

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



# Analyses physico-chimique du miel de quelque miel de la wilaya : Ain Defla , Djendel, Bathia , Bourached et Miliana.

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

**Faculté:** Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre  
**Département:** Sciences Agronomiques  
**Spécialité:** Sciences et techniques des productions animales

Soutenu le: 31/05/2015

Par

YAHIA MAHAMMED Sarah

YAHIA MAHAMMED Wissam

Jury

**Président:** Mr HAMIDI Djamel

**Grade:** Maître assistant

**Promoteur:** Mr KOUACHE Ben moussa

**Grade:** Maître assistant

**Examineurs:**

**1-** Mr MOUSS AbedElhak Karim

**Grade:** Maître assistant

**2-** Ait Ouazzou Abdenour.

**Grade:** Maître assistant

Année universitaire : 2014/2015

## **REMERCIEMENTS**

*Nous tenons en premier à remercier dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, L'amour du savoir et surtout la patience pour pouvoir produire ce modeste travail.*

*Nous tenons remercier notre promoteur Mr KOUACHE B.M pour son aide, ses orientations judicieux, ses qualités d'ordre et d'efficacité et pour l'élaboration de ce travail.*

*Nous voudrions remercier le président de jury Mr HAMIDI Djamel et les examinateurs de notre travail Mr MOUSS A et Mr Ait Ouezzou  
Abdenour*

*Au personnel de laboratoire centrale (I.T.ELV) , a Mme DIAF Soumia directrice responsable , et a MEBROUK Hafsa du laboratoire analyse physicochimique du miel , et a Tous les gens qui nous donnée l'aide de prés et de loin.*

# *Dédicaces*

*Avant tous je remercie mon Dieu qui m'a donnée la volonté de continuer  
mes études et faire ce modeste travail.*

*Je le dédie à Ma chère maman qui m'a encouragée, et qui m'a entourée  
d'amour, que Dieu la garde et la protège.*

*A mon cher père qui grâce à lui j'ai trouvé mon chemin.*

*Comme je dédie aussi ce travail a tous mes chers frères et mes sœurs.*

*A mes amies : Karima , Aicha et son fils , a toute ma famille.*

*Et à toutes les personnes qui me connaît.*

*A tous la promotion sciences et techniques de production animales*

*2014/2015*

*SARAH*

# *Dédicaces*

*Avant tous je remercie mon Dieu qui ma donnée la volonté de continuer mes études et faire ce modeste travail.*

*A ma chère mère, l'être le plus pur, le plus honnête, l'ange Gardien de ma vie, J'espère que je suis la bonne fille que t'as rêvé de l'avoir.*

*Chère mère; aucun mot ne peut exprimer ta valeur pour moi.*

*A mon père, je ne peux jamais imaginer une vie sans toi, merci pour ta patience, pour ton soutien infini; pour tes conseils d'or tout à la langue de ma vie, j'espère que je serai une source de fierté pour toi.*

*A tous mes chers frères et Ma sœur et Ma belle sœur.*

*A tous mes amis (es), a toute ma famille.*

*Et à toutes les personnes qui me connait.*

*A tous mes enseignants, je leurs exprime ma profonde gratitude.*

*A tous la promotion sciences et techniques de production animales*

*2014/2015*

*Wissam*

## *Les abréviations*

**HMF** : Hydroxy-methyl-furfural

**D.P.A.T** : Direction des Planifications et d'Aménagement de Territoire.

**SAT** : Superficie Agricole Totale.

**CE** : conductivité électrique

**CETAM** : centres d'études apicoles de Moselle

**ISO**: International Standardization for Organization.

**Méq** : Milliéquivalent

**DSA** : Direction des Services Agricoles

**ITELV**: Institut Technique des Elevage

## *Liste des figures*

<b>Figure</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 01:</b> Composition moyenne du miel.....	<b>07</b>
<b>Figure 02:</b> Composition générale moyenne du pollen frais.....	<b>15</b>
<b>Figure 03:</b> Relation entre la conductivité électrique et le taux de cendre.....	<b>20</b>
<b>Figure 04:</b> La carte géographique de la wilaya d'Ain Defla.....	<b>27</b>
<b>Figure 05:</b> La teneur en eau pour chaque type de miel.....	<b>36</b>
<b>Figure 06:</b> La teneur en degré de Birx pour chaque type de miel.....	<b>37</b>
<b>Figure 07 :</b> La teneur conductivité électrique pour chaque type de miel.....	<b>38</b>
<b>Figure 08 :</b> pH de chaque type du miel.....	<b>40</b>
<b>Figure 09 :</b> L'acidité libre de chaque type de miel.....	<b>41</b>
<b>Figure 10 :</b> HMF ou Hydroxy-méthyl-furfural pour chaque type de miel .....	<b>42</b>
<b>Figure 11 :</b> la couleur de chaque échantillon selon l'indice de PFUND .....	<b>44</b>

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01:</b> Composition du nectar de quelques espèces végétales.....	04
<b>Tableau 02:</b> sels minéraux et oligo-éléments du miel.....	10
<b>Tableau 03:</b> Les vitamines dans le miel, en mg/100g.....	13
<b>Tableau04:</b> Préparation de la solution aqueuse de miel.....	32

# Résumé

## ملخص

ان العسل مركب بيولوجي جد معقد ذات تنوع عالي مما يعطيه خواص متعددة من الجانب التغذوي كما من الجانب الطبي. يهدف عملنا هذا الى الدراسة الفيزيوكيميائية لعينات اخذت من مناطق مختلفة من ولاية عين الدفلى (عين الدفلى, بطحية; بوراشد, مليانة, جندل, عين الدم). تحليل الخصائص الفيزيوكيميائية للعسل المدروس بينت ان كمية الماء هي 16.4 (%), درجة الحموضة هي 3.95, كمية الاحماض (meq/kg) 31.25, و الناقلية الكهربائية  $0.32 \times (10)^{-4}$  (mS/cm), و الهيدروكسيلميثيلفيرفورال 15,88 (mg/kg). سمح تحليل حبوب الطلع بتحديد 12 عائلة كما تبين ان عسل ولاية عين الدفلى يتميز بهيمنة عائلات (Fabacées), (Apiacées), (Myrtaceae), (Brassicaceae).

الكلمات المفتاحية: العسل, تحاليل فيزيوكيميائية.

