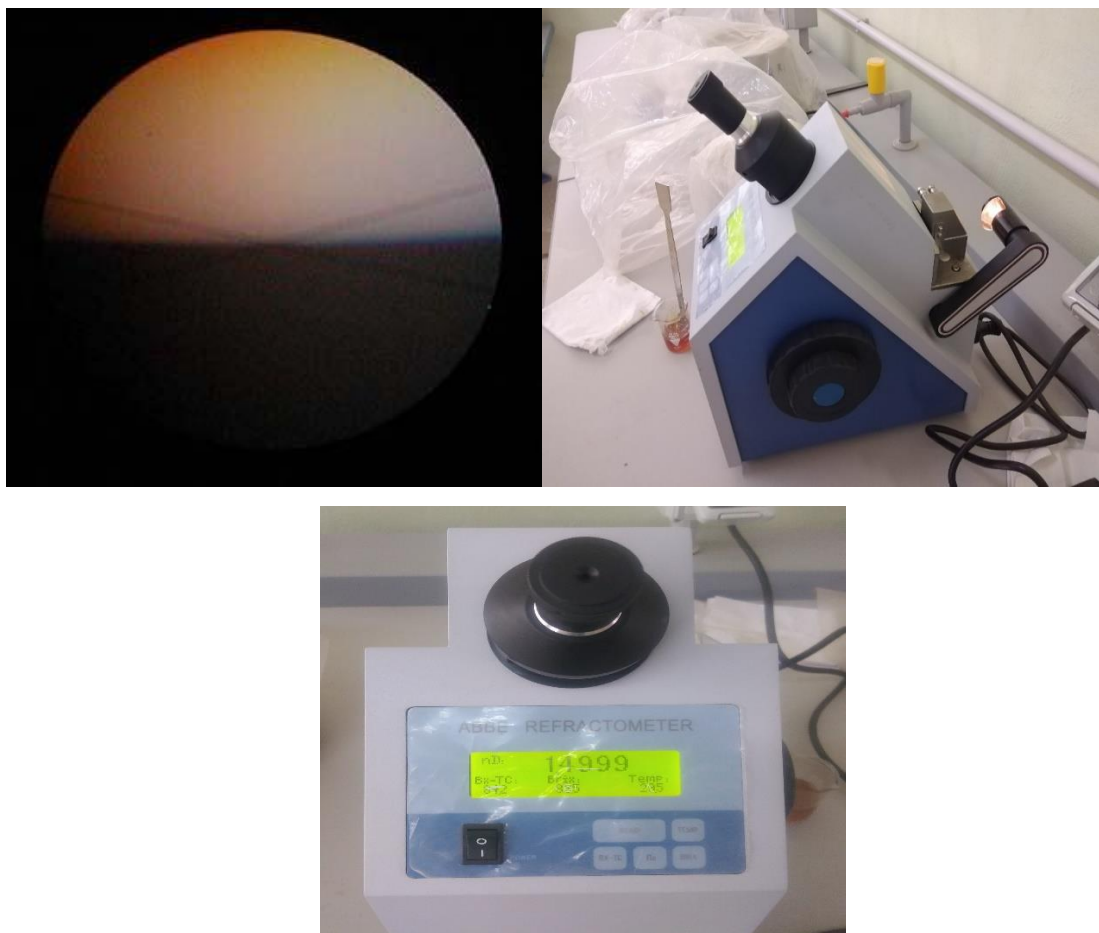
Préparation de l'échantillon Mettre une quantité de miel dans un pilulier et le fermer, puis le placer dans un bain d'eau à 50°C jusqu'à ce que tous les cristaux de sucre soient dissous. Refroidir la solution à température ambiante et remuer à nouveau. **AOAC (2005).**

##### **I-1.1 Analyse de l'échantillon par le réfractomètre d'Abbé :**

S'assurer que le prisme du réfractomètre est propre et sec.

Etalonner l'appareil avec de l'eau distillée ( $n_D 20=1.3330$ ).

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



**Figure n° 7 : le réfractomètre (photo originale).**

### **I-1.2 Nettoyage de l'appareil**

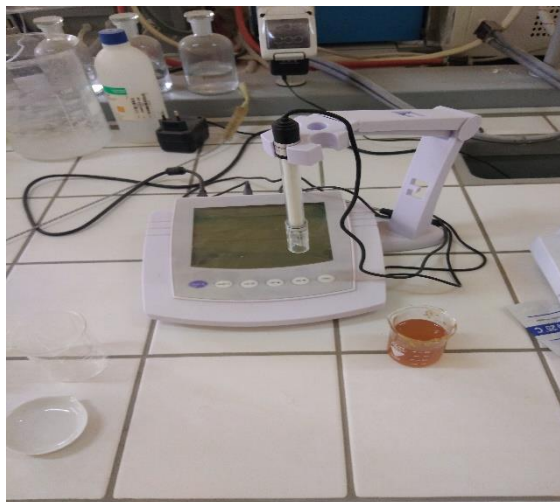
Une fois la mesure effectuée, soulever le prisme mobile et essuyer une première fois, délicatement, les deux prismes avec du papier propre très doux (papier Joseph) ou du coton hydrophile propre imbibé d'alcool ou d'éther de pétrole selon la nature de l'échantillon, puis sécher avec un papier propre très doux et sec. Une fois ceci effectué, rabattre doucement le prisme P' mobile. Il peut même être souhaitable d'interposer un morceau de papier Joseph sec entre les deux faces.

