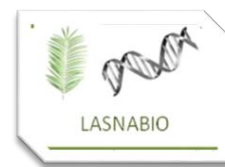




REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



**UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCCEN**

# MEMOIRE

Présenté à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE CHIMIE

Pour l'obtention du diplôme de :

**MASTER EN CHIMIE**

Spécialité: Chimie des Produits Naturels

Par :

**M<sup>lle</sup> Hiba LAKERMI**

Sur le thème

---

## **Propriétés Physico-chimiques de Quelques Échantillons de Miels Produits dans la Région de Tlemcen**

---

Soutenu publiquement le 26 Juin 2018 à Tlemcen devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> MERAD Nouria	MC « A »	Université de Tlemcen	Présidente
Mr TABTI Boufeldja	Professeur	Université de Tlemcen	Examineur
Mr ALLALI Hocine	Professeur	Université de Tlemcen	Encadreur

*Laboratoire LASNABIO  
BP 119, 13000 Tlemcen - Algérie*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ  
﴿٦٨﴾ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًّا يَخْرُجُ مِنْ  
بُطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ  
يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾



صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

سورة النحل (68,69)

## *Remerciements*

*Je rends grâce à Dieu, Le tout Puissant et Miséricordieux, de m'avoir donné le courage et la patience pour mener à bien et à terme ce modeste travail.*

*Mes plus sincères remerciements s'adressent tout d'abord à mon encadreur*

*Mr Allati Hocine,*

*pour avoir proposé cet intéressant sujet et pour ses précieux conseils et encouragements, sans lesquels cette étude n'aurait pas vu le jour.*

*Je remercie tout particulièrement les membres de jury, en l'occurrence*

*Mme Merad N. et Mr Tabti S.*

*d'avoir accepté d'évaluer ce travail et pour l'intérêt qu'ils y portent.*

*Je tiens aussi à remercier toute l'équipe de formation pour tous les efforts qu'elle a fournis tout au long du cursus, notamment le directeur de laboratoire*

*Mr. Ghalem S.,*

*ainsi que le responsable de Master Mr. Dib M.A.*

*De très précieux remerciements vont à Mr Bensaoula S. qui nous a permis de réaliser une grande partie de notre travail au sein de son laboratoire et qui n'a pas hésité à nous venir humblement en aide, sans jamais nous priver de son savoir.*

*Je tiens aussi à remercier Mme Bereksi-Reguig D. pour son aide précieuse et sa présence qui m'ont permis de m'adapter facilement au sein du laboratoire.*

*Mes sincères remerciements à Mme. Mehiasoui K. pour sa disponibilité et son aide précieuse.*

*Un grand merci à ma famille, en particulier mes parents, pour leur soutien permanent qui m'a permis de chercher au plus profond fond de moi-même la force et la volonté pour mener à bien ce travail.*

*Et enfin un humble merci à mes amis, mes collègues en Master 2 et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de cette œuvre.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à mes très chères Parents, qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite et qui m'ont soutenus et éclairé le chemin par leur sagesse et leur présence. J'espère qu'un jour je pourrais leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi.*

*A ma petite sœur Salihā, à laquelle je souhaite tout le bonheur du monde.*

*À mes chères frères Samir et Sid Ahmed, ainsi qu'à mes belles sœurs Wafaa et Amel.*

*À mes amies et cousines ainsi qu'au reste de la famille.*

*À toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.*

# Table des matières

*Liste des abréviations*

*Liste de figures*

*Liste de tableaux*

*Introduction générale*..... 1

*Synthèse bibliographique*..... 3

**Chapitre 01 : Généralités sur les abeilles et l'apiculture** ..... 4

I) Les abeilles ..... 4

1) Définition ..... 4

2) Organisation et rôle des abeilles ..... 4

3) Production du miel par les abeilles ..... 5

II) Apiculture ..... 6

1) Définition ..... 6

2) La récolte du miel ..... 6

**Chapitre 02 : Généralités sur le miel** ..... 7

I) Le miel..... 7

1) Définition ..... 7

2) Origine du miel ..... 7

a) Miel de nectar de fleur ..... 7

b) Miel du miellat ..... 7

3) Les types de miel ..... 8

4) Composition chimique du miel ..... 8

5) Propriétés et utilisations du miel ..... 9

II) Propriétés physico-chimiques du miel ..... 9

1) Taux d'humidité..... 9

2) Conductivité électrique ..... 9

3) Teneur en cendres ..... 9

4) Le pH et l'acidité libre ..... 9

5) Hydroxyméthylfurfural ..... 10

6) Diastase ..... 10

7) Les Sucres ..... 10

8) Matières insolubles ..... 10

9) Activité de l'invertase ..... 10

10) Proline ..... 10

11) Rotation spécifique ..... 10

*Résultats et discussion*..... 11

I) Introduction ..... 12

II) Présentation des échantillons de miel analysés..... 12

III) Résultats et discussion des analyses physico-chimiques ..... 13

<i>Partie expérimentale</i> .....	<b>21</b>
I) Appareillages utilisés .....	22
II) Verreries utilisées.....	23
III) Modes opératoires.....	24
1) Détermination de l'humidité par la méthode réfractométrique.....	24
2) Mesure du pH et de l'acidité libre.....	24
3) Hydroxyméthylfurfural (d'après White).....	25
4) Conductivité électrique .....	26
5) Rotation spécifique .....	26
IV) Etude statistique .....	27
<i>Conclusion générale</i> .....	<b>28</b>
<b><i>Références bibliographiques</i></b>	
<b><i>Annexe</i></b>	

## *Liste des abréviations*

E : Echantillon de miel

HMF : Hydroxyméthylfurfural

méq : Milliéquivalent

mg : Milligramme

mL : Millilitre

mS : Millisiemens

pH : Potentiel d'hydrogène

## *Liste de figures*

Figure 1. Morphologie de l'abeille.....	4
Figure 2.Ruche à barrettes.....	6
Figure 3.La désoperculation.....	6
Figure 4. Hydroxyméthylfurfural.....	16
Figure 5.Réfractomètre Abbé.....	22
Figure 6.pH-mètre (Adwa).....	22
Figure 7.Spectrophotomètre.....	22
Figure 8.Conductimètre inoLab.....	23
Figure 9.Polarimètre (OPTIKA).....	23
Figure 10.Bain d'eau contenant les tubes de miel.....	24
Figure 11.Mesure du pH.....	24
Figure 12.Titrage avec NaOH.....	24
Figure 13.Formation de 2 phases avant filtration.....	25
Figure 14.Mesure de la conductance d'une solution de miel.....	26
Figure 15.Les solutions après formation des deux phases.....	27
Figure 16.Etape de la filtration.....	27

### **Histogrammes :**

Histogramme 1 : Taux d'humidité des miels analysés.....	14
Histogramme 2 : Acidité libre des miels analysés.....	16
Histogramme 3 : HMF des miels analysés.....	17
Histogramme 4 : Conductivité électrique des miels analysés.....	19



## *Liste de tableaux*

Tableau 1 : Colonie d'abeilles et leurs rôles .....	5
Tableau 2 : Présentation des 6 échantillons de miel analysés .....	12
Tableau 3 : Indices de réfraction des miels analysés.....	13
Tableau 4 : Résultats du pH et de l'acidité libre .....	15
Tableau 5 : Résultats de HMF des miels analysés .....	17
Tableau 6 : Conductivité électrique des miels analysés .....	18
Tableau 7 : Pouvoir rotatoire des miels analysés .....	20

# *Introduction générale*

## Introduction générale

L'univers est sans cesse en équilibre, Dieu tout puissant a établi le jour et la nuit, la lumière et l'obscurité, le bien et le mal. Et bien qu'il ait créé les maladies, notre créateur a aussi mis en notre disposition leurs remèdes qu'Il a mentionnés dans le coran et que l'on trouve dans la nature dont: les graines de nigelle, les figes, les olives, les dattes, ainsi que « le miel ».

Le miel, cette précieuse substance au goût sucré, a été utilisée depuis la nuit des temps. En effet l'homme s'est très vite rendu compte des multiples vertus et bienfaits que recèle le miel, si bien qu'il l'a désigné comme symbole de la vie, de l'abondance, de la pureté et de la sagesse [1]. Ayant toujours été fasciné par les abeilles, l'être humain a petit à petit appris à les élever, les soigner et les entretenir. Il a ainsi pu développer l'apiculture -qui est un art en plus d'être une science- pour en produire : la gelée royale, le pollen, la cire d'abeille, la propolis, le venin et bien évidemment le miel [2].

Poussé par la curiosité, les scientifiques sont parvenus au fil du temps à découvrir les différentes activités et les innombrables composants de ce dernier. Ce qui n'est pas facile vu que la composition du miel n'est pas toujours la même, elle varie effectivement selon: l'espèce végétale, l'apiculteur mais aussi les conditions environnementales et climatiques au point d'atteindre jusqu'à 200 substances [3]. De ce fait la qualité du miel peut varier d'un produit à un autre, malheureusement en Algérie beaucoup d'apiculteurs ne sont pas conscients de cela et ne vendent pas leurs produits aux prix qui leur conviennent. D'un autre côté, le consommateur n'arrive plus à identifier le miel pur d'un miel falsifié.