## Abstract:

The Honey is a very complex biological compound with very wide diversity, giving it a multitude of properties, both nutritionally as therapeutically. The objective of our work is to make a physicochemical study Of some types of honey which were harvested in different regions of Ain defla (Ain defla, Bethhia, Bourached, Miliana, Djendel, Ain dem).

Analysis of physico-chemical properties of honey studied shows a water content of 16.4 (%), pH of 3.95, an acidity of 31.25 (meq/kg) and electrical conductivity of  $0.32 \times (10)^{-4}$  (mS/cm), an HMF of 15,88 mg/kg. These characteristics are more frequently used as the best indicators of the quality and stability of honey, and having a great influence on organoleptic properties. Melissopalynology allowed the identification of 12 families. Honey from the region of Ain defla is characterized by a dominance of (Fabacées), (Apiacées), (Myrtaceae), (Brassicaceae).

**Keywords:** Honey, physicochemical analyzes

## Résumé:

Le miel est un composé biologique très complexe, d'une très grande diversité, lui conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. L'objectif de notre travail vise à faire une étude physicochimique de quelques types du miel récoltés dans différentes régions de la wilaya d'Ain defla (Ain defla, Bethhia, Bourached, Miliana, Djendel). L'analyse des paramètres physico-chimiques du miel étudié, montre une teneur en eau de 16,4 (%), un pH acide de 3.95, une acidité de 31.25 (meq/Kg) et une conductivité électrique de  $0.32 \times (10)^{-4}$  (mS/Cm). une teneur de HMF de 15,88 mg/kg. La Méliissopalynologie a permis l'identification de 12 familles, la miel de Ain defla et caractérisé par une dominance de (Fabacées), (Apiacées), (Myrtaceae), (Brassicaceae).

**Mots clés :** Miel, analyses physicochimiques.

# Sommaire

Les abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	

Introduction.....	01
-------------------	----

## I. Partie bibliographique

Chapitre 01 généralité du miel.....	03
1- Définition du miel .....	03
2- Classification des miels.....	03
2.1 Miel de nectar de fleurs.....	03
2.1.1- Composition du nectar.....	03
2.1.2 -Différents types du miel de nectar de fleurs.....	04
2.2- Miel du miellat.....	05
2.2.1 - Composition du miellat.....	05
3- Formation du miel .....	06
3.1 - Fabrication du miel par les abeilles.....	06
3.2 Transformation chimique .....	06
4- Composition chimique du miel.....	07
4.1 - Eau.....	07
4.2 Les sucres .....	08
4.2.1 Rapport fructose/glucose.....	08
4.2.2 Saccharose.....	09
4.2.3 Maltose.....	09
4.2.4 Mélézitose( tri saccharides).....	19
4.3- Sels minéraux et oligo-éléments.....	10
4.4 Protéines.....	10
4.5 Enzymes.....	11
4.6 Les colloïdes du miel.....	12
4.7 Les composés aromatiques.....	12
4.8 Composé phénoliques .....	12
4.9 Les vitamines .....	13
4.10Les acides .....	13
4.11L'hydroxyméthylfurfural (HMF) .....	13
4.12lipides .....	14
5- Les pollens.....	14

## II. Chapitre 02 : les analyses de miels

1 Analyses physico-chimiques .....	17
1.1 L'analyse physique .....	17

1.1.1	La Densité .....	17
1.1.2	La Conductibilité électrique .....	17
1.1.3	Le pH.....	18
1.2	Analyse chimique.....	18
1.2.1	La teneur en eau.....	18
1.2.2	Le Dosage des sucres.....	18
1.2.3	L'hydroxyméthylfurfural (HMF).....	18
1.2.4	L'acidité.....	19
1.2.5	La teneur en cendres.....	19
1.2.6	Relation entre la conductivité électrique et les cendres .....	20
2-	L'Activité diastasique (ou enzymatique).....	21
3-	La méliisso-palynologie.....	21
4-	Analyse Nutritionnelle.....	22
4.1	Détermination du taux de matière grasse (selon la méthode de SAUVANT)	22
4.2	Détermination du taux de protéine.....	22
5	L'analyse sensorielle.....	23
6-	Caractéristiques du miel .....	23
6.1	Caractéristiques organoleptiques .....	23
6.2	Propriétés thérapeutiques.....	24
6.3	Propriétés nutritives .....	25
<b>III. Partie expérimentale</b>		
1.	Objectifs du travail .....	26
2.	Situation géographique de la région étudiée .....	26
3.	Lieu de travail .....	29
4.	Matériel et méthodes .....	29
4.1	Matériel biologique .....	29
4.2	Méthode d'analyse .....	29
4.2.1	analyse physique et chimiques .....	29
4.2.1.1	La détermination de la teneur en eau .....	29
4.2.1.2	Détermination de degré Brix .....	30
4.2.1.3.	conductivité électrique .....	30
4.2.1.4	pH.....	30
4.2.1.5	Acidité libre .....	31
4.2.1.6	Détermination du HMF ou Hydroxy-methyl-furfural.....	31
4.2.1.7	Détermination de la couleur .....	33
4.2.2	Analyse pollinique .....	34
5.	Résultats et discussion .....	36
6.	Conclusion .....	48

**Référence bibliographique**  
**Annexe**

# Introduction

## Introduction

Le miel, cette substance précieuse, offerte par la nature est connue et utilisée par l'homme depuis les temps les plus reculés .Ce produit noble de la ruche représente l'une de denrées alimentaires les plus appréciées par l'homme et ceci grâce à ses propriétés nutritives et thérapeutiques.

Actuellement, en Algérie le miel est sujet à un certain nombre de spéculations quant à son origine et ses qualités physico- chimiques.

En plus le consommateur algérien est confronté à la cherté de ce produit noble n'arrive pas à faire la différence entre un produit authentique et un autre falsifié et cela à cause de l'absence de structures officielles qui contrôlent les qualités des produits locaux.

C'est dans cet objectif, que notre travail se base essentiellement sur les analyses physicochimiques. Celles –ci nous permettent d'identifier les propriétés déférents miels récoltés dans des dates et des régions différents de la wilaya de Ain Defla (Cas commune djendel, et Miliana).

A cet effet, nous allons nous intéresser en premier lieu aux données bibliographiques qui ont un lien direct avec ce sujet .En second lieu un travail expérimentale d'analyses physicochimiques de nos miels est réalisé après la mise en place d'un protocole mettant l'accent sur le matériel et les méthodes utilisés dans les déférentes analyses.