### **I-2- La matière sèche (Degré Brix) :**

Grâce à la méthode de la réfractométrie, on peut évaluer le taux de matière séché. la lecture est faite sur l'échelle qui indique la teneur en matière sèche ou « Degré Brix » qui se trouve en parallèle avec l'échelle de l'indice de réfraction. (AOAC, Habati ; 2018)

**I-3- Conductivité électrique :** C'est la mesure à 20°C de la conductivité électrique prise dans une solution aqueuse de miel à l'aide d'un conductimètre (AOAC, 2005).

Effectuer la lecture de la valeur qui s'affiche à l'écran. la conductivité du miel est mesurée en siemens par cm (mS/cm).



**Figure n°8 : le conductimètre (photo originale)**

### **I-4- pH**

C'est la mesure du potentiel hydrogène d'une solution de miel à l'aide d'un pH mètre (**Habati, 2018**).

#### **- Mode opératoire :**

##### **a) Étalonnage de l'appareil :**

- L'étalonnage de pH mètre s'effectue dès sa première utilisation.
- Pour l'étalonnage en température ou entre une valeur de la température égale à celle de la solution d'étude (en pratique celle de laboratoire).
- Pour l'étalonnage en pH, on utilise des solutions tampons de pH 4 et pH 7.
- Plonger la sonde dans la solution de calibration pH 4 et attendre la stabilisation de la mesure.
- Recommencer l'opération avec la solution de calibration ph 7 (**AOAC, Habati. 2018**).

##### **b) Mesure du pH des échantillons :**

- Peser dans un petit bécher 10g du miel le dissoudre dans 75ml d'eau distillé.
- Rincer l'électrode à l'eau distillée puis sécher là avec du papier joseph.
- Placer la solution de miel a analysé sous agitation magnétique.
- Plonger l'électrode propre et sèche dans la solution à analyser.
- Attendre la stabilisation de la valeur du pH.



**Figure n°9 : le pHmètre (photo originale)**

### **I-5- L'acidité libre :**

L'acidité libre est obtenue par la courbe de neutralisation du miel par une solution d'hydroxyde de sodium et détermination du pH du point équivalent (pHE). L'acidité due aux lactones est obtenue par l'ajout d'un excès d'hydroxyde de sodium à la solution de miel en déterminant cet excès par un titrage en retour par l'acide sulfurique (**Habati 2018**).

#### • Mode opératoire :

- Nous avons adopté le mode opératoire suivant :
- Dissoudre 10g de miel dans 75 ml d'eau distillée dans un bécher.
- Agiter à l'aide d'un agitateur magnétique
- Les électrodes du pH mètre sont immergés dans la solution de miel.
- Après la lecture du pH,
- La solution est titrée avec la solution de soude à 0,1M jusqu'à pH=8 ,30.
- Après la titration de l'échantillon avec NaOH jusqu'à pH=8,3.
- Enregistrer le volume de NaOH utilisé.
- Calculer l'acidité libre en milléquivalents. (AOAC)

• Mode de calcul : L'acidité libre du miel est exprimée en milliéquivalent par kilogramme de miel et déterminée par la formule suivante :

$$AC \text{ libre} = 1000 * V * 0.05 / p$$

V= volume de NaOH

P= poids du miel

### I-6 Détermination de la teneur en matières minérales (cendres) :

Peser 5-10 g du miel dans une capsule de platine, placer le tout dans un moufle et chauffer jusqu'à ce que l'échantillon devienne noir et sec. Calciner ensuite l'échantillon à 600°C jusqu'à poids constant. Laisser refroidir l'échantillon, puis peser (AOAC, 1990).



Figure n°10 : four a moufle (photo originale)

### I-7 Viscosité

La viscosité est une propriété qui traduit la résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence d'un fluide. Le miel est un fluide qui possède cette propriété. En effet, parfois il est liquide, parfois il est visqueux (AOAC, 2005).

#### I-7.1 Etude au viscosimètre à chute de bille

L'appareil comporte un long tube, mobile autour d'un axe horizontal D perpendiculaire au plan de la figure. Le tube comporte deux traits repères a et b. On y a introduit de l'huile et une bille en acier de diamètre calibré, un peu inférieur au diamètre du tube. Le tube est muni d'une double enveloppe transparente dans laquelle est fixé un thermomètre ; on peut ainsi réaliser des expériences à température régulée.

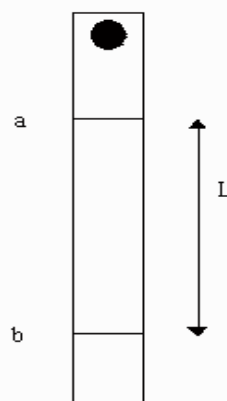


Figure n° 11 : le viscosimètre (photo originale).

### **I-7.2 Manipulation :**

- vérifier le niveau du viscosimètre
- brancher les tuyaux du bain à circulation externe sur la double enveloppe du viscosimètre
- mettre en marche le bain thermostaté à circulation externe et régler une température de 5°C
- attendre que la température se stabilise vers 5°C dans la double enveloppe
- retourner le tube en le plaçant bien vertical
- le bloquer dans cette position
- déclencher le chronomètre lorsque le bas de la bille est tangent au trait repère a
- arrêter le chronomètre lorsque le bas de la bille affleure au trait repère b
- régler le bain thermostaté en augmentant la température de quelques °C
- recommencer les mesures dès que la température est stabilisée dans la double enveloppe
- procéder ainsi jusqu'à 36 °C environ.

### **II- Analyses microbiologiques :**

La recherche et le dénombrement des germes ont porté sur les levures et moisissures, la recherche de *S aureus* et des salmonelles.

#### **II-1 Préparation des échantillons**

1g de miel été additionné à 9ml d'eau physiologique stérile, la suspension est agitée pendant 10 min, ce qui correspond à la solution mère. A partir de cette dernière, une série de dilutions décimales est réalisée jusqu'à  $10^{-2}$  (Bakary et al, 2008).