Désormais nous cherchons de plus en plus à prouver la qualité et l'authenticité de nos productions en procédant à plusieurs analyses physico-chimiques indispensables et en appliquant les normes du *Codex alimentarius* (2001). Ainsi, la valorisation et la labélisation du miel pourrait être mise en œuvre et toute tentative de fraude serait donc évitée.

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous sommes intéressés spécialement à quelques échantillons de miels produits dans différents endroits et de différentes plantes de la région de Tlemcen.

Dans ce qui suit nous allons voir, en un premier temps, une partie concernant la synthèse bibliographique. Elle comportera quelques généralités concernant les abeilles, leurs rôles et

l'apiculture, ainsi que d'autres informations sur le miel, son origine, sa composition chimique etc. En second lieu, nous exposerons les résultats obtenus au cours de notre travail pratique. Par la suite, nous passerons à la partie expérimentale. Cette dernière comportera toutes les méthodes suivies au cours du travail pratique, sans oublier le matériel utilisé. Et enfin, nous clôturerons par une conclusion générale.

# *Synthèse bibliographique*

# Chapitre 01 : Généralités sur les abeilles et l'apiculture

## I) Les abeilles

### 1) Définition

L'abeille, cet insecte social appartenant à l'ordre des hyménoptères [4], est à l'origine une guêpe ayant la capacité de stocker des provisions à base de pollen, de nectar ou de miellat. Les abeilles sont apparues il y a plus de 45 millions d'années, elles se distinguent des guêpes par leur morphologie et leur comportement [5].

Le corps de cet insecte est divisé en plusieurs segments desquels trois parties sont facilement distinguables dont: tête, thorax et l'abdomen (Figure1).

- La tête renferme le centre nerveux et sensitif de l'abeille, où l'en retrouve : les antennes, yeux composés et les ocelles.
- Le thorax portant les éléments locomoteurs de l'abeille (trois paires de pattes et deux paires d'ailes membraneuses) est constitué de trois segments (pro-, méso- et métathorax soudé les uns aux autres [6].
- L'abdomen est séparé du thorax par le pédoncule et comporte 7 segments ou anneaux chez la femelle et 8 chez le mâle [7].

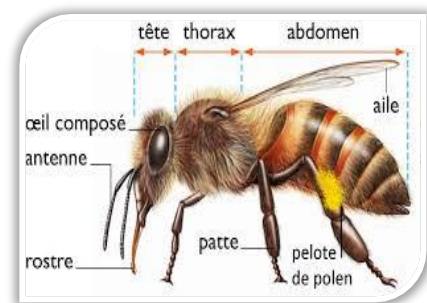


Figure 1. Morphologie de l'abeille

Api-culture.ch/images/xabeille-ruche-suisse.jpg

L'espèce '*Apis mellifera* L.' est la plus répandue, elle peuple actuellement l'Afrique, l'Europe, l'Asie occidentale, l'Amérique du nord et de sud ainsi que la nouvelle Zélande.

### 2) Organisation et rôle des abeilles




Les abeilles passent par trois étapes au cours de leur développement passant de l'œuf à la larve, puis la puppe pour enfin devenir adultes [8].

Elles vivent et s'organisent en colonie comprenant trois sortes d'abeilles adultes :

- "Une" reine ;
- Quelques 2500 mâles, aussi nommés « faux bourdons » ;
- Environs 50000 ouvrières.

Chacune d'elles ayant un rôle bien spécifique (tableau 1)

**Tableau 1:** Colonie d'abeilles et leurs rôles

Types d'abeille	Rôle
<i>Reine</i> 	Possède en plus de son rôle de productrice une seconde fonction régulatrice, c'est elles qui dirige les autres abeilles à l'aide des phéromones en leur transmettant des ordres chimiques.
<i>Mâle</i> 	Leur seul et unique rôle est de féconder la reine lors d'un vol nuptial.
<i>Ouvrière</i> 	Elles vivent 38 jours l'été et 6 mois en hiver, leur rôle varie tour à tour au cours de leur vie en : nourrice, ménagères, bâtisseuses, magasinieres, gardiennes et butineuses.

L'abeille, en butinant de fleur en fleur pour remplir son jabot de nectar, participe ainsi à la pollinisation de la flore sauvage et cultivée améliorant au passage leur reproduction et leur récolte [9].

### 3) Production du miel par les abeilles

Les abeilles effectuent en moyenne environs 35 voyage par jour, elles butinent de fleur en fleur en collectant le nectar et le pollen qu'elles emportent par la suite à leur ruche, où il sera transféré à une autre abeille. Cette dernière se chargera d'en éliminer l'eau et de l'enrichir en protéines, le rendant ainsi plus épais. Ceci grâce à la sécrétion d'une enzyme capable de transformer les sucres présents dans le nectar.

Par la suite, grâce à la température de la ruche (36°) et en jouant de leur ailes comme ventilateurs, les abeilles continuent de l'assécher avant de le transférer dans des cellules scellée pour achever sa transformation, de laquelle résultera un aliment remarquable à haute valeur énergétique : « LE MIEL ».

## II) Apiculture

### 1) Définition

L'apiculture est beaucoup plus un art d'élevage d'abeille qu'une science, En effet il faut un certain savoir-faire ou même un don afin de bien élever les abeilles. Un bon apiculteur doit être très attentif à ses protégées pour savoir les entretenir, voir même les soigner en cas de maladies améliorant ainsi le rendement.

L'apiculture se fait dans des ruches à barrettes comportant plusieurs cadres mobiles.



Figure 2. Ruche à barrettes  
<https://www.ruche-warre.com>

### 2) La récolte du miel

A la fin de la miellée, quand la ruche devient assez lourde, l'apiculteur procède à la récolte du miel :

- il retire les cadres et enlève les opercules de cire en utilisant un couteau à désoperculer, c'est l'étape de la désoperculation (Figure 3).
- La 2<sup>ème</sup> étape consiste à mettre les cadres dans un extracteur ressemblant à une centrifugeuse permettant d'extraire le miel des alvéoles.
- S'en suit l'étape de la maturation qui permet de débarrasser le miel de ses impuretés à l'aide d'un maturateur.



Figure 3. La désoperculation  
[encrypted-tbn0.gstatic.com](https://encrypted-tbn0.gstatic.com)

En raison des différentes modifications que peut subir le miel –étant un produit vivant- il demande donc une bonne conservation (à l'abri de l'humidité, de la lumière et au frais).



## Chapitre 02 : Généralités sur le miel

### I)Le miel

#### 1)Définition

Le miel est une substance sirupeuse et sucrée, de couleur ambrée conçue par les abeilles mellifères à partir de nectar des fleurs ou de miellats qu'elles butinent puis emmagasinent dans les rayons de la ruche afin d'en nourrir les larves par la suite [10].

Depuis les temps les plus anciens ce produit noble a fait partie de la vie des hommes, non seulement comme aliment mais aussi comme un remède en raison de sa haute valeur énergétique et de ses multiples propriétés thérapeutiques. La couleur, la saveur, l'arôme et même la qualité de ce produit varie en fonction de plusieurs facteurs [11], dont :

- L'origine du miel
- Le type d'abeille
- Le travail de l'apiculteur
- Ecosystème environnant
- Temps et conditions de conservation

#### 2)Origine du miel

En plus de son origine végétale (nectar de fleur) [12], le miel peut aussi avoir une origine animale (miellat) [13].

##### a)Miel de nectar de fleur

- Définition du nectar : Le nectar de fleur est une substance liquide et sucrée produites par des glandes (nectarifères) se situant sur les fleurs ou parfois sur les feuilles des plantes.
- Composition du nectar : suivant l'espèce végétale, la composition du nectar varie de 20 à 80% en eau, 7 à 60% en sucre (dont le glucose, fructose et saccharose), ainsi qu'en quelques traces d'acides aminés, protéines, enzymes, vitamines....

##### b)Miel du miellat

- Définition du miellat : Le miellat quant à lui est plus dense que le nectar, c'est une sécrétion que produisent les insectes vivant sur la plante telles que les pucerons les cochenilles, les cicadelles, etc.
- Composition du miellat : Cette substance se compose de sucres complexes, de minéraux, d'acides organiques ainsi qu'en azote.

### 3) Les types de miel

- Miels monofloraux : Dans ce cas, le miel est produit à partir de nectar ou de miellat d'une seule espèce végétale, ce qui signifie que les ruches ont été installées à proximité de cette plante.
- Miels polyfloraux : quant à eux, sont élaborés à partir de nectar et/ou de miellat de plusieurs types de plantes [14].

### 4) Composition chimique du miel

Le miel est un composé très complexe vu qu'il comporte plus de 200 composants. Les plus majoritaires étant les sucres (environ 80%), l'eau (environ 17%), les protéines, ainsi que d'autres constituants tels que les acides organiques, les vitamines, les minéraux, les composés phénoliques etc. [15].