Ensuite, nous interprétons et discuterons les résultats obtenus .pour achever ce travail nous mettons en relief quelques recommandations utiles pour la chercheure, l'apiculteur et le consommateur.

# **Partie**

# **Bibliographique**

## **Chapitre 01 : généralité du miel**

### **1. Définition du miel :**

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, 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**).

### **2. Classification des miels :**

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

#### **2.1 Miel de nectar de fleurs**

Le nectar, qui est en générale la source principale de miel, est le liquide sucrée 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 (**Marchenay et Berard, 2007**).

##### **2.1.1- Composition du nectar :**

Le nectar est mélange chimique complexe constitué d'eau, de sucres, ainsi que d'autre substances (protéines, lipides, minéraux, etc.) (**LQUET , 2010**).les principaux constituants du nectar sont l'eau et les sucres (saccharose, fructose, glucose); la teneur en eau est fortement variable de 20 à 95 %.le nectar contient aussi des acides organiques , des acides aminés , des protéines ,des enzymes des vitamines et des substances aromatiques .ces substances sont présentées en faible quantité qui ne dépasse pas 1% .la teneur en sucre du nectar varie avec l'humidité atmosphérique et le temps, la production du nectar et sa qualité sont sous la

dépendance de facteurs écologiques (nature de sol , hygrométrie, altitude, exposition) et météorologique (**Schweitzer, 2004**) .

Le nectar est composé de trois sucre principaux (le saccharose, le glucose, le fructose).les proportions de ces trois sucres varient d'une plante a une autre et influent sur la qualité du miel d'après (**Schweitzer, 2005**) les nectars contiennent plus ou moins de saccharose.

On les classe en :

Des nectars à saccharose prédominant ;

Des nectars à taux égaux de saccharose, fructose et glucose ;

Des nectars avec prédominances du glucose et fructose.

**Tableau 01: Composition du nectar de quelques espèces végétales (Schweitzer, 2005)**

Types de nectar	Nectar de lavandes	Nectar de chèvre feuille
<b>Composition</b>	8% Eau 8% Saccharose 7.5 % Glucose 4.5 % Gomme, résidus et pertes	76% Eau 12% Saccharose 9% Glucose 3% Dextrine, résidus et pertes

### 2.1.2 -Différents types du miel de nectar de fleurs

Selon **Nair (2006)**, les miels de nectar de fleurs peuvent être divisés en deux 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. **EMMANUELLE et al. (1996)** 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.

Le miel peut avoir une origine florale mais aussi animale. Par exemple, la présence de mélézitose est caractéristique du miellat, absente chez les miels de fleurs (**BLANC, 2010**).

➤ **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 (**ROSSANT, 2011**).

➤ **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 (**ROSSANT, 2011**).

## **2.2 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 (**Bruneau, 2004**) .

Il est difficile d'observer les abeilles effectuer ce type de butinage. Il a été montré qu'en présence d'une grande quantité de nectar, elles délaissent le miellat. Cependant, lorsque les conditions climatiques défavorables, le miellat peut représenter une source nutritive intéressante pour l'abeille (**Clément 2006**).

### **2.2.1 - Composition du miellat :**

D'après **Bogdanov et al, 2005** le miellat est composé généralement des sucres d'où la composition est très différentes des nectars avec présence de glucose, de tri holoside comme les mélézitose et même quelque fois de sucre supérieures.

Le miellat contient aussi de dextrine, de gommes, de protéines, et d'acides aminés, des vitamines telles que la thiamine et la biotine et d'acides organique (acide nitriques et acide maliques); la charge minérale est également très importantes (**Bruneau ,2004**).

Leur production est sous la dépendance de nombreux facteurs écologiques: sol, microclimat, insectes « éleveurs de puceron » comme les fourmis (**Schweitzer, 2004**).

### 3. Formation du miel :

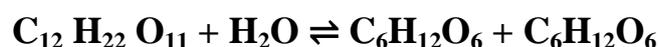
#### 3.1 Fabrication du miel par les abeilles

Une butineuse effectue entre 20 et 50 voyages par jour, chacun demandant environ 15 minutes (ALVAREZ, 2010). Le rayon d'action moyen se situe entre 500 mètres et 2 kilomètres, d'où l'importance, en plus des conditions climatiques et de la nature du sol, de la végétation des alentours du rucher. Les abeilles butineuses ajoutent de la salive au nectar ou au miellat qu'elles recueillent, ce qui le rend fluide et surtout 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 aux ouvrières d'intérieur et aux mâles. 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.

De retour à la ruche, Déposé dans les alvéoles, le miel sera concentré, protégé; il achèvera sa transformation biochimique (ALVAREZ, 2010).

#### 3.2 Transformation chimique

Les sucres se transforment. En particulier, le saccharose devient un mélange de glucose (dextrose) et de fructose (lévulose) sous l'action d'une enzyme, l'invertase, incorporée au nectar par la salive des abeilles. Ceci représente 90% des sucres totaux du miel (GONNET et VACHE, 1985). La transformation, conversion, s'exprime par l'équation suivante :



En effet, certains du pollen de la fleur tombe dans le nectar récolté par les abeilles est stockée dans l'estomac, elles sont régurgités avec le nectar. En outre, certains grains de pollen attachent souvent eux-mêmes pour les différentes parties du corps comme les jambes, les abeilles, les poils d'antenne, et aussi dans les yeux des abeilles visitent. Ce pollen sera ensuite s'emmêler dans la ruche et par conséquent pénétrer dans le miel (ALVAREZ, 2010).

#### 4- Composition chimique du miel:

Comme nous l'avons vu précédemment, le nectar à l'origine du miel possède une composition différente pour chaque plante.

Cette différence, aussi infime soit-elle, se retrouve dans les miels, ce qui leur donne une saveur, une couleur ainsi qu'une évolution propre. Comme pour les vins, les récoltes de miels sont différentes selon les régions, mais aussi selon les conditions climatiques de l'année. (WYKESG, 1952).

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 (sucrose, etc.) (JEREMY, 2012).

Hydrates de carbones (sous formes de sucres divers) : 79,5%

Eau : 17%

Divers : 3,5%

Il est évident qu'en réalité, cette composition est beaucoup plus complexe et aujourd'hui, tous les constituants sont loin d'être connus (figure ...).