#### **II-2 Ensemencement du milieu SS pour isolement des salmonelles**

0,1 mL de la dilution est transféré aseptiquement dans les tubes contenant 10 mL du milieu Rappaport Vassiliadis (RV) correspondante. Les tubes est incubés à 37°C puis observés après 24H. Ensuite à l'aide d'une anse de platine stérile une quantité du bouillon est prélevé puis ensemencé sous forme de stries sur le milieu SS. Les boites sont incubées à 37°C puis observés après 24H (Bakary et al, 2008).

**II-3 Isolements de *Staphylococcus aureus* :** Pour chaque dilution, un volume de 0,1 ml est ensemencé en surface sur une gélose Chapman Les boites sont ensuite, incubées à 37°C pendant 24 heures (Bakary, 2019).

**II-4 Isolements des levures et moisissures :** Pour chaque dilution, un volume de 0,1 ml est ensemencé en surface sur une gélose Sabouraud Les boites sont ensuite, incubées à 25°C pendant 7 jours (Bakary et al, 2008).



**Figure n° 12 : incubateur (photo originale)**

### **II-4.1 Repiquage et purification des souches fongiques**

Après incubation, les souches obtenues sont repiquées plusieurs fois sur le milieu Sabouraud jusqu'à obtention des souches pures. Pour la purification des souches, il suffit de prélever avec une anse stérile quelques spores ou un fragment mycélien à la marge du thalle de chaque colonie et de transférer l'inoculum sur un milieu neuf.

### **II-4.2 Identification des isolats fongiques:**

L'identification des isolats est faite à l'aide de clés dichotomiques et d'ouvrages d'identification, en faisant essentiellement appel aux caractères cultureux comme la forme, la couleur et l'aspect de colonies fongiques, et aux caractères morphologiques microscopiques (mycélium et conidies), des moisissures isolées à l'état pure (**Botton et al., 1990**).

### **II-4.3 Identification macroscopique des isolats fongiques :**

Les caractères morphologiques et cultureux sont déterminés après ensemencement des souches pures sur le milieu des cultures spécifiques Sabouraud, et incubée à 25°C pendant 7 jours. L'identification se fait à l'œil nue et elle se base essentiellement sur les caractères suivants :

- La vitesse de croissance (rapide, moyenne, lente)
- L'aspect des colonies.
- La couleur des colonies

### **II-4.4 Identification microscopique des isolats fongiques :**

L'observation microscopique est réalisée par la technique du scotch qui consiste à adhérer à l'aide d'un bout de scotch une fraction mycélienne à partir d'une culture jeune et

## Materials et méthodes

---

de la coller sur une lame contenant quelques gouttes de bleu de lactophéno. (Ce produit gonfle des filaments des moisissures et permet une bonne observation microscopique). Les observations microscopiques sont effectuées aux grossissements x40 (**Chabasse *et al*, 2002**)

L'étude microscopique est basée sur :

- L'absence ou présence de cloisons au niveau du mycélium.
  - Couleur des filaments mycéliens( hyphes) et des spores.
  - Forme et dimension des spores.
  - Mode de ramification des des filaments mycéliens.
- Différenciation des thallospores.

### 1- Analyses Physicochimiques du Miel :

La connaissance des caractéristiques physico-chimiques des miels est essentielle pour l'évaluation de la bonne qualité du miel et sa stabilité en fonction du temps, ainsi que l'identification de l'origine florale du miel. (Codex Alimentarius, 2001)

Les résultats obtenues sont enregistrés dans le tableau suivant :

**Tableau n° 04 : résultats des analyses physicochimiques du miel de jujubier**

L'échantillon	Origine	Humidité	Degré brix (taux des sucres) %	pH	Conductivité (mS/cm)	Taux de cendre %	Acidité libre (méq/kg)	viscosité Pa.s	
Miel de jujubier	Messaad	15	85	3.53	0.269	0.13	6.4	4.46.	
Codex Alimentarius	Nectar	≤21%	≥45	3.5	≤ 0.8	≤0,6	≤50	≤10	
	Miellat		≥ 0.8		≤1.2				
Directive Conseil del'Union Européenne	Nectar		–	≥60	5.5	≤ 0.8	≤0,6	≤40	/
	Miellat		≥ 0.8	≤1.2	/				

**1-1 Taux d'humidité (H°) :** Ce paramètre est un élément important pour l'évaluation du degré de maturité d'un miel et de sa durée de conservation pendant le stockage (HOMRANI, 2020).

La méthode EHC (European Honey Commission) employée pour la détermination de la teneur en eau du miel établit la corrélation suivante:

$$W = [- 0.2681 - \log((nD_{20} - 1))/0.002243]$$

W : teneur en eau en gramme pour 100 g de miel.

nD 20 : Indice de réfraction mesuré à 20°C.(=1.4990).

La valeur moyenne enregistrée est de 15.06% (**tableau de chataway, voir annexe 1**)

## Résultats et discussion

L'examen des résultats montre que la teneur en eau est 15%. Cette valeur est largement en dessous de la limite maximale préconisée par (**Codex Alimentarius, 2001**) qui est de 21% maximum.

**Tableau n°5** : Comparaison des résultats du taux d'humidité du miel avec différentes régions géographiques.

La région géographique	Taux d'humidité %	Références
Messaad Djelfa	15	Notre étude
Nord- Est d'Algérie	14.6 – 19	Ouchemoukh et al., 2007
Nord- Ouest d'Algérie	13.6 – 22	Chefrouir et al., 2007
Égypte	15.54 -18.32	El Sohaimy et al., 2015
Maroc	14.29–20.20	Chakir et al., 2016

### 1-2 la conductivité :

La mesure de la conductivité permet de différencier le miel de nectar des miels de miellat et elle est désignée aujourd'hui comme un paramètre de qualité fiable lors des contrôles de routine, qui remplace la teneur en cendres (**Homrani, 2020**).