- « Les sucres » présents dans le miel sont responsables de plusieurs propriétés de ce dernier, telles que sa valeur énergétique, sa viscosité, sa texture [16] etc. On trouve parmi ces sucres : les monosaccharides dont environ 31% de glucose et 38% de fructose, les disaccharides qui comportent environ 7,3% de maltose et 1,3% de saccharose ainsi que d'autres sucres comme les trisaccharides et les polysaccharides.
- « Les acides organiques » qui confèrent au miel son caractère acide sont présents avec un pourcentage d'environ 0,57% [17], le plus prédominant étant l'acide gluconique, suivi de l'acide acétique, l'acide benzoïque, l'acide citrique, l'acide lactique et encore bien d'autres acides organiques [18].
- « Les acides aminés et les protéines » sont, quant à eux, présents en une plus faible quantité, environ 0,26%. Parmi les acides aminés, citons : la proline (qui en constitue 50 à 85%), la glucine, l'arginine, la valine ainsi que la tyrosine [19]. Les protéines proviennent généralement du pollen, quelques-unes d'entre elles sont des enzymes dont l'invertase, la catalase, l'oxydase et bien d'autres [20].
- « Les sels minéraux » sont plus présents dans les miels de couleur plus foncée avec un pourcentage de 0,1%. Le potassium, le calcium, le manganèse, le chlore, le soufre, le silicium et le fer en font partie.
- Le miel ne renferme que très peu de « vitamines » le plus souvent de type B telles que la thiamine B<sub>1</sub>, la biotine B<sub>8</sub>, etc.
- « Les pigments » tels que les caroténoïdes et les flavonoïdes présents dans le miel, sont les principaux responsables de sa couleur.

## 5) Propriétés et utilisations du miel

Le miel a été utilisé pendant des siècles et ne cesse d'être exploité de nos jours que ce soit en cuisine, pour sucrer le thé ou le café, ou encore pour tartiner, et cela en raison de la grande quantité de sucres qu'il contient [21].

Mais le côté culinaire n'est pas le seul domaine d'utilisation de cette précieuse substance. En effet grâce aux innombrables recherches menés jusqu'à ce jour, on a pu déterminer plusieurs activités biologiques très intéressantes notamment :

- ✓ l'activité antioxydante [22], vu la richesse du miel en flavonoïdes, en acide phénoliques, en acides ascorbiques ainsi qu'en d'autres composés antioxydants.
- ✓ Activité antiseptique et antibiotique [23]. Le miel lutte efficacement contre les bactéries, champignons ainsi que les virus.
- ✓ Activité anti-inflammatoire [24].
- ✓ Une forte Activité anti-cicatrisante [25], d'où son utilisation sur les plaies ou la fabrication des pommades à base de miel.

## II) Propriétés physico-chimiques du miel

Les propriétés physico-chimiques sont des critères très important à déterminer, car elles sont essentielles pour connaître la qualité, la stabilité ainsi que l'origine florale d'un miel [26].

### 1) Taux d'humidité

La teneur en eau est un critère de qualité très important, qui détermine la capacité d'un miel à demeurer stable et à résister à la détérioration. En effet un miel ayant un taux élevé d'humidité fermente facilement et perd donc sa qualité. Pour cela la norme du *Codex Alimentarius* stipule qu'un miel de qualité doit contenir un taux d'humidité nettement inférieur à 21% [27].

### 2) Conductivité électrique

La conductivité électrique dépend fortement de la présence de minéraux et d'acidité dans un miel. Ce paramètre permet d'identifier l'origine botanique du miel [28] puisqu'un miel de miellat possède généralement une conductivité électrique supérieure à 0,8 mS/cm, tandis que celle d'un miel de nectar est inférieure à 0.8mS/cm.

### 3) Teneur en cendres

La teneur en cendre dépend grandement de l'origine botanique de miel, et c'est la teneur en substances minérales.

### 4) Le pH et l'acidité libre

Pour l'acidité libre, la norme internationale du *Codex Alimentarius* prescrit que la valeur maximale est de 50 méq/Kg. Ce critère dépend surtout de la présence de l'acide gluconique due à la dégradation du glucose au cours du temps [29].

Quant au pH, il est relativement acide, de 3,4 à 4,5 pour le miel de nectar et de 4,5 à 5,5 pour le miel de miellat [30].

#### 5)Hydroxyméthylfurfural

L'Hydroxyméthylfurfural (HMF) sert principalement à déterminer la fraîcheur, le temps de stockage et donc la qualité d'un miel. Le *Codex Alimentarius* indique qu'un taux supérieur à 60 mg/Kg de HMF n'est pas toléré et déclare qu'un miel de qualité ne dépasse pas 40mg/Kg en HMF.

#### 6)Diastase

Cette enzyme provenant des sécrétions salivaires de l'abeille est, elle aussi, un critère de qualité. Son activité est affectée par le stockage prolongé ou un surchauffage du miel. Le 8 est la valeur minimale fixée par les normes du *Codex Alimentarius*.

#### 7)Les Sucres

Ce paramètre permet de déterminer les valeurs de glucose et de fructose présents dans le miel. Leur somme ne doit pas dépasser 60g/100Kg pour tous les miels de nectar et 45g/100Kg pour tous les miels de miellat.

#### 8)Matières insolubles

Afin de déterminer les impuretés dans un miel, on mesure sa teneur en substances insolubles. Une valeur de 0,1g/100g de miel est autorisée par les normes du *Codex Alimentarius*.

#### 9)Activité de l'invertase

Cette enzyme est un indicateur de fraîcheur, elle est particulièrement sensible à la chaleur et au temps de stockage. Un indice d'invertase supérieur à 10 indique que le miel est frais.

#### 10)Proline

La proline est la plus abondante des acides aminés, elle résulte de la salive sécrétée par les abeilles [31], et est un indicateur de falsification du miel. Une valeur minimale de 180 mg/Kg de proline est acceptée comme valeur limite pour un miel pur.

#### 11)Rotation spécifique

Ce critère est utilisé afin de distinguer un miel de miellat d'un miel de nectar [32]. C'est une caractéristique optique qu'ont les sucres à dévier le plan de la lumière polarisée.

# *Résultats et discussion*

## Résultats et discussion

### I) Introduction

L'objectif principal de ce travail est de démontrer la qualité et l'authenticité de différents miels produits dans différents endroits de la région de Tlemcen et de vérifier s'ils sont conformes aux normes internationales du *Codex Alimentarius*. Pour cela différentes analyses physicochimiques sont nécessaires telles que : l'humidité, le HMF, le pH et l'acidité libre...

### II) Présentation des échantillons de miel analysés

Nous nous sommes procuré 7 échantillons de miel différent, tous collectés de la région de Tlemcen en 2017 (tableau 2). Afin de préserver leurs qualités, nous les avons conservés au frais dans des bocaux en verre hermétiques et à l'abri de la lumière. Toutes les analyses sont effectuées 3 fois.

**Tableau 2** : Présentation des 7 échantillons de miel analysés

N° d'échantillon	Situation	Coordonnées	Origine botanique	Date de récolte
E1	Sebaa Chioukh	35° 09' 22" nord, 1° 21' 21" ouest	Jujubier (sidr) + Thym	Eté 2017
E2	Béni Ghazli	34° 52' 34" nord, 1° 07' 56" ouest	Caroube	Eté 2017
E3	Remacha	35° 03' 00" nord, 1° 26' 00" ouest	Fleurs d'oranger	Avril 2017
E4	Beni Snous	34° 38' 35" nord, 1° 33' 41" ouest	Multi fleurs	Eté 2017
E5	Ouled Mimoun	34° 54' 16" nord, 1° 02' 05" ouest	Miel de montagne	Octobre 2017
E6	Béni Mester	34° 52' 00" nord, 1° 25' 00" ouest	Thym	Juin 2017
E7	Sidi Djillali	34° 28' 00" nord, 1° 35' 00" ouest	Miel de montagne	Juillet 2017

### III) Résultats et discussion des analyses physico-chimiques

#### 1) Détermination de l'humidité par la méthode réfractométrique

La teneur en eau est une valeur déduite à partir de l'indice de réfraction d'un miel en prenant comme référence un tableau standard dérivé d'une formule développée à partir des données de CHATAWAY (1932) (voir Annexe). Cette table a été obtenue à partir d'une courbe de logarithme de l'indice de réfraction moins l'unité tracée par rapport au taux d'humidité déterminé par séchage sous vide[33-34].

La méthode de réfractométrie se base sur le fait que l'indice de réfraction croît avec la teneur en solide. Le résultat est souvent obtenu à 20°C, dans le cas contraire une correction de température est indispensable pour avoir l'indice de réfraction exacte :

-pour une température < 20°C : soustraire 0,00023 par °C.

-pour une température > 20°C : ajouter 0,00023 par °C.