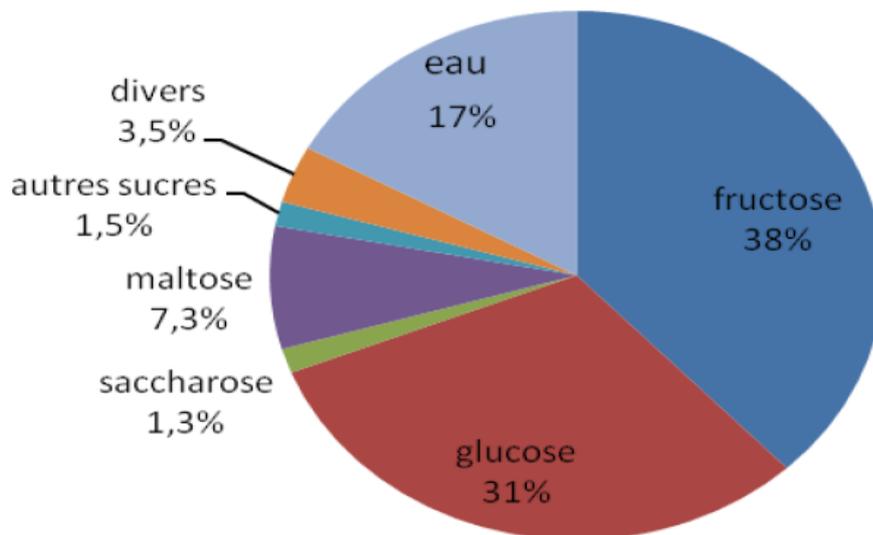


Figure n°1: Composition moyenne du miel (BRUNEAU, 2002).

##### 4.1 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 (Terrab et al. 2002).

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. En qu'il existe qu'un très faible danger de fermentation. Les teneurs en eau élevées sont à mettre au compte d'une récolte trop précoce et d'un climat humide (**BOGDANOV et al. 2004**).

#### 4.2 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 % (**Gleiter et al. 2006**).

Les proportions en glucose et fructose ne sont jamais équilibrées, ceci et dû à la composition des nectars en sucre réducteurs avec des quantités variables (**Miriam et al. 2005**).

D'autres sucres tels que le maltose 7,2%, le saccharose 1,5% et quelque oligosaccharide 4,2% sont présents dans le miel (**Shin et Ustinol, 2005**).

##### 4.2.1 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 (**Dailly, 2008**).

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**.

Les miels riches en fructose restent 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 (**Polus, 2008**).

#### 4.2.2. 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.

Il existe certaines différences végétales qui ont fournis le nectar ; les miels châtaignier *Castanea sativa*, de tilleul de bruyère , de fleur d'oranger et de certains espèces de labiacées sont riches en saccharose, par ailleurs les miels de colza , de trèfle ,de sarrasin sont pauvres en saccharose (**Guler et al.,2007**).

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 , les plus forte teneur en saccharose son observée lorsque les colonies sont faible (**Allipi , 2000** ).

#### 4.2.3 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 2à3 fois et parfois jusqu'à 10 fois plus de maltose que da saccharose. Compte tenue de l'ensemble du groupe de Maltose, il est possible de rencontrer des miels contenant 10% de maltose et d'iso maltose (**Cavia et al. 2006**).

#### 4.2.4 Mélézitose( tri saccharides):

Une teneur élevée en mélézitose est caractéristique de certain miel de miellat, tandis que ce sucre fait défaut dans les miels de fleurs, il peut constituer 4% à11% de sucres totaux, allant jusqu'à 16% de la matière sèche. Les miels riches en mélézitose se cristallisent souvent alors qu'il est sont encore dans les rayons de sortes 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 méléze, de tilleul ou certains variétés d'épicéa, certains miellat arrivent à renfermer des taux de mélézitose atteignant 15%à18% (**Kayacier et Karaman, 2008**).

#### 4.2 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 03.

**Tableau 02:** sels minéraux et oligo-éléments du miel (Mores et al, 1980)

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

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 (Nanda et al. 2003).

Selon l'origine géographique et botanique des miels, la teneur en matière minérale et la conductivité électrique seront différentes (Nair, 2006).

Il existe un rapport linéaire entre conductivité électrique et teneur en matière minérale d'un miel sur la base duquel il est possible de calculer la teneur en matière minérale à partir de mesure la conductivité électrique (BOGDANOV et al. 2004).

#### 4.4 - 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 (MEDA et al, 2005).

La teneur en protéine varie avec la quantité de grain du pollen dans les miels, les miels sont généralement pauvre en protéine . les protide du miels sont soit des protéine, soit des

acides aminé libre . Les recherches plus récentes ont permis de mettre en évidence la présence de 10 acides aminés libres différents (MEDA, 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% ) (Anklam , 1998 ).

#### 4.5 - Enzymes :

Le miel contient plusieurs enzyme qui peuvent provenir selon (HAMMOUDI et BOUDERHEM, 2009) des abeilles, du pollen du nectar, ou encore des microorganismes. D'après DONADIEU(2006), 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 sot importantes pour l'appréciation du miel (Serrano et al 2007) .

Les enzymes du miel ont fait l'objet d'un très grande nombre d'étude et d'observation, cela teint essentiellement au fait qu'on utilise pratiquement ces substances comme des indicateurs de chauffage du miel ; la destruction est sensiblement proportionnelle au temps de chauffage et à la température (Persano Oddo et al. 1999)

Lobreau-Callen et al 1999 rapportent les donnée suivantes, sur les enzymes : l' $\alpha$ -amylase et  $\beta$ -amylase, diatase ou enzymes de la digestion de l'amidon son présentes dans tous les miels frais en quantités variable suivants l'origine de miel.

Les invertases sont les enzymes responsable de la transformation du saccharose du miel et donne naissance à de la peroxydase d'hydrogène ou eau oxygénée et la gluconolactone. Ces trois types d'enzyme sont sensible à la chaleur : à 10°C, elles peuvent se conserver de nombreux années, à 20°C, seulement quelques heures .pour rester naturel , le miel ne doit pas être chauffé.

D'autre enzyme sont également présents :

Catalase

La phosphatase acide

#### 4.6 - 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( **Guillén et al ., 2011**) .

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 ( **Brudzynski et Miotto,2011**).

#### 4.7- 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 (**Cuevas-gloire et al. 2007**)

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 ( **Bousetta et al ., 1992**).