La conductivité électrique de miel examiné 0.269 mS/cm. En comparant le résultat que nous avons obtenus avec ceux précédemment publiés par d'autres auteurs, on remarque que les résultats obtenues sont inclus dans l'intervalle trouvés par (Habati, 2018) (0.17 et 0.6 ms/cm) ainsi que celui obtenu par (Makhloufi, 2011) (0.10 et 0.93 mS/cm). Pour ce paramètre les normes internationales préconisent une limite maximale de 0.8 mS/cm pour la plupart des miels de nectar. Cette mesure est l'un des paramètres qui permettent de séparer les miels de nectar des miels de miellat. A partir de notre résultat on peut dire que notre échantillon de miel étudié sont d'origine de nectar (Conductivité électrique  $\leq 0,8$  mS/cm).

### 1-3 Le pH

Le pH de miel étudié est 3.53 donc le miel analysé a été jugé comme caractère acide et sont en conformité avec les normes du (**Codex Alimentarius, 2001**). Les miels de nectar ont un pH faible (de 3,3 à 4,5) tandis que les miels de miellat ont un pH un peu plus élevé (**Pesenti et al., 2008**). On peut dire que le miel étudié est d'origine florale. notre échantillon étudié ne dépassai la limite permise, ce qui peut être considéré comme un

indice de fraîcheur. la valeur de pH de miel est d'une grande importance lors de l'extraction et de stockage, l'acidité peut influencer par la texture, la stabilité et la durée de conservation de miel (**Terrab et al., 2003**).

Le pH des échantillons du miel est important au cours du processus d'extraction, car elle affecte la texture, la stabilité et la durée de vie (**Habati, 2018**). Le pH du miel est suffisamment bas pour ralentir ou empêcher la croissance de nombreuses espèces de bactéries (**Malika et al., 2005**).

### 1-4 L'acidité

La mesure de l'acidité d'un miel permet l'identification de sa nature (origine florale). L'acidité libre du miel est la teneur en acides libres exprimée en milliéquivalents/kg(méq.kg-1) de miel. Elle est obtenue en titrant une solution fraîchement préparée de miel, par la soude jusqu'au pH du point équivalent (**Habati, 2018**). L'acidité libre du miel est déterminée par la formule suivante:

$$\text{Acidité libre} = V_{\text{NaOH}} \times 10$$

$V_{\text{NaOH}}$  : volume de soude exprimé en mL

Le dosage fourni un volume de neutralisation égal à 0.64 mL, ce qui correspond à une acidité libre de l'ordre de 6.4 méq.kg<sup>-1</sup>.

L'acidité libre constitue une autre caractéristique de composition exigée lors de la commercialisation d'un miel ; celle-ci doit être inférieure à 50 méq.kg-1[19] . Une valeur élevée peut s'expliquer par à une acidité modifiée artificiellement (**Homrani, 2020**).

Il est à noter qu'il existe un lien entre la nature et le pH. Cette relation est décrite ci-dessous:

- Miel de nectar:  $3.5 \leq \text{pH} \leq 4.5$  ;
- Miel de miellat:  $4.5 \leq \text{pH} \leq 5.5$  ; (**Codex Alimentarius, 2001**).

L'acidité libre est correcte et respecte la norme internationale. La nature du miel étudié est un miel de nectar. L'acidité d'un miel est un facteur antibactérien. En effet, une valeur basse du pH du miel est suffisante pour inhiber un grand nombre de microorganismes. (**Hanouz et kahina2018**)

**1-5 Les cendres :** représentent le résidu minéral du miel après incinération. La détermination des cendres offre la possibilité de connaître la teneur en matière minérale globale du miel (**Silva et al., 2009**).

Le résultat d'analyse, révèlent que notre échantillon est minéralisé. La valeur de cendre obtenue est 0.13, elle a été dans tous les cas inférieurs à 0.6%. Ceci indiquerait que

## Résultats et discussion

---

le miel étudié est d'origine florale. Ce résultat inférieur de ceux rapportés par (**Alqarni et al., 2014; El Sohaimy et al, 2015 ; Rebiai, 2016 ; Amri, 2016**) qui trouvent des teneurs en cendre élevée (> 1 %).

### 1-6 Viscosité

La viscosité se manifeste en fonction de la température qui fait varier la texture du miel. Lorsque le miel présente une forte viscosité, la capacité d'écoulement de celui-ci a tendance à diminuer. Il reste donc plus épais et compact. A l'inverse, dans le cas d'un miel présentant une faible viscosité, sa capacité à s'écouler devient stable et uniforme. L'origine de la forte viscosité du miel s'explique par l'organisation complexe des molécules de sucres (glucose, fructose, saccharose...) qui le compose. Ces molécules sont imbriquées les unes aux autres et sont liées entre elles par liaisons des hydrogène (**Hanouz et kahina, 2018**).

Les résultats de l'expérience sont rassemblés dans le tableau 6 ci-dessous:

**Tableau n°06** : résultats de l'expérience de viscosité

h(mm)	t(s)	V(mm/s)
0	0	0
25	1.40	17.86
50	2.57	19.45

Pour estimer la valeur de la viscosité, la formule suivante est utilisée :

$$\eta = (\rho' - \rho).g.D^2 / 18.V_{limite}$$

$\eta$  : Viscosité

$\rho$  : Masse volumique du miel (1422 kg/m<sup>3</sup>)

$\rho'$  : Masse volumique de la bille (7800 kg/m<sup>3</sup>)

D : Diamètre de la bille (5.10<sup>-3</sup> m).

g : Pesanteur (9.81 N/kg)

V limite: Vitesse limite=h/t

L'application numérique fournit la valeur de la viscosité du miel de jujubier suivante:

$$\eta = (\rho' - \rho).g.D^2 / 18.V_{limite} = [(1422 - 7800). 9.81. (5.10^{-3})^2] / 18. 19.45.10^{-3} = 4.46 \text{ Pa.s.}$$

En effet, elle est en accord avec la norme fixée à 10 Pa.s.