Les résultats obtenus après correction de température sont mis en valeur dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 3 : Indices de réfraction des miels analysés**

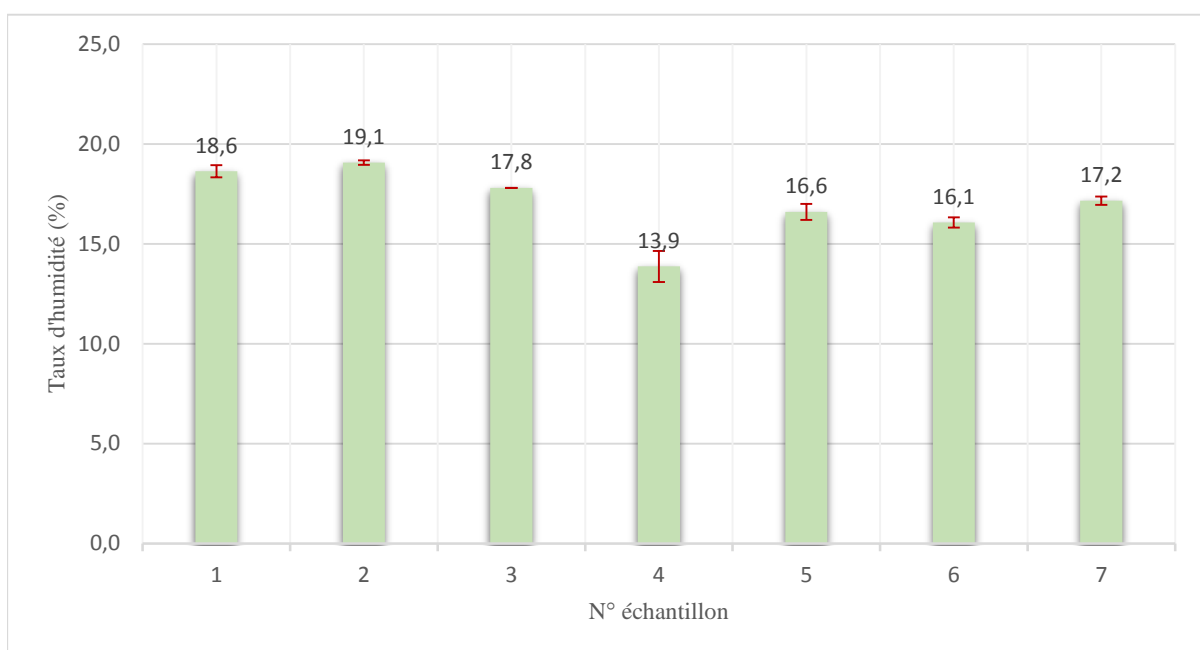
N° échantillon	T° (°C)	Indice de réfraction	Taux d'humidité (%)
<b>E1</b>	14,9	1,4900 ± 0,0008	18,6 ± 0,3
<b>E2</b>	14,0	1,4888 ± 0,0006	19,1 ± 0,1
<b>E3</b>	22,4	1,4920 ± 0,0000	17,8 ± 0,0
<b>E4</b>	22,0	1,5058 ± 0,0048	13,9 ± 0,8
<b>E5</b>	22,4	1,4950 ± 0,0010	16,6 ± 0,4
<b>E6</b>	22,8	1,4964 ± 0,0007	16,1 ± 0,3
<b>E7</b>	22,9	1,4935 ± 0,0005	17,2 ± 0,2

L'humidité est l'un des critères les plus importants lors des contrôles qualités du miel [35], effectivement ce paramètre est un bon point pour estimer la stabilité ainsi que le degré de qualité d'un miel donné.

Les valeurs de la teneur en eau obtenues pour nos échantillons de miel varient de 13,9% (l'échantillon E4) à 19,1 (E2) avec une moyenne de 17,3%. Ces valeurs sont parfaitement en accord avec la limite fixée par les normes du *Codex Alimentarius*, qui est de 21%.

En effet les miels E3, E4, E5, E6 et E7 présentent un taux d'humidité largement inférieur à 21%. Ils auront donc moins de risque de fermenter, surtout le miel de Béni Snous (E4) qui est très loin de la limite fixée, avec sa teneur en eau de 13,9% .

Par contre les miels de Sebaa Chioukh (E1) et Béni Ghazli (E2) présentent quelques risques à fermenter vu que leurs taux d'humidité respectifs : 18,6 et 19,1% dépassent déjà 18% et se rapprochent quelque peu de la valeur limite.



**Histogramme 1 : Taux d'humidité des miels analysés**

## 2) Mesure du pH et de l'acidité libre

L'acidité libre d'un miel est la teneur en acides libres exprimée en milliéquivalents/Kg de miel, le *Codex Alimentarius* lui fixe une valeur limite de 50 méq/Kg. D'autre part, le pH - qui est lui aussi un critère de qualité d'un miel- varie selon la composition minérale et la quantité d'acides ionisables.

Un pH trop élevé et qui s'approche de la neutralité indique qu'il y a eu une dégradation biochimique due à une mauvaise conservation ou encore suite à de mauvaises conditions de récolte. Ce paramètre permet de déduire l'origine florale de chaque miel étant donné que :

- Un miel de nectar possède un pH variant de 3,5 à 4,5 ;
- Un miel de miellat présente un pH allant de 4,5 à 5,5 [36].



Le principe de cette méthode est assez simple, il suffit de dissoudre l'échantillon dans de l'eau, mesurer le pH puis titrer la solution avec 0.1 M d'hydroxyde de sodium à pH 8,3.

Notons que :

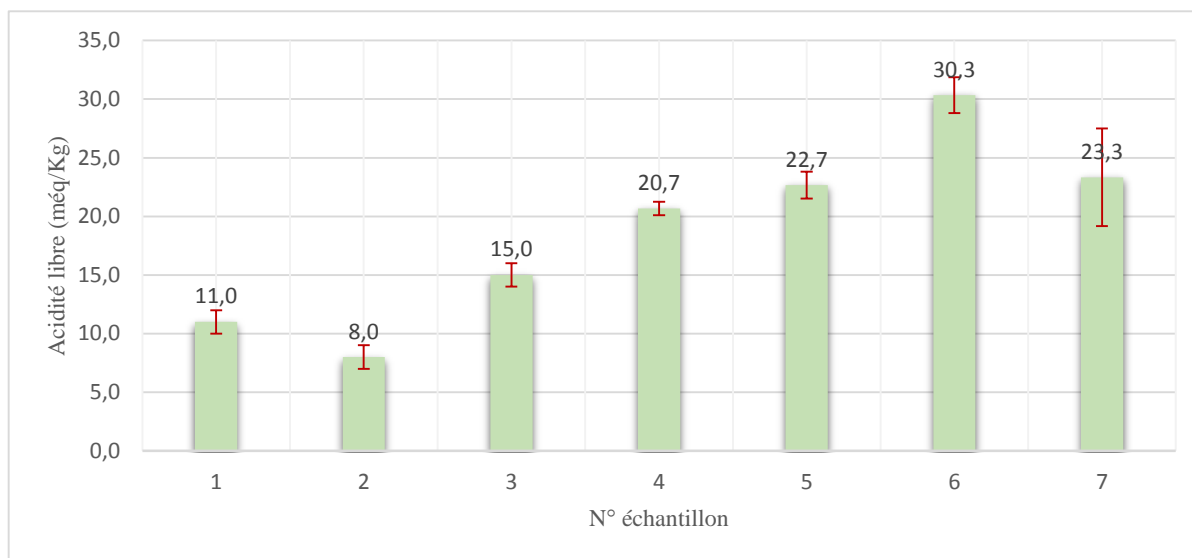
- Les valeurs de pH sont exprimées à trois décimales.
- L'acidité libre : **Ac. Libre (méq/Kg) = V<sub>NaOH (0.1M)</sub> en mL × 10.**

**Tableau 4 : Résultats du pH et de l'acidité libre**

N° échantillon	T° (°C)	pH	Acidité libre (méq/Kg)
E1	14,5	4,621 ± 0,061	11,0 ± 1,0
E2	15,4	4,372 ± 0,003	08,0 ± 1,0
E3	15,7	4,282 ± 0,015	15,0 ± 1,0
E4	15,5	4,298 ± 0,006	20,7 ± 0,6
E5	15,0	4,661 ± 0,028	22,7 ± 1,2
E6	15,1	4,618 ± 0,029	30,3 ± 1,5
E7	15,2	5,185 ± 0,394	23,3 ± 4,2

Comme on peut le constater, tous les miels étudiés ont un taux d'acidité libre largement inférieur à 50 méq/Kg (norme fixé par le *Codex Alimentarius*), ce qui veut dire qu'il n'y a pas eu de dégradation de glucose.

En outre, nous remarquons qu'ils ont tous un caractère acide quelle que soit leur origine géographique, leur pH varie de 4,298 (E4) à 5,185 (E7) et sont donc conforme aux normes. Ces miels sont des miels de nectar car leurs valeurs sont comprises entre 3.5 et 4.5 sauf dans le cas de E1, E5, E6 et E7 où les valeurs dépassent quelque peu la limite jusqu'à atteindre 5,185 (E7), ce sont probablement des miels de mélange nectar + miellat avec un pourcentage plus élevé en nectar (ce qui est confirmé par les résultats des analyses restantes).



**Histogramme 2:** Acidité libre des miels analysés

### 3) Hydroxyméthylfurfural (d'après White)

Le HMF (5-(hydroxyméthyl) furan-2-furaldéhyde) est une substance issue de la transformation du fructose en milieu acide et humide [37]. Autrement dit, la teneur en HMF augmente en fonction du pH et de la teneur en eau, mais ce qui l'affecte le plus c'est le temps et la température de stockage [38].

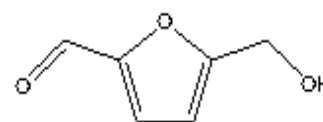


Figure 4. Hydroxyméthylfurfural

La commission internationale du *Codex Alimentarius* stipule, qu'une valeur maximale de 40 mg/Kg en HMF est acceptable pour un bon miel. Cependant pour les pays chauds où le HMF augmente plus rapidement lors du stockage, elle prévoit une valeur limite de 60 mg/Kg.