Les constituants aromatiques interviennent en proportions variable selon les différentes provinces du miel (**Guler et al. 2007**).

#### 4.8- Composé phénoliques :

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires dont les principales sources sont les 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 (**AL-Mamary et al. 2002**) .

Les phénols interviennent sur la couleur par l'intermédiaire des flavonoïdes susceptible de contribuer à la coloration jaune (**Amiot et al ., 1989**)

D'autre part, les flavonoïdes les mieux représentés dans le miel sont la chrysin, l'apigénine; l'hespétine, la pinocembrine, la pinobnksine et la galangine (**Marquele et al. 2005; Meda, 2005**)

#### 4.9 Les vitamines :

Il convient de rappeler tout d'abord que le miel est un aliment pauvre en vitamine (**Bogdanov et Matzke ,2003**). 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 ( **Ciulu et al.,2011**).

**Tableau 03:** 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

#### 4.10. 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**).

#### 4.11 L'hydroxyméthylfurfural (HMF) :

L'hydroxyméthylfurfural, ou simplement HMF, un dérivé de la déshydratation des hexoses qui se forme dans le miel au cours de son vieillissement, dans un miel conservé à température ordinaire (entre 15 et 20 °C ) (**Küçük et al .,2007**).

Le taux de l'HMF augmente progressivement, lentement tout d'abord pour s'accélérer par la suite. La teneur initiale en HMF serait multipliée par 1.10 au bout de 6 mois et par 2 au bout d'un an.

Cette progression serait plus rapide dans les miels à PH faible (compris entre 3 et 3.5) (**Gonnet ,1999**).

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. 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 ( **Tosi et al .,2004**).

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 ( **Downey et al ., 2005 ; Zappala et al .,2005**)

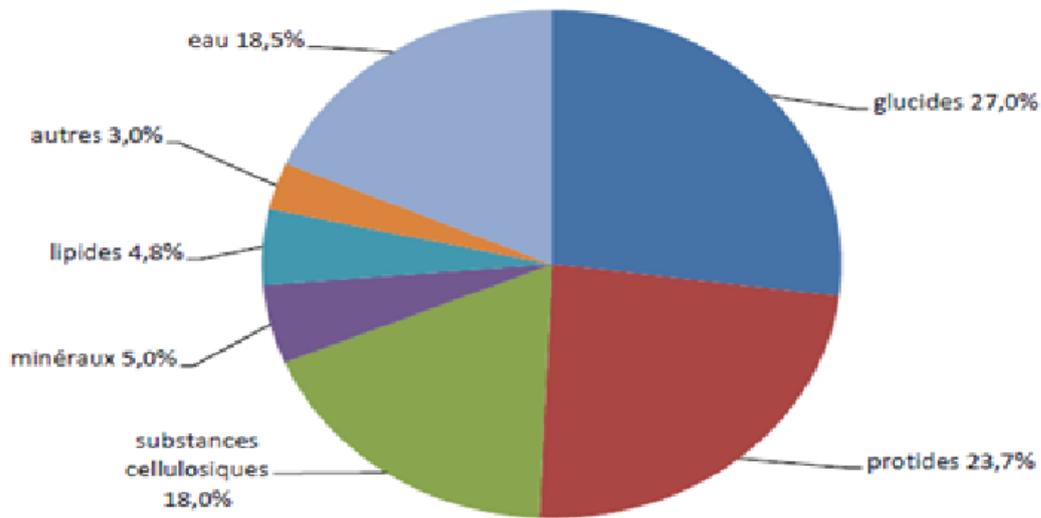
#### **4.12 Lipides :**

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.

### **5 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, subtropical 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 quantitatives 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.

## 5.1 Composition générale du pollen frais :



D'après Bruneau 2009

Figure2 : Composition générale moyenne du pollen frais

### 5.1.1 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 (**Bruneau 2009**) et la minorité par d'autres sucres et de l'amidon (**Apimondia 2001**).

### 5.1.2 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 (**Apimondia 2001**).

### 5.1.3 Protéides

Les protéides 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 (**Bruneau 2009 ; Hagazi 2001**). La provenance du pollen étant d'une grande diversité, la quantité d'acides aminés est donc variable et les proportions fluctuantes (**Apimondia 2001**).

Glucides 27,0%

Protides 23,7%

Substances

Cellulosiques 18,0%

Minéraux 5,0

## II. Chapitre 02 : Les analyses du miel

### 1. Analyse physicochimique :

Le miel contient un très grand nombre de substances, mais il existe entre les miels des variations de composition relativement important qui sont liées à leur origine florale et géographiques.

Les principaux paramètres de miel sont la coloration, l'humidité, la teneur en matière insolubles dans l'eau, la conductivité électrique, le pH et l'acidité, le spectre de sucre, la teneur en hydroxyméthylfurfural (HMF), l'activité de l'amylase également appelé indice diastasique, l'activité de l'invertase, le dosage de glycérol et le pouvoir rotatoire (**Bogdanov et al. 1997**).

#### 1.1 Analyses physiques:

##### 1.1.1 La Densité :

Le poids spécifique est en fonction principalement de la teneur en eau. un miel récolté trop tôt extrait dans un local humide ou abandonné longtemps dans un maturateur contient trop d'eau ce défaut se décèle au densimètre ou au réfractomètre (Jean-Prost, 2005) .

La valeur de densité entre 1.39 et 1.44 °C à 20°C .Elle est fonction de la teneur en eau et à moindre degré de la composition chimique du miel (**Gonnet, 1982 ; Lobreau-Callen et al. 1999 ; Al-Khalifa et Al-Arif, 1999**).

##### 1.1.2 La Conductibilité électrique :

La conductivité électrique est un paramètre qui montre une grande variabilité liée à l'origine florale, il est considéré comme l'un des meilleurs paramétré pour la différenciation entre les miels de différents origines florales (**Terrab et Heredia, 2004; Terrab et al. 2004**). La conductivité électrique permet de distinguer aisément des miellats, des miels des fleurs, **d'après Downey et al, (2005)**; les miels de miellat, possèdent une conductibilité électrique beaucoup plus élevée que les miels de fleurs.

D'autre part la conductibilité électrique d'un miel est en rapport avec sa couleur , selon **Gonnet (1984) ; Kašonienė et al .( 2010 ) ; Louvaux (1980)** , les miel foncé conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs.