### 2- Analyses microbiologiques :

les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau suivant :

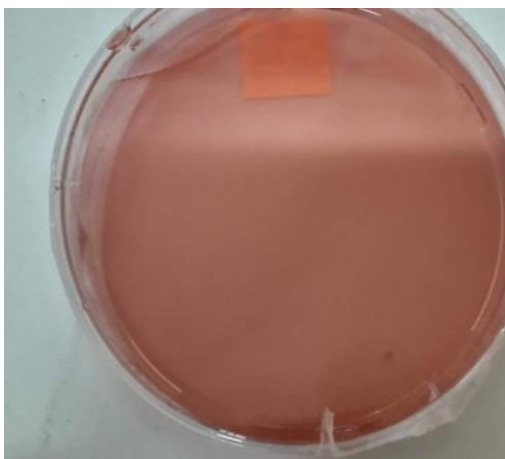
**Tableau n°07** : résultats des analyses microbiologiques du miel de jujubier

Origine floral	Levures	Moisissures	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>selmonella</i>
Miel de jujubier	Absence	Presence d' <i>Aspergillus niger</i>	Absence	Absence

#### 2-1 Staphylococcus aureus

L'isolements de *Staphylococcus aureus* a été effectué sur milieu Chapman selon la méthode de suspension dilutions.

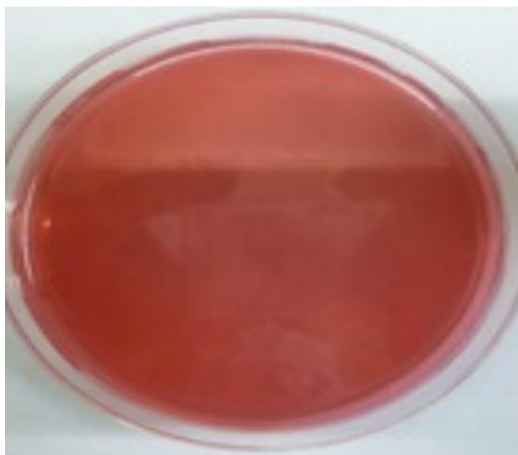
Après la phase d'incubation, le résultat obtenu montre l'absence totale de *Staphylococcus aureus* dans notre échantillon (**voir figure n°13**).



**Figure n°13** : absence totale de *Staphylococcus aureus* dans notre échantillon

#### 2-2 Salmonelles :

Le dénombrement des Salmonelles a été réalisé sur gélose SS après pré enrichissement en 24 heures dans du bouillon au sélénite. on remarque l'absence totale de *salmonella* (**voir figure 12**).



**Figure n°14 : Absences totale de *salmonella* dans notre échantillon.**

### **2-3 Levure et moisissures**

Après identification, il s'est avéré que les isolats fongiques sont prélevés et purifiés à partir d'échantillon de miel, les isolats sont obtenues à partir d'un échantillon de miel de jujubier. Après identification, il s'est avéré que les isolats fongiques appartiennent à une genre *Aspergillus* espèces ; *Aspergillus niger*.

***Aspergillus niger*** : sur le milieu Sabouraud la colonie envahit souvent tout la surface de la boîte de Pétri ( voir figure 13). Cette espèce possède un thalle à croissance rapide.



**Figure n°15 : Observation macroscopique d'*aspergillus niger***

Les résultats obtenus concernant la recherche des microorganismes montrent leur absence totale dans notre échantillon d'origine florale (sidra, jujubier ) analysés, sauf le résultat de dénombrement sur milieu Sabouraud montrent la contamination d'échantillon par des champignons du genre *Aspergillus*. La source de microorganismes retrouvés dans le miel peut être les pollens, tubes digestifs des abeilles, air, sol et le nectar. Cette contamination peut aussi provenir des traitements subis par le miel aux cours de son

## Résultats et discussion

---

extraction et de sa conservation selon plusieurs auteurs **Kacaniova et al., (2009)**, **CAA (2015)**, **Grabowski et Klein (2015)**.

Plusieurs espèces du genre *Aspergillus* sont également connues pour leur capacité à produire des mycotoxines responsables de pathologies humaines et animales (mycotoxicoses) (**Samson et al, 2014**). Parmi les mycotoxines produites par ce genre, les aflatoxines et les ochratoxines sont celles qui représentent le plus de risques pour la santé. À cause de leur capacité à envahir les tissus vivants et provoquer des aspergilloses tel que les mycoses pulmonaires (**Morin, 1994**).

Les résultats obtenus concernant la recherche des levures montrent leur absence totale dans les échantillons analysés, Il est à signaler qu'il existe une relation directe entre la présence des levures et le taux d'humidité du miel. En effet, **BRUNEAU (2011)** annonce que les miels humides sont très riches en levures. La présence des levures et des moisissures peut être expliqué aussi par le pH (pH, acide), Ce dernier favorise la multiplication des champignons.