Cette méthode (décrite par la suite) se base sur la détermination des absorbances UV à 284 nm et à 336 nm. A partir des valeurs obtenues, le HMF pourra donc être calculé en utilisant la formule suivante :

$$\text{HMF (mg/Kg)} = (A_{284} - A_{336}) \times 149.7 \times 5 \times D/W$$

Où :

A<sub>284</sub> : absorbance à 284 nm.

A<sub>336</sub> : absorbance à 336 nm.

149.7 = (126×1000×1000) / (16830×5×10) : constante.

126 : poids moléculaire de HMF.

1000 : conversion du g en mg.

1000 : conversion g de miel en Kg.

16830 : absorbance molaire ε de HMF à λ=284 nm.

5 : poids théorique nominal de l'échantillon.

10 : conversion 5 dans 50 mL.

D : facteur de dilution (si la dilution est nécessaire)

$$D = (\text{volume finale de la solution échantillon}) / 10.$$

W : poids en g de l'échantillon de miel.

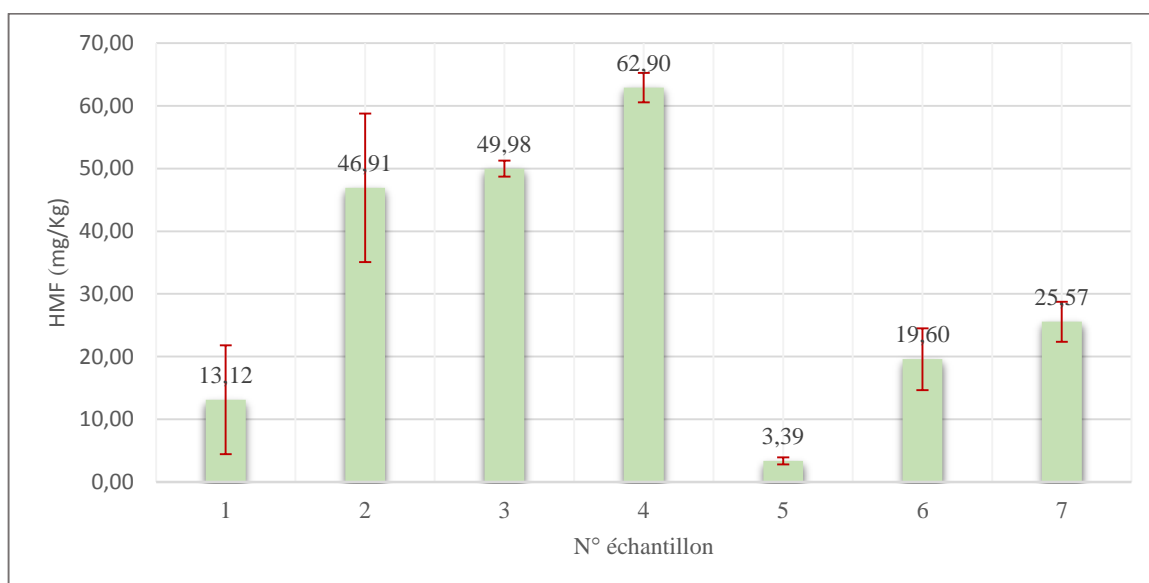
**Tableau 5 : Résultats de HMF des miels analysés**

N° échantillon	HMF (mg/Kg)
<b>E1</b>	13,12 ± 8,69
<b>E2</b>	46,91 ± 11,84
<b>E3</b>	49,98 ± 1,26
<b>E4</b>	62,90 ± 2,34
<b>E5</b>	3,39 ± 0,58
<b>E6</b>	19,60 ± 4,92
<b>E7</b>	25,57 ± 3,20

Les résultats de HMF obtenus basculent de 3,39 mg/Kg (E5) à 62,90 mg/Kg (E4) pour les miels de Ouled Mimoun et Béni Snous, respectivement.

Les miels E2, E3 et E4 enregistrent des valeurs très élevés en HMF. Celui de Ouled Mimoun (E4) dépasse considérablement 60 mg/Kg, en l'occurrence leur qualité diminue. Ce qui nous mène à supposer que ces miels ont subi de mauvaises conditions de conservation chez leurs producteurs.

Par contre les miels E1, E5, E6 et E7 présentant des valeurs largement inférieures à 40 mg/Kg sont les plus conformes avec les normes cités préalablement et ce sont donc des miels de bonne qualité.



**Histogramme 3 : HMF des miels analysés**

#### 4) Conductivité électrique

La conductivité électrique s'exprime en mS/cm, elle est définie comme étant celle d'une solution à 20% en matière sèche dans l'eau à 20°C. Elle démontre la capacité d'un miel à transmettre une conductance ou un flux électrique. En effet plus le miel est riche en matières ionisables plus sa conductivité électrique augmente.

La conductivité électrique est un critère important pour la détermination de l'origine botanique du miel, si bien qu'elle remplace aujourd'hui la teneur en cendre lors des contrôles de routine [39]. Elle se calcule selon la formule suivante :

$$S_H = K \times G$$

Où :

$S_H$  : conductivité électrique de la solution de miel (mS.cm<sup>-1</sup>).

$G$  : conductance en mS.

$K$  : constante de cellule en cm<sup>-1</sup> :  $K = 11,691 \times 1/G$

Où :

$G$  : la conductance électrique en mS.

11,691 : somme de la valeur moyenne de la conductivité électrique de l'eau fraîchement distillée (mS.cm<sup>-1</sup>) et celle d'une solution de chlorure de potassium 0,1M à 20°C.

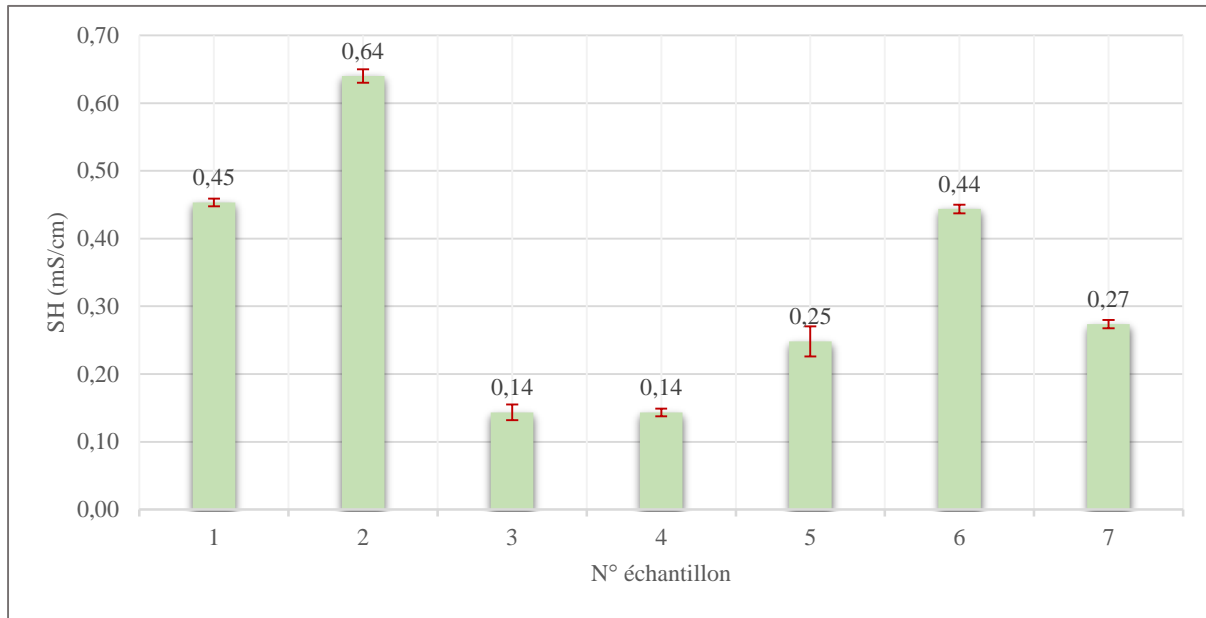
Les résultats de la conductivité électriques auxquels nous sommes parvenus sont exprimés à 0,01 mS/cm près dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 6 : Conductivité électrique des miels analysés**

N° échantillon	$S_H$ (mS/cm)
<b>E1</b>	0,45 ± 0,01
<b>E2</b>	0,64 ± 0,01
<b>E3</b>	0,14 ± 0,01
<b>E4</b>	0,14 ± 0,01
<b>E5</b>	0,25 ± 0,02
<b>E6</b>	0,44 ± 0,01
<b>E7</b>	0,27 ± 0,01

La commission du *Codex Alimentarius* affirme que les miels de nectar présentent en général une conductivité électrique inférieure à 0,8 mS/cm, ce qui n'est pas le cas pour les miels de miellat, pour lesquels les valeurs dépassent 0,8 mS/cm.

Dans le cas des 7 échantillons analysés, tous les résultats enregistrés oscillent entre 0,14 mS/cm (E3 et E4) et 0,64 mS/cm (E2), ce qui veut dire que ce sont tous des miels de nectar.