**Alqarni et al. (2012) ; Piazza et al (1991)** ont indiqué qu'il existait une corrélation entre le contenu de substances minérales et le couleu , étant les miels plus foncées celles qui présentent un contenu de cendres plus important.

### 1.1.3 Le pH

Le pH ou potentiel d'hydrogène ou indice de Sorensen est défini comme le cologarithme de concentration en ions H dans une solution. Pour le miel, est un indice de la « réactivité acide » du produit (Vanhanen et al., 2011; Louveaux, 1985).

Les miels de nectar ont un faible (de 3.3 à 4.5) tandis que les miels de miellats ont un pH peu plus élevé (Pesenti et al., 2008).

## 1.2 Analyses chimiques:

### 1.2.1 La teneur en eau:

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et peut renseigner sur sa stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours du stockage ; donc elle conditionne la conservation des produits (De Rodriguez et al., 2004; Küçük et al., 2007). Le risque de fermentation est très faible pour les miels qui contiennent moins de 18% (Carvalho et al., 2009).

### 1.2.2 Le Dosage des sucres

Les critères de qualité du miel en ce qui concerne les sucres sont d'une part la quantité totale de glucose et fructose, d'autre part la teneur en saccharose (BOGDANOV et al., 1997 et Cordella, 2003).

Pataca et al. (2007), démontrent que le glucose et le fructose dominent nettement ; les autres sucres peuvent se trouver à l'état de trace ou en quantité plus ou moins importantes mais toujours dans des proportions ne dépassant pas quelques pour cent (Ouchemoukh et al., 2010).

#### Sucres réducteurs :

Le miel est une solution extrêmement concentrée de sucres simples, parmi ces sucres, figurent le fructose et le glucose, que l'on trouve en quantité voisine dans les miels (Tosun, 2013).

### 1.2.3 L'hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'hydroxyméthylfurfural (HMF) est un sucre de dégradation du fructose naturellement présent dans tous les miels à la récolte à l'état de trace ; (1 à 3mg/kg) (Fallico et al., 2004 ; Makhloufi et al., 2010)

La concentration en HMF est reconnue comme indicateur du niveau de fraîcheur du miel (**Corbella et Cozzolino, 2006**), critère important pour la détection des miels surchauffés, d'autant que l'HMF est présent en quantité faible ou absent dans les miels frais (**Karabourniotti et Zervalaki, 2001**).

#### **1.2.4 L'acidité**

L'acidité est un critère de qualité important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette acidité provient d'acides organiques dont certains sont libre et d'autres combinés sous forme de lactones. Certains de ces acides proviennent du nectar ou du miellat mais leur origine principale provient des sécrétions salivaires de l'abeille ; le principal acide dérive du glucose sous forme d'acide gluconique. sa formation s'accompagne de de dégagement d'eau oxygénée (**Gomes et al. 2010 ; BOGDANOV. et al. 2004 Louveaux , 1968**)

#### **1.2.5 La teneur en cendres**

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**).

Les cendres sont déterminées par le contenu de substance minérale du miel. ce contenu dépend fondamentalement et quantitativement aux caractéristiques du sol et du climat de la région du miel (**Vanhanen et al. 2011 ; Terrab et al., 2004 ; White, 1978**).

**Feás et al. (2011) ; White et al, (1980) ; Felsner et al. (2004)** ont confirmé l'existence d'une relation entre la couleur des miels et leurs teneurs en cendres. Les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés.

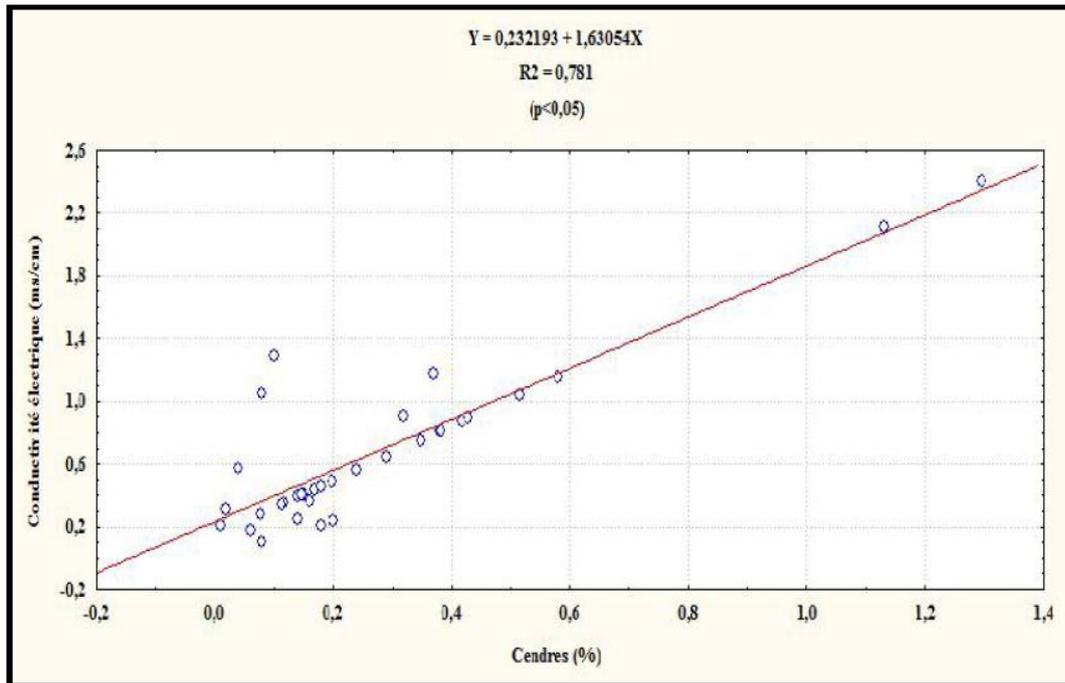


Figure03: relation entre la conductivité électrique et le taux de cendre.

### 1.2.6 Relation entre la conductivité électrique et les cendres :

Puisque les teneurs en matières minérales et la conductibilité électrique évoluent dans le même sens, donc il est possible qu'il existe une relation entre les deux variables.

La figure 1 montre une corrélation positive entre la teneur en minéraux et le taux de la conductivité électrique ; la tendance est linéaire, le coefficient de corrélation  $R=0.883$ , ce qui indique que cette corrélation est élevée.