L'absence totale de *Staphylococcus aureus* et *selmonella* dans le miels analysé, a montré l'efficacité de miel contre les germes isolées *staphylococcus aureus* et *selmonella*, (**Attipou et al., 1998**) .Cela prouve que le miel de la région de Messaad, a une propriété antibactérienne . Par contre le miel **Bakary, (2019)** de la Région du Worodougou, Côte d'Ivoire a présenté un taux de contamination en *staphylococcus aureus* et *selmonella* (La numération des Salmonelles présente des taux variant de  $4,11 \times 10^7$  à  $1,46 \times 10^8$  ufc/ml et de 0 à  $1,33 \times 10^3$  ufc/ml ; celle des staphylocoques de  $2,67 \times 10^7$  à  $3,16 \times 10^8$  ufc/ml et de 0 à  $1,06 \times 10^8$  ufc/ml). Ces résultats sont en accord avec les résultats de **Carlos et al. (2017)** Leur présence dans le miel Worodougou, peut être due à une mauvaise manipulation. *S. aureus* est considéré comme une bactérie pathogène majeure, causant des infections. La croissance de *S. aureus* dans les aliments constitue un risque pour la santé publique parce que certaines souches produisent des entérotoxines dont l'ingestion provoque une toxiinfection alimentaire se traduisant par des vomissements violents accompagnés de diarrhée.

L'absence des microorganismes dans notre échantillon traduit la bonne qualité du miel, mais il faudrait respecter les conditions d'hygiène lors du stockage et transport.

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

Le miel qui a fait l'objet de notre étude est un miel de fleur de jujubier collecté dans la région Messaad, une commune située au sud de la wilaya de Djelfa, où le jujubier est une source florale prédominante. Le miel de jujubier est un miel de couleur brun légèrement foncé, très visqueux doté d'une odeur caractéristique et un goût caramélisé. Afin de garantir la qualité et l'authenticité du miel étudié on a réalisé des analyses physico-chimiques notamment la teneur en eau, la conductivité, le pH et l'acidité libre, le taux de cendre et la viscosité, et analyses microbiologiques qui consiste l'isolement des levures et moisissures, *staphylococcus aureus* et selmonelles.

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées révèlent que le miel contient un taux d'humidité estimé à 15%, c'est une valeur conforme des normes de la commission internationale des miels ( $\leq 21$ ). La détermination du taux d'humidité dans l'échantillons de miel étudié est importante pour la qualité du miel. Elle nous a permis de connaître les conditions de stockage, la fermentation de miel, le climat et les conditions d'extraction de miel.

La détermination de la conductivité électrique et le contenu des cendres dans l'échantillon de miel nous a permis de connaître l'origine de miel et le contenu minérale du nectar. Les résultats des conductivités électriques ( $0.269 \text{ mS.cm}^{-1}$ ) et la teneur en cendre obtenus révèlent que l'échantillon du miel étudié est riche en matières ionisables et que son origine florale est celui du nectar de fleur.

Il à noter que tous les miels ont un pH acide avec des degrés d'acidité différents. En utilisant un pH-mètre, le miel de jujubier donne une valeur de 3.53 et une acidité libre de  $6.4 \text{ méq.kg}^{-1}$ . Ces deux valeurs sont dans les normes internationales et sont importantes lors de la commercialisation du miel. Pour toute valeur d'acidité libre dépassant  $50 \text{ méq.kg}^{-1}$ , l'acidité du miel est considérée comme une acidité modifiée artificiellement. De plus, l'acidité d'un miel est un facteur antibactérien. Une valeur basse du pH du miel est suffisante pour inhiber un grand nombre de microorganismes. Le pH retrouvé est compris dans l'intervalle des pH du miel de nectar ceci confirme ce qui a été conclu auparavant par l'analyse de la conductivité sur l'origine florale de notre miel.

Le miel de jujubier étudié est un miel très visqueux. L'analyse de la viscosité confirme ce critère détecté à l'œil nu. La valeur calculée est de  $4.46 \text{ Pa.s}$ , qui est parfait accord avec la norme fixée à  $10 \text{ Pa.s}$ .

## Conclusion générale

---

Les échantillons du miel analysés ne relèvent pas de contamination par les *Staphylococcus aureus* et *selmonella*. Cela est dû au fait que le miel a une propriété contre les bactéries, comme nous l'avons mentionné précédemment, sauf à l'exception de l'apparence d'*Aspergillus niger*, mais toujours respecte les normes.

Enfin, les analyses réalisées permettent de conclure que le miel de jujubier, sujet à nos investigations est un miel de bonne qualité, répondant aux normes fixées par la commission du Codex Alimentarius.

## Références bibliographiques

---

- 1- Alphandéry R. (1992).** La route du miel (le grand livre des abeilles et de l'apiculture), Ed Nathan, Paris France, 254p.
- 2- Alqarni A.S., Owayss A.A., Mahmoud A.A., Hannan M.A., (2014).**, Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia., Journal of Saudi Chemical Society., 18(5), 618-625.
- A N A T:** agence national d'aménagement du territoires
- 3- AOAC, 2005.** Official Methods of Analysis of AOAC International. Microchemical Determination of nitrogen. Micro-Kjeldahl method. Ref. 960.52. Association of Official Analytical Chemists. USA.
- 4- ATTIPOU K., ANOUKOUM T., AYITE A., MISSOHOU K. et JAMES K. 1998 –** Traitement des plaies au miel expérience du CHU de Lomé. Médecine d'Afrique p52.53.
- 5- BAHLOUL Rayene MEZIANI Amira** Etude phytochimiques comparative entre le miel introduit et le miel d'origine Algérien.(master) Mise en évidence de l'activité antibactérienne et antifongique du miel. Université des Frères Mentouri Constantine 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 2017
- 6- Bakary Coulibaly, et al :** Qualité Microbiologique, Propriétés Physicochimiques et Profil Sensoriel de Miels de la Région du Worodougou, Côte d'Ivoire Article · January 2008
- 7- Blanc, M. 2010.** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 142 p
- 8- Bogdanov, S. 2002.** Harmonised methods of the International Honey Commission: Introduction and general comments on the methods. International Honey Commission. Switzerland. 62pp.
- 9- Bogdanov, S., Ruoff, K., Oddo Persano, L. Physico-chemical** methods for the characterisation of unifloral honeys – A Review. Apidologie, 2004, 35: S4-S17.
- 10- Bruneau E., 2002.** Les produits de la ruche. In Le traité rustica de l'apiculture. Paris, rustica. 354-384 p.
- 11- Codex Alimentarius, 2001; Revised codex standard for honey. Codex standard 12-1981, Revue, 1(1987). 2, 1-7.**
- 12- El Sohaimy S.A., Masry S.H.D., Shehata M.G. : (2015).**, Physicochemical characteristics of honey from different origins., Annals of Agricultural Science., 60(2), 279–287.