**Histogramme 4 : Conductivité électrique des miels analysés**

### 5) Rotation spécifique

La rotation spécifique  $[\alpha]_D^{20}$  c'est l'angle de rotation de la lumière polarisée, à la longueur d'onde de la raie D du sodium à 20°C, d'une solution aqueuse dans une cellule de 1 dm et contenant 1g/mL de la substance. Sa valeur est liée à la composition du miel en glucides étant donné que ces derniers sont des substances optiquement actives.

Les valeurs exactes du pouvoir rotatoires ne sont pas vraiment significatives car les différents sucres que renferme le miel possèdent tous des activités optiques différentes. Cependant une valeur négative indique que le miel est lévogyre, d'où l'on pourra déduire que c'est forcément un miel de nectar, par contre une valeur positive indique que c'est un miel de miellat.

$$\text{Rotation angulaire } = [\alpha]_D^{20} = (\alpha \times 100) / (L \times P)$$

Où :

L : longueur en décimale du tube polarimétrique.

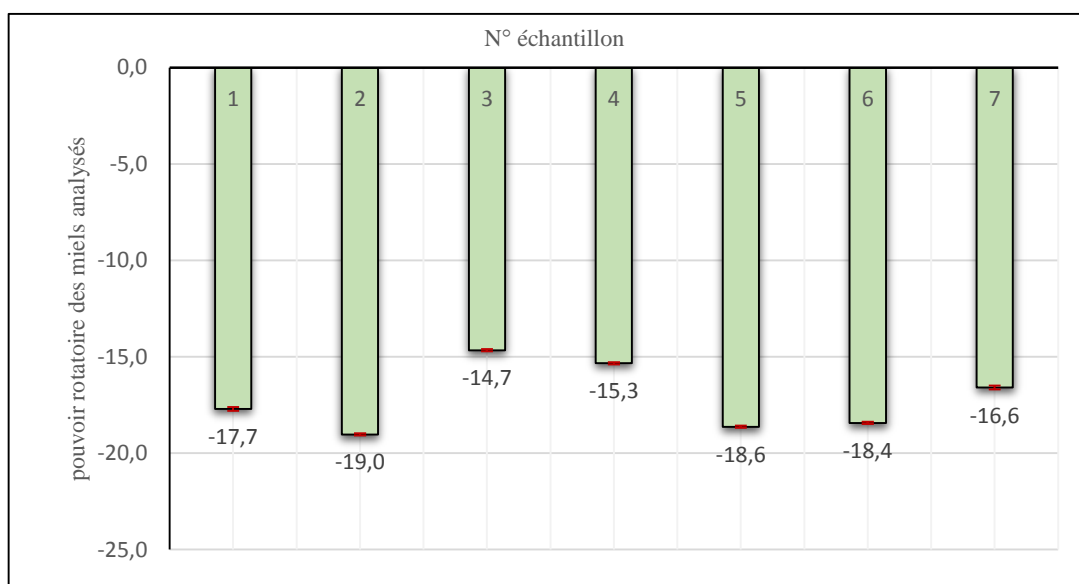
P : gramme de matière sèche prise.

**Tableau 7 : Pouvoir rotatoire des miels analysés**

N° échantillon	Pouvoir rotatoire
<b>E1</b>	-17,7 ± 0,1
<b>E2</b>	-19,0 ± 0,1
<b>E3</b>	-14,7 ± 0,1
<b>E4</b>	-15,3 ± 0,1
<b>E5</b>	-18,6 ± 0,1
<b>E6</b>	-18,4 ± 0,1
<b>E7</b>	-16,6 ± 0,1

Les résultats du pouvoir rotatoire des miels analysés varient de -14,7 (E3) à -19,0 (E2), elles sont toutes négatives. Cela indique que tous les miels analysés sont lévogyres, s'est à dire qu'ils font tous dévier la lumière polarisée vers la gauche.

Ces résultats ne font que confirmer que ce sont effectivement tous des miels de nectar.



**Histogramme 5 : Pouvoir rotatoire des miels analysés**

# *Partie expérimentale*

## Partie expérimentale

### I) Appareillages utilisés

#### 1) Détermination de l'humidité par la méthode réfractométrique

*Réfractomètre de type Abbé 5.  
Gamme de mesure  $n_D$  : 1,30 à 1,70.  
Précision : 0,0005.*



*Figure 5. Réfractomètre Abbé  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*

#### 2) Mesure du pH et de l'acidité libre

*pH-mètre (Adwa) AD8000.  
Testeur de pH/mV/EC/TDS et température.  
Résolution pH: 0,001.  
Résolution température 0,1.*



*Figure 6. pH-mètre (Adwa)  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*

#### 3) Hydroxyméthylfurfural (d'après White)

*Spectrophotomètre SHIMADZU  
Marque : SHIMADZU Europe-UV mini-1240  
Gamme spectrale : 190,0 -1100,0 nm.  
Précision de la longueur d'onde :  $\pm 1,0$  nm.  
Répétabilité de longueur d'onde  $\pm 0,3$  nm.*



*Figure 7. Spectrophotomètre  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*



#### 4) Conductivité électrique

*Conductimètre inoLab (Level 2)*

*Gammes et résolutions :*

*[US / cm]*

*[MS / cm]*

*0,000 ... 1 999*

*0,00 ... 19,99*

*0,0 ... 199,9*

*0 ... 1999*



*Figure 8. Conductimètre inoLab  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*

#### 5) Rotation spécifique

*Polarimètre OPTIKA (science ITALY).*

*Source de lumière : lampe de sodium*

*Accessoire : tube polarimètre 2 dm.*

*Plage de mesure : -180 ° ~ 180 °*

*Loupe : 3X*



*Figure 9. Polarimètre (OPTIKA)  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*

## II) Verreries utilisées

- Balance analytique
- Plaque chauffante
- Tubes hermétiques
- Bêchers de 10 mL, 20 mL et 50 mL
- Fioles jaugées de 50 mL, 100 mL, 200 mL
- Eprouvettes 5 mL, 10 mL, 100 mL
- Burette
- Spatule

### III) Modes opératoires

#### 1) Détermination de l'humidité par la méthode réfractométrique

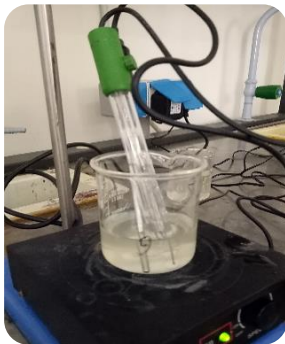
- Placer une petite quantité de chaque miel dans des tubes hermétiques.
- Placer les tubes dans un bain d'eau à 50°C jusqu'à complète dissolution des cristaux de sucres (figure 10).
- Après une bonne homogénéisation, étaler l'échantillon sur la surface du prisme du réfractomètre Abbé et lire l'indice de réfraction après 2 minutes.
- En se référant à la table, déduire la teneur en humidité correspondante pour chaque échantillon.



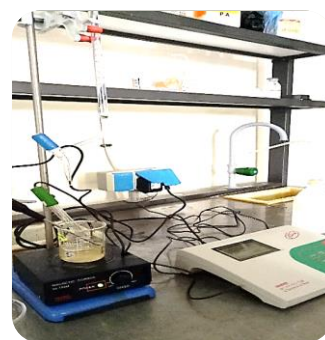
*Figure 10. Bain d'eau contenant les tubes de miel  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*

#### 2) Mesure du pH et de l'acidité libre

- étalonner le pH-mètre à un pH de 3,0 ; 7,0 et à 9,0.
- Pour la préparation des échantillons, peser minutieusement 5 g de chaque miel dans de petits béchers et les solubiliser dans 37,5 mL d'eau.
- Bien agiter à l'aide d'un agitateur magnétique jusqu'à complète solubilisation du miel.
- Rincer soigneusement l'électrode avec de l'eau distillée avant et entre chaque utilisation.
- Plonger les électrodes de pH dans la solution et noter le pH (figure 11).
- La deuxième étape : titrer chaque solution avec du NaOH 0,1 M jusqu'à pH 8,3 (figure 12).



*Figure 11. Mesure du pH  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*



*Figure 12. Titrage avec NaOH  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*

### 3) Hydroxyméthylfurfural (d'après White)

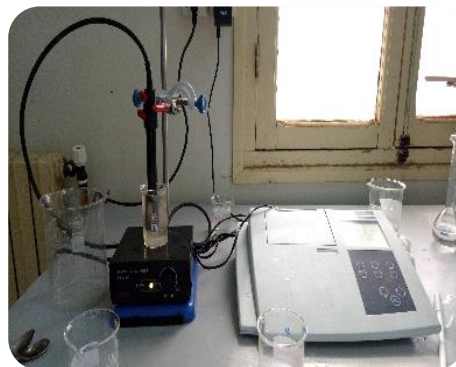
- Préparation des réactifs :
  - ✓ Solution de Carrez I: dissoudre 15 g d'hexacyanoferrate de potassium dans de l'eau distillée dans une fiole de 100 mL, et compléter jusqu'au trait de jauge.
  - ✓ Solution de Carrez II: dissoudre 30 g d'acétate de zinc dans une fiole de 100 mL avec de l'eau distillée et compléter jusqu'au trait de jauge.
  - ✓ Solution de bisulfite de sodium (à préparer frais) : dissoudre 0,20 g d'hydrogénosulfite de sodium solide  $\text{NaHSO}_3$  dans l'eau distillée et diluer jusqu'à 100 mL.
- Pour préparer les échantillons : diluer 5 g de miel dans de l'eau distillée jusqu'à complète dissolution.
- Ajouter 0,5 mL de solution de Carrez I et bien agiter.
- Ajouter 0,5 mL de solution de Carrez II et bien agiter.
- Verser le tout dans une fiole de 50 mL et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- Laisser reposer jusqu'à formation de 2 phases (figure 13), puis filtrer la solution.
- Dans 2 tubes à essai, pipeter 5,0 mL de la solution (pour chacun des tubes).
- Au premier tube ajouter 5 mL d'eau distillée (solution échantillon) et au deuxième 5 mL de solution de bisulfite 0,2% (solution de référence).
- Déterminer les absorbances de la solution échantillon par rapport à la solution de référence à 284 et 336 nm dans des cellules en quartz de 1 cm.
- Si l'absorbance dépasse une valeur de 0,6, diluer la solution d'échantillon avec de l'eau distillée et la solution de référence avec la solution de bisulfite de sodium dans la même mesure.