**Salamanca et Serra, (2002)**, ont trouvé une dépendance linéaire entre les deux paramètres. **Acquarone et al. (2006)** ont rapporté des résultats similaires et ont suggéré que la relation était due à la concentration totale d'ions dans le miel.

## 2 L'Activité diastasique (ou enzymatique)

L'indice diastasique représente l'activité enzymatique de l'amylase dont la valeur, malgré une variabilité naturelle, traduit la dégradation des enzymes naturelle du miel (**Sak-Bosnar et Sakač, 2012**). La grande variabilité de ce paramètre et le fait qu'il dépend fortement de l'origine botanique du miel ont été confirmés et quantifiés par **Persano et al. (1990)**

L'importance de cette enzyme réside dans le fait que sa présence dans le miel est considérée comme un indice de qualité (**Kahraman et al. 2010**). Ainsi, le **codex Alimentarius** inclut sa détermination comme un standard de qualité (**Aldcorn et al, 1985 ; Makhloufi et al .2007**)

L'activité de diastase, est influencée par le stockage ( plus le stockage est long , plus l'activité de diastase est diminuée ) et le sur chauffage du miel ( **Simsek et al ., 2012** ) . **Yilmaz et Kufrevioglu (2001)** trouve que le stockage a une influence marquante sur l'augmentation de la teneur en HMF et la diminution de l'indice diastasique (ID). **L'union européen et le codex Alimentarius** proposent le 8 comme valeur minimal de l'indice diastasique pour les miels en général , et que certain miels tel que les miels monofloraux ont une activité diastasique naturellement baisse ( **Serrano et al .,2007** )

## 3. La mélikso-palynologie

La présence de grains de pollen dans le miel en plus ou moins grandes quantité est un phénomène remarquablement constant (**Huberson ,2001**).

La science qui propose de déterminer l'origine florale des miels , s'appelle la mélikso-palynologie (**Louveaux,1970**).Elle permet d'identifier les plantes butinées à l'origine de la production du miel ,ce qui est d'un grand intérêt dans la détermination des appellation et la détection des fraudes concernant l'étiquetage des produits(**Clément ,2002**)

### a) Détermination de l'origine botanique :

La source florale de l'échantillon du miel est déterminée par la mélikso-palynologie. La détermination de l'origine botanique du miel est basée sur la fréquence relative du pollen de nectar sécrété par les plantes (**BALTRUSAITYTE et al. 2007**).

Dans l'estimation des fréquences des différents pollens, les termes suivants sont utilisés :

Pollens dominants, représentent plus de 45 % de pollen dénombrés.

Pollens secondaires, la fréquence des grains de pollen comprise entre 16 et 45 %.

Pollens tertiaires, la fréquence des grains de pollen comprise entre 3 et 15 %.

Pollens rares ou isolés, la fréquence des grains de pollen inférieure à 3 %.

Un miel est considéré comme étant monofloral lorsque le nombre de pollens dominants provenant d'une espèce de fleur est supérieur ou égal à 45 % (**BENAZIZA et SCHWEITZER, 2010**).

**b) Identification des grains de pollen :**

L'identification se fait au microscope à différents grossissements. On a observé l'ensemble de la préparation et noté toutes les espèces rencontrées jusqu'à ce qu'on ne trouve plus des espèces nouvelles (**Yang et al ; 2012**).

La morphologie des grains est variée et caractéristique. Les caractères considérés sont la symétrie, la forme, les ouvertures (pores ou sillons) ainsi que l'ornementation de l'exine (**Punt et al ; 1994**).

L'identification se fait avec l'aide des pollen de références, des atlas de pollen, des données tirées des publications spécialisées (Clément (2002), Erdtman (1969), Faegri et Iversen (1975), Kremp (1965), Louveaux (1970)) et grâce aux banques de données numérique et bibliographique du centre d'études apicoles de Moselle (CETAM).

**4. Analyses nutritionnelles :**

Les analyses nutritionnelles ont été faites en plus des analyses physico-chimiques pour confirmer la qualité des miels étudiés. Ces analyses permettront de connaître leurs éléments majeurs constitutifs.

**4.1 Détermination du taux de matière grasse (selon la méthode de Soxhlet )**

Les lipides sont solubles dans certains solvants organiques dits apolaires. Leur extraction peut alors être effectuée avec l'hexane. C'est une extraction sous vide avec un Appareil soxhlet .

**4.2 Détermination du taux de protéine par la méthode de KJELDAHL**

Cette méthode consiste à un dosage indirect des protéines par le dosage de l'azote, sachant que la quantité de protéines est de 6.25 fois celle de l'azote protéique.

## 5- L'analyse sensorielle

C'est une technique qui fait appel tout d'abord au sens de l'observation (couleur, Propreté, homogénéité de la masse, défaut éventuel de cristallisation etc...), on procède ensuite à un examen olfactif qui permet de déceler les odeurs et les arômes. Enfin, la dégustation permet d'apprécier les saveurs du miel, d'en percevoir les différentes composantes (goût sucré, acidité ou amertume) on peut aussi, de cette façon apprécier éventuellement la finesse de la cristallisation (**GONNET et VACHE, 1985**).

Selon leurs origines, les différents miels présentent des caractères visuels, olfactifs, gustatifs et tactiles particulièrement diversifiés. L'examen organoleptique d'un produit est la fiche descriptive donnée par l'ensemble des perceptions sensorielles ressenties par le Consommateur. Il peut ainsi apprécier ses qualités essentielles mais aussi ses défauts. Il ne remplace cependant pas les examens physico- chimiques et botaniques mais intervient pour Confirmer une appellation. Ces analyses sont réalisées dans des pièces inodores, climatisées à 20 °C, 60 % d'humidité et en lumière diurne. Les dégustateurs travaillent loin des repas et ne doivent pas porter d'odeurs avec eux. Le miel étudié est versé dans un verre à pied.

## 6- Caractéristiques du miel

### 6.1- Caractéristiques organoleptiques :

#### a) Cristallisation

La cristallisation du miel est un processus naturel, sa vitesse dépend surtout de la teneur en glucose du miel. Les miels dont la teneur en glucose est  $< 28$  g/100 g ou dont le rapport glucose/eau est  $< 1,7$  restent plus longtemps liquides. Les miels à cristallisation rapide se cristallisent le plus souvent très finement, alors que les miels à cristallisation lente ont tendance à avoir une cristallisation grossière (**BOGDANOV *et al.* 2003**). La cristallisation se fait à partir de cristaux primaires de glucose qui sont présents dès la récolte et faciles à mettre en évidence en lumière polarisée sous le microscope. La croissance de ces cristaux aboutit à la formation de 2 phases : une phase solide constituée de glucose cristallisé et une phase liquide enrichie en eau.