## Références bibliographiques

---

- 13- Fléché C. Clément S. Zeggan J.P. et Faucon. (1997)** contamination des produits de la ruche et risques pour la santé humaine. 19.20.30.33.35p.
- 14- Gonnet M,** Le Miel, Composition, Propriétés et Conservation. 2eme Ed, OPIDA, France, 1982, 31.
- 15- Habati M.** Contribution à la valorisation des différents types des échantillons de miel et de propolis collectées dans la région de Laghouat (2018).
- 16- HOMRANI, Mounia 2020 :** Caractérisation physico-chimique, spectre pollinique et propriétés biologiques de miels algériens crus de différentes origines florales, these doctorat 2020.
- 17- Hanouz,2018 Hanouz Naila et Rym Kahina** L'effet antidiabétique du miel de jujubier (El Sidr) « Étude in vivo chez le rat Wistar » these master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem
- 18- Huchet, E., Coustel, J., Guinot, L. 1996 :** Les constituants chimiques du Miel- Méthodes d'analyses chimiques - Département Science de l'Aliment - Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires.1, Avenue des Olympiades, 91744 Massy CEDEX – France
- 19- Jean-prost P.1987.** Apiculture (Connaitre L'abeille- Conduire le rucher). Ed. 6 e édition TEC et DOC. Lavoisier, paris. ISBN : 2-85206-375-1. Pp : 309-341.
- 20- Khenfer A. et Fettal M. (1997) :** Le miel. Ed. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. 22 p
- 21- Lequet, L. 2010 :** Du nectar a un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur. Thèse Med. Vét. Université Claude Bernard, Lyon, 195p.
- 22- Louveaux. J., 1968 :** Composition, propriétés et technologie du miel. In : CHAUVIN R. Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 277-324 p.
- 23- Makhloufi C : (2011).**, melissopalynologie et étude des éléments Bioactifs des miels algériens., Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques
- 24- Malika N., Mohammed F., Chakib E. : (2005).**, Microbiological and Physicochemical properties of Moroccan honey., International Journal of Agriculture and Biology., 7, 773–776.
- 25- Marceau J., Norea J. and Houle E. (1994).** Les HMF et la qualité du miel L'abeille,15 (2) : 1-5.

## Références bibliographiques

---

- 26- 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*, vol. 91, Issue 3. 571-577 p.
- 27- MEKIOUS Scherazad 2016 :** La qualité des miels produits dans larégion steppique de Djelfa (Algérie) Ziane Achour de Djelfa
- 28- Moore, P.D., Webb, J.A., 1978.** An illustrated guide to pollen analysis. Hodder and Stoughton, London-Sydney-Auckland-Toronto, 133 pp.
- 29- Morin O., 1994:** *Aspergillus et aspergilloses: biologie*, Ed. Techniques Encyl. Med. Chir. (Elsevier, Paris). Maladies nfectieuses. 8-600-A-10
- 30- Nouredine Lahrech, "( Apiculture à Djelfa : les jujubiers en quête d'exploitation considéré comme le "doyen" de la filière apicole à Djelfa).
- 31- Pesenti Marion E., Spinelli Silvia., Bezirard Valérie., Briand Loïc., Pernollet Jean- Claude., Tegoni Mariella., Cambillau Christian : (2008),** Structural Basis of the Honey Bee PBP Pheromone and pH-induced Conformational Change., *Journal of Molecular Biology.*, 380 (1), 158-169
- 32- Rebiai, A., T. Lanez. : (2014),** Comparative Study Of Honey Collected From Different Flora Of Algeria. *Journal of Fundamental and Applied Sciences.*, 6(1), 48-55.
- 33- Sanz M L, Gonzalez M, Lorenzo C, Sanz J et Martinez-Castro I. (2005).** A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chem.* 91, 313- 317.
- 34- Schweitzer, P. 2005.** Encore des miels hors normes. *Revue l'abeille de France N°917.* laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 03p.
- 35- Silva L.R., Videira R., Monteiro A.P., Valentão P., Andrade P.B. : (2009),** Honey from luso Region (Portugal) : physicochemical characteristics and mineral contents. *Microchemical Journal.*, 93(1), 73-77.
- 36-Terrab A. Diez M. J. et Herdia D. et Heredia F. J. 2004.**Characterisation ofspanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral andcontents. *Food Chemistry.* 88 :537-542.
- 37- Yahia Mahammed S. et Yahaia Mahammed W. (2015):** Analyses Physico-Chimique du Miel De Quelqu eMiel De La Wilaya : Ain Defla, Djendel, Bathia, Bourached Et Miliana. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master, Université Djilali Bounaama, Khmis Meliana, 49p.