*Figure 13. Formation de 2 phases avant filtration  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*

#### 4) Conductivité électrique

- Préparation du réactif :
  - ✓ Solution de chlorure de potassium 0,1M : Dans une fiole de 100 mL, dissoudre 7,4557g de KCl dans de l'eau fraîchement distillée puis compléter au trait de jauge.
- Détermination de la constante de cellule : mesurer la conductance électrique de la solution de chlorure de potassium.
- Solubiliser 5 g de miel anhydre dans 25mL d'eau pure à 20°C.
- Plonger l'électrode dans la solution et lire la conductance électrique (figure 14). Veiller à bien rincer l'électrode avec de l'eau distillée après chaque utilisation.



*Figure 14. Mesure de la conductance d'une solution de miel  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*

#### 5) Rotation spécifique

- Préparation des réactifs :
  - ✓ Solution de Carrez I: 10,6 g d'hexacyanoferrate de potassium (II) sont dissouts dans de l'eau distillée dans une fiole, et complété jusqu'à 100 mL.
  - ✓ Solution de Carrez II: 24 g d'acétate de zinc est dissoute dans une fiole avec de l'eau distillée, on y ajoute 3 g d'acide acétique glacial et on complète jusqu'à 100 mL.
- Solubiliser 12 g de miel dans de l'eau distillée.
- Verser la solution de miel dans une fiole de 100 mL, ajouter 5mL de solution de Carrez I et bien agiter. Puis 5 mL de solution de Carrez II et agiter.
- Laisser reposer 24 h environs, il y'auras formation de 2 phases (figure15).
- Filtrer (figure 16).
- Remplir le tube polarimètre avec la solution.
- Placer le tube dans le polarimètre et lire la rotation angulaire «  $\alpha$  ».



*Figure 15. Les solutions après formation des deux phases  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*



*Figure 16. Etape de la filtration  
(Photo prise par Mlle Lakermi H.)*

#### **IV) Etude statistique**

Les paramètres de l'étude statistique (moyenne et écart type) ainsi que les diagrammes représentatifs des résultats, sont obtenus à l'aide du programme Excel 2013. Toutes les données représentent la moyenne de 3 essais plus ou moins l'écart type.

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

La wilaya de Tlemcen compte un grand nombre d'apiculteurs, qui ne cesse de croître de jour en jour. Cependant aucune étude n'a été faite jusqu'à présent sur les différents miels qu'ils produisent, et donc leur qualité reste encore à prouver afin d'éviter toute sorte de fraude. Dans ce contexte, notre étude a porté sur 7 différents miels, tous collectés de différents endroits de la région de Tlemcen, et pour lesquels un certain nombre d'analyses physico-chimiques a été réalisé, notamment l'humidité, le pH et l'acidité libre, le HMF, la conductivité électrique ainsi que le pouvoir rotatoire.

Les résultats obtenus pour le taux d'humidité des miels analysés sont très satisfaisants car ils fluctuent entre 13,9 et 19,1 % sans dépasser la valeur fixée par la commission internationale des miels ( $\leq 20\%$ ), ils sont donc moins susceptibles de fermenter. En outre la mesure de la conductivité électrique qui varie de 0,14 à 0,64 mS/cm ( $< 0,8$  mS/cm) nous a permis de déduire que tous les miels analysés sont des miels de nectar de fleur et non de miellat étant donné que ces valeurs sont toutes inférieures à 0,8 mS/cm. C'est ce que nous a permis de confirmer le pouvoir rotatoire pour lequel tous les résultats ont été négatifs, indiquant que tous les miels sont lévogyres et qu'il s'agit effectivement de miels de nectar.

De plus les valeurs de pH enregistrés sont comprises dans l'intervalle du pH des miels de nectar sauf dans le cas des échantillons 1, 5, 6 et 7 pour lesquels on suppose que ce sont des miels de mélange nectar et miellat avec un pourcentage plus élevé en nectar. D'autre part l'acidité libre notée pour ces miels oscille de 8 à 30,3 méq/Kg, s'accordant ainsi avec la limite fixée par les normes du *Codex Alimentarius* (50 méq/Kg).

Cependant les résultats de HMF obtenus notent quelques écarts, notamment pour le miel E4 où le taux de HMF atteint jusqu'à 62,90 mg/Kg ainsi que le E2 et E3. Ce qui indique une perte de qualité à cause d'une mauvaise conservation chez l'apiculteur. Ce qui n'est pas le cas pour les miels E1, E5, E6 et E7 pour lesquels la teneur en HMF varie entre 3,39 et 25,57 mg/Kg.

Enfin, l'aboutissement de ces analyses physico-chimiques nous a permis de conclure que les miels analysés sont des miels de bonne qualité et conformes aux normes exigées par la commission du *Codex Alimentarius* hormis les échantillons E2, E3 et que E4 en raison de leur taux élevé en HMF. Il est à noter que les analyses physico-chimiques réalisées au cours de ce travail ne sont pas les seuls capables de démontrer la qualité ou l'authenticité d'un miel, mais

d'autres paramètres sont aussi importants dont : teneur en cendres, activité diastase, sucres, proline, etc.



## Références bibliographiques

---

- [1] Rossant, A. 'Le Miel: Un Composé Complexe Aux Propriétés Surprenantes', 2011.
- [2] Biri, M. Le Grand Livre Des Abeilles: Cours d'apiculture Moderne. De Vecchi, 2003.
- [3] Alqarni, A. S., Owayss, A. A., Mahmoud, A. A. Mineral content and physical, properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. Journal of Saudi, and Chemical Society, 5, 618–625. 2012.
- [4] Bonté, F. Desmoulière, A., 'Le Miel: Origine et Composition', Actualités Pharmaceutiques, 52, 18–21, 2013.
- [5] Schneider, N. 'Abeilles et Guêpes Anthrophiles Du Luxembourg (Insecta, Hymenoptera, Aculeata)', Bulletin de La Société Des Naturalistes Luxembourgeois, 107, 131–145, 2006.
- [6] Adam, G., "La Biologie de l'abeille," Ec. d'Apiculture Sud-Luxembg., Pp. 1–26, 2010.
- [7] 'A. G. De, "Morphologie Générale
- [8] 'PAGE, R. PENG, C., Aging and Development in Social Insects with Emphasis on the Honey Bee, *Apis Mellifera* L. Experimental Gerontology. Vol. 36, N° 4, Pp. 695–711, 2001.
- [9] Toullec, A.N.K, Abeille Noire, *Apis Mellifera*, Historique et Sauvegarde. Thèse de Doctorat Faculté de Médecine de CRETEIL.Seine Martine. 85, 2008.
- [10] Codex-Alimentarius-Comission, Revised Codex Standard for honey Codex Stan, Rev. 2 in Standards and Standard Methods. 12-1981. 2001.
- [11] Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M., Seijo, M. C., Contribution of Botanical Origin and Sugar Composition of Honeys on the Crystallization Phenomenon. Food Chemistry, 149, 84–90, 2014.
- [12] 'White, J.R., J.W., Honey. In : Advances in Food Research. Academic Press. 287-374. 1978.
- [13] 'Binazzi, A., Scheurer, S., Atlas of the Honeydew Producing Conifer Aphids of Europe. Aracne. 2009.
- [14] Bonté, F., Desmoulière, A., Le miel: origine et composition. Actualités Pharmaceutiques. 52, 18-21. 2013.
- [15] Alqarni, A. S., Owayss, A. A., Mahmoud, A. A. Mineral content and physical, properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. Journal of Saudi, and Chemical Society, 5, 618–625, 2012.
- [16] Kamal, M. A., Klein, Determination of Sugars in Honey by Liquid Chromatography. Saudi Journal of Biological Sciences, 18, 17–21, 2011.
- [17] Karabagias, I. K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S., Kontominas, M. G. Characterisation and Classification of Greek Pine Honeys According to Their Geographical Origin Based on Volatiles, Physicochemical Parameters and Chemometrics. Food Chemistry, 146, 548–557, 2014.
- [18] Hermosín, I., Chicón, R. M., Cabezudo, M. D., Free Amino Acid Composition and Botanical Origin of Honey. Food Chemistry, 83, 263–268, 2003.
- [19] Priscila Missio da Silva and others, 'Honey: Chemical Composition, Stability and Authenticity', Food Chemistry, 196, 309–323, 2016.
- [20] Sak-Bosnar, M., Sakac, N. Direct Potentiometric Determination of Diastase Activity in Honey. Food Chemistry, 135, 827–831, 2012.
- [21] Azeredo, L., Azeredo, M.A.A., De Souza S.R., Dutra, V.M.L., Protein Contents and Physicochemical Properties in Honey Samples of *Apis Mellifera* of Different Floral Origins. Food Chemistry. 249-254, 2003.
- [22] Gheldof, N., Wang, X.H., Engeseth, N.J., Buckwheat Honey Increases Serum Antioxidant Capacity in Humans. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1500–1505, 2003.