Annexe n°1: 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		

Annexe n°2 : tableau de grille de brix

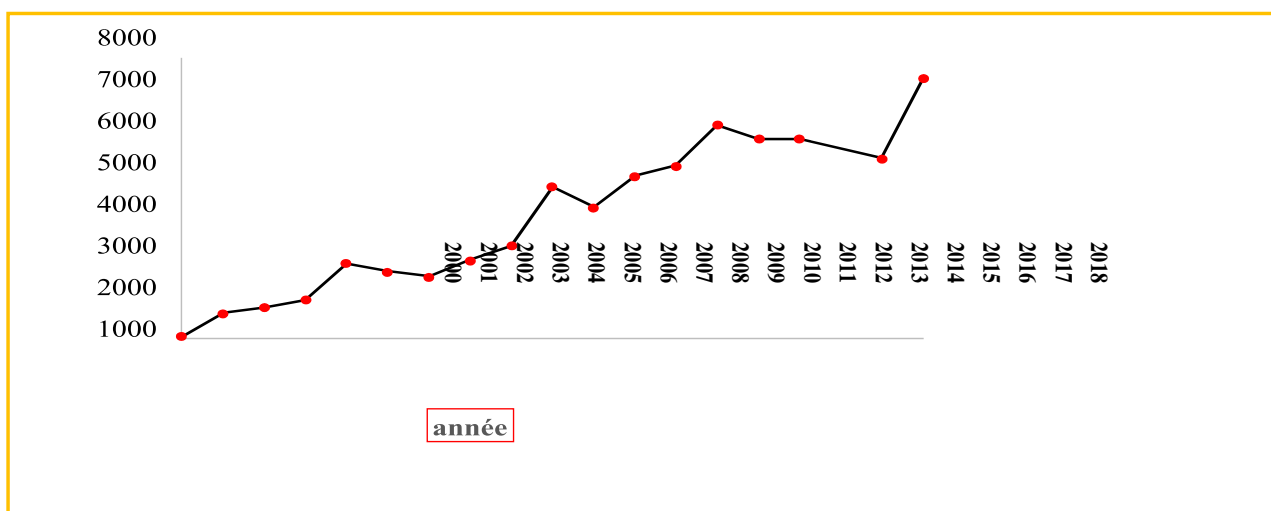
Brix %	$n_d^{20}$	Brix %	$n_d^{20}$	Brix %	$n_d^{20}$	Brix %	$n_d^{20}$
0	1,33299	24	1,37058	48	1,41587	72	1,47031
1	1,33442	25	1,37230	49	1,41795	73	1,47279
2	1,33587	26	1,37404	50	1,42004	74	1,47529
3	1,33732	27	1,37579	51	1,42215	75	1,47781
4	1,33879	28	1,37755	52	1,42428	76	1,48055
5	1,34027	29	1,37933	53	1,42642	77	1,48291
6	1,34175	30	1,38112	54	1,42858	78	1,48548
7	1,34325	31	1,38292	55	1,43075	79	1,48808
8	1,34477	32	1,38474	56	1,43294	80	1,49069
9	1,34629	33	1,38658	57	1,43515	81	1,49333
10	1,34722	34	1,38842	58	1,43738	82	1,49598
11	1,34937	35	1,39029	59	1,43962	83	1,49866
12	1,35093	36	1,39216	60	1,44187	84	1,50135
13	1,35249	37	1,39406	61	1,44415	85	1,50407
14	1,35407	38	1,39596	62	1,44644	86	1,50681
15	1,35567	39	1,39789	63	1,44875	87	1,50955
16	1,35727	40	1,39982	64	1,45107	88	1,51233
17	1,35889	41	1,40177	65	1,45342	89	1,51514
18	1,36052	42	1,40374	66	1,45578	90	1,51797
19	1,36217	43	1,40573	67	1,45815	91	1,52080
20	1,36382	44	1,40772	68	1,46055	92	1,52368
21	1,36549	45	1,40974	69	1,46266	93	1,52658
22	1,36718	46	1,41177	70	1,46539	94	1,52950
23	1,36887	47	1,411381	71	1,46784	95	1,53246

**Annexe n°03** : Les principaux pays producteurs de miel à l'échelle mondiale (FAOSTA T, 2018)



T : tonne

**Annexe n° 4** : Evolution de la production du miel en Algérie entre 2000 et 2018 (ITELV, 2018 ; Ministère de l'Agriculture, 2019).



**Annexe n°5** : Caractéristiques des exportations de miel par pays (PAP-ENPARD-Algérie, 2019).

PAYS	ANNEE	QTE (kg)	VALEUR (Da)	Valeur (\$)	Valorisation \$/kg
ARABIE SEOUDITE	2 013	126	128 693	1 621	13
EMIRATS ARABES UNIS	2 013	546	1 890 666	23 820	44
SUISSE	2 013	12	7 387	93	8
ET AS UNIS D'AMERIQUE	2 015	29	6 265	62	2
ARABIE SEOUDITE	2 017	710	89 990	811	1
LIBAN	2 017	25	21 960	198	8
MALAISIE	2 017	137	44 847	404	3
CAMEROUN	2 018	53	57 072	497	9
MALAISIE	2 018	26	10 896	95	4
SENEGAL	2 018	2 850	1 805 647	15 713	6
SUISSE	2 018	12 449	8 064 082	70 176	6

**Annexe n° 6 :** Les différences entre miel de nectar et miel de miellat (teneurs moyennes)(Boulaaba, 2019)

	MIEL DE MIELLAT	MIEL DE NECTAR
Acidité	33 méq/kg	22,4 méq/kg <sup>(1)</sup>
pH	4,5	3,9
Minéraux (cendres)	0,58%	0,26%
Fructose + glucose	61,6%	74%
<b>Autres sucres (en % des sucres totaux)</b>		
Mélézitose	8,6	0,2
Raffinose	0,84	0,03
Maltose + isomaltose	9,6	7,8

(1) Méq = milli-équivalent