- 
- [23] Chang, X., Wang, J., Yang S., Chen, S., Song, Y., Antioxidative, Antibrowning and Antibacterial Activities of Sixteen Floral Honeys. *Food & Function*. 541.2011.
- [24] Alvarez-Suarez, J.M., Gasparri, M., Forbes-Hernández, T.Y., Mazzoni, L. Giampieri, F., The Composition and Biological Activity of Honey : A Focus on Manuka Honey. *Foods*. 420-432, 2014.
- [25] Al-Waili, N., Salom, K., Al-Ghamdi, A.A., Honey for Wound Healing, Ulcers, and Burns : Data Supporting Its Use in Clinical Practice. *The Scientific World Journal*. 766–787, 2011.
- [26] Belhaj, O., Oumato, J., and Zrira, S., Etude Physicochimique de Quelques Types de Miels Marocains. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 3, 71–75, 2015.
- [27] Cari - Normes Internationales .L'apiculture Wallonne et Bruxelloise, 2011.
- [28] Nair, S., Identification Des Plantes Mellifères et Analyse Physicochimiques Des Miels Algériens, Thèse de Doctorat, Biochimie, Université d'Oran, 202, 2014.
- [29] Bogdanov, S.. *The Honey Book*. Chapter 5, Honey Composition. *Bee Product Science*, 1-10, 2011.
- [30] Lequet, L. Du Nectar Au Miel de Qualité: Contrôle Analytique Du Miel et Conseils Pratiques à l'Intention de l'Apiculteur Amateur. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Université Claude-Bernard Lyon I, France, 2010.
- [31] Truzzi, C., Annibaldi, A., Illuminati, S., Finale, C., Scarponi, Giuseppe. Determination of Proline in Honey: Comparison between Official Methods, Optimization and Validation of the Analytical Methodology. *Food Chemistry*, 150, 477–481, 2014.
- [32] Yücel, Y., Sultanog̃lu, P., Characterization of Honeys from Hatay Region by Their Physicochemical Properties Combined with Chemometrics. *Food Bioscience* 1, 16–25, 2013.
- [33] Gheldof, N., Wang, X.H., Engeseth, N.J. Buckwheat Honey Increases Serum Antioxidant Capacity in Humans. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 51(5):1500-5, 2003.
- [34] Chataway , H.D. The Determination of Moisture in Honey. *Canadian Journal of Research*, 6:532-547, 1932.
- [35] Nombé, I., Schweitzer, P., Boussim, J.I., Rasolodimby, J.M. Impacts of Storage Conditions on Physicochemical Characteristics of Honey Samples from Burkina Faso. *African Journal of a Food Science*, 4(7): 458-463, 2010.
- [36] Prost, P.J. Apiculture, Connaître l'abeille, Conduire Le Rucher. Lavoisier, France, 2005.
- [37] Bonté, F. Desmoulière, A., Le Miel : Origine et Composition. *Le Miel, Quel Intérêt En Cicatrisation ?*, Elsevier Masson SAS. 2013.
- [38] Marceau. J, Noreau, J. Houle, E., Les HMF et La Qualité Du Miel. Volume 15 Numéros 2. Fédération Des Apiculteurs Du Québec .Service de Zootechnie, MAPAQ.04p, 1994.
- [39] Cari - L'apiculture Wallonne et Bruxelloise - Normes Internationales, 2018.

---

## Annexe

Annexe : Table de CHATAWAY

Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)
1,5044	13,0	1,4935	17,2	1,4830	21,4
1,5038	13,2	1,4930	17,4	1,4825	21,6
1,5033	13,4	1,4925	17,6	1,4820	21,8
1,5028	13,6	1,4920	17,8	1,4815	22,0
1,5023	13,8	1,4915	18,0	1,4810	22,2
1,5018	14,0	1,4910	18,2	1,4805	22,4
1,5012	14,2	1,4905	18,4	1,4800	22,6
1,5007	14,4	1,4900	18,6	1,4795	22,8
1,5002	14,6	1,4895	18,8	1,4790	23,0
1,4997	14,8	1,4890	19,0	1,4785	23,2
1,4992	15,0	1,4885	19,2	1,4780	23,4
1,4987	15,2	1,4880	19,4	1,4775	23,6
1,4982	15,4	1,4875	19,6	1,4770	23,8
1,4976	15,6	1,4870	19,8	1,4765	24,0
1,4971	15,8	1,4865	20,0	1,4760	24,2
1,4966	16,0	1,4860	20,2	1,4755	24,4
1,4961	16,2	1,4855	20,4	1,4750	24,6
1,4956	16,4	1,4850	20,6	1,4745	24,8
1,4951	16,6	1,4845	20,8	1,4740	25,0
1,4946	16,8	1,4840	21,0		
1,4940	17,0	1,4835	21,2		

## Résumé

Le miel est le fruit du travail laborieux fourni par les abeilles mellifères. C'est une substance sucrée aux innombrables composés, qui varient d'un miel à un autre affectant ainsi sa qualité. Notre présent travail contribue à l'évaluation de 7 échantillons de miel produits dans la région de Tlemcen en se basant sur les normes internationales du *Codex Alimentarius*. Pour cela cinq paramètres physico-chimiques ont été réalisés, notamment l'humidité, le pH et l'acidité libre, le HMF, la conductivité électrique ainsi que la rotation spécifique. Les résultats révèlent : une teneur moyenne en humidité de  $17,0 \pm 0,3$  (%), une acidité libre moyenne de  $18,7 \pm 1,5$  méq/Kg, un pH acide de  $4,57 \pm 0,8$ , une valeur moyenne en HMF de  $31,64 \pm 4,69$  mg/Kg, une conductivité électrique de  $0.34 \pm 0.01$  mS/cm ainsi qu'un pouvoir rotatoire moyen de  $-17.2 \pm 0.1$ . Ces résultats ont prouvé que les miels analysés sont des miels de nectar et qu'ils sont de bonne qualité et peu susceptible de fermenter.

**Mots clés :** miel, abeilles mellifères, *Codex Alimentarius*, paramètres physico-chimiques, nectar.

## Abstract

Honey is the fruit of laborious work of the honey bees. It is a sweet substance with various compounds that vary from one honey to another, thus affecting its quality. Our present work contributes to the evaluation of 7 honey samples produced in the Tlemcen region based on international standards of the *Codex Alimentarius*. For this, five physicochemical parameters have been realized, including humidity, pH and free acidity, HMF, electrical conductivity and specific rotation. The results reveal: an average moisture content of  $17.0 \pm 0.3$  (%), an average free acidity of  $18.7 \pm 1.5$  meq / kg, an acidic pH of  $4.57 \pm 0.8$ , an average HMF value of  $31.64 \pm 4.69$  mg / kg, an electrical conductivity of  $0.34 \pm 0.01$  mS/cm and an average rotation power of  $-17.2 \pm 0.1$ . These results have shown that the honeys analyzed are honeys from nectar and that they are of good quality and unlikely to ferment.

**Key words:** honey, honey bees, *Codex Alimentarius*, physicochemical properties, nectar.

## ملخص

العسل منتوج من طرف النحل. إنها مادة حلوة تحتوي على مركبات لا حصر لها تتنوع من عسل إلى آخر مما يؤثر على جودتها. يساهم عملنا الحالي في تقييم 7 عينات من العسل في منطقة تلمسان بناءً على المعايير الدولية لهيئة الدستور الغذائي. وقد تم تحقيق هذه المعايير الفيزيوكيميائية الخمس، بما في ذلك الرطوبة، درجة الحموضة والحموضة الحرة، HMF، التوصيل الكهربائي و النشاط الضوئي. وأظهرت النتائج: متوسط محتوى الرطوبة بقيمة  $17.0 \pm 0.3$  (%)، متوسط الحموضة الحرة  $18.7 \pm 1.5$  مكافئ/كغ، ودرجة الحموضة  $4.57 \pm 0.8$ ، متوسط قيمة HMF  $31.64 \pm 4.69$  مغ/كغ، والتوصيل الكهربائي  $0.34 \pm 0.01$  (ms/cm) ومتوسط الدوران الضوئي  $-17.2 \pm 0.1$ . أثبتت هذه النتائج أن عينات العسل التي تم تحليلها كلها من الرحيق وأنها ذات نوعية جيدة تتوافق مع المعايير الدولية لهيئة الدستور الغذائي.

**كلمات المفتاح:** عسل، النحل، الدستور الغذائي، المعايير الفيزيوكيميائية، الرحيق.