La cristallisation est la plus rapide à la température de 14°C. Les basses températures retardent la croissance des cristaux. Les hautes températures entraînent la dissolution des cristaux qui disparaissent totalement à 78°C (**EMMANUELLE *et al.* 1996**).

**b) La couleur :**

La couleur constitue un critère de classification notamment d'un point de vue commercial. Plus il est clair, moins il est riche en minéraux et inversement (**BLANC, 2010**). La couleur du miel est un autre paramètre de qualité. Les miels sont divisés en sept catégories de couleurs (**ALVAREZ, 2010**), elle va du jaune très pâle (presque blanc) au brun très foncé (presque noir) en passant par toute la gamme des jaunes, oranges, marrons et même parfois des verts ; mais le plus souvent le miel est blond (**DONADIEU, 2008**). Elle est due aux matières minérales qu'il contient. La teneur en cendres des miels est inférieure à 1% ,la moyenne étant 0.1%, la variabilité est grande puisque les miels les plus pauvres en matières minérales contiennent 0.02% de cendres. Il s'agit du miels très clairs; les plus foncés étant les plus minéralisés (**EMMANUELLE et al. 1996**).

**c) Odeur et goût :**

L'odeur du miel est variable (**BLANC, 2010**). L'arôme, le goût et la couleur du miel dépendent des plantes où les abeilles ont récolté le nectar. Les tournesols, par exemple, donne un miel jaune d'or ; le trèfle donne un miel sucré et blanc. Le miel foncé a généralement un goût plus prononcé et sa teneur en sels minéraux est élevée ; le miel clair a une saveur plus délicate (**BRADBEAR, 2005**).

**6.2 Propriétés thérapeutiques**

D'après Maglon et vanwijek (2003) et Bradbear (2005), Le miel est antianémique, antiseptique, diurétique, énergétique, fébrifuge et sédatif de la toux. il permet de soulager les maux de gorge, les angines, la toux et la bronchites, En usage externe, il facilite la cicatrisation des brûlures et des blessures.

Le miel est excellente pour les cardiaques, à condition de la consommation régulièrement.il facilite la digestion et permet de réguler le transit intestinal. il est donc efficace contre la constipation et la diarrhée .il est efficace contre les insomnies Le miel est un très bon remède pour soulager toutes les infections touchant l'estomac ou le foie. Les glucides du miel se mélangeant à nos enzymes se transforment en eau oxygénée (**Guarch, 2008 ;Chanaud ,2010**).

En effet le miel est doué d'un pouvoir bactériostatique important, de pars sa haute teneur en sucres (plus de 95% de la matière sèche) , sa faible teneur en eau libre (0,5 à 0,62%) et en humidité (14 à 20%),son acidité et la présence de substances à activité (**Lavie,1968 ;Tomczak,2010**).

Plusieurs sortes de miel sont à noter (**Festy, 2010**) :

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 bronches et des poumons .il est recommandé aussi au 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 voies urinaires.

Le **miel de pin** ou de sapin est recommandé en cas de bronchite.

### 6.3 Propriétés nutritives

Le miel étant composé de sucres simples, il est facilement assimilé par l'organisme : il passe dans le sang très rapidement et la glycémie décroît ensuite lentement. Il est souvent utilisé par les sportifs pour sa valeur énergétique : 310kCal / 100g. Il est cependant moins calorique que le sucre (environ 405kCal / 100g), ce qui en fait un aliment apprécié des diététiciens (**GOUT J. 2009**). Il a été prouvé que le miel favorise aussi l'assimilation du calcium et la rétention de magnésium (**CHAUVIN R. 1968**).

Il est donc conseillé, autant que possible, de remplacer dans l'alimentation le sucre par du miel car il a non seulement de bonnes propriétés nutritives, mais surtout de bonnes propriétés thérapeutiques.

# **Partie expérimentale**

**1. Objectif du travail :**

A l'instar des études réalisées dans l'université de Khemis Miliana concernant l'élaboration d'un inventaire de la flore mellifère à travers la Wilaya de Ain Defla et le les produits de la ruche, notre travail est une continuité. Pour les autres travaux réalisés, l'objectif fixé est:

Une étude comparative entre dix échantillons de miel (poly floraux et mono floraux) issus de régions différentes de la wilaya de Ain Defla (Djendel, Ain dem, Miliana, Ain defla, Bathia, bourached) de point de vue physicochimique (teneur en eau, degré de Brix, pH, conductivité électrique, HMF, acidité, couleur) et analyse pollinique.

**2. Situation géographique des zones d'études:**

**2.1. Ain Defla :**

**2.1.1. Situation géographique :**

Ain Defla est située à 145 km au sud-ouest d'Alger. Dans le découpage régional, la wilaya d'Ain Defla est comprise dans la région nord-centre (DPAT, 2014).

Elle s'étend sur une superficie de 4544,28 km<sup>2</sup> pour une population de 821320 habitants (31/12/2013) (D.S.A, 2014). Elle est formée de 14 Daïras et 36 Communes, limitée par les wilayas suivantes :

**Au Nord :** Tipaza

**Au Nord-Est :** Blida - Médéa

**Au Sud :** Tissemsilt

**À l'Ouest :** Chlef



Figure 04: La carte géographique de la wilaya d'Ain Defla

(Conservation des forêts, 2014)

### **2.1.2. Climatologie :**

Bien que la wilaya de Ain-Defla ne se trouve à vol d'oiseau qu'à 12 Km de la mer, au nord de Tacheta Zougagha, elle se caractérise cependant par un climat méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué et un écart de température de 20° C entre les mois de Janvier et d'Août. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaudes à partir du mois de mai.

La pluviométrie reste variable et atteint 500 à 600 mm/an. Une série d'étages climatiques qui va du sub aride au fond de la vallée au sub humide sur les reliefs. Cette situation est liée à l'orographie : Plus l'altitude est élevée plus l'étage est humide. De même pour l'enneigement qui touche les reliefs de plus de 600 m d'altitude. (DPAT, 2010).

## **2.2. Ain Defla commune :**

### **2.2.1. Situation géographique :**

La commune de Ain Defla située à 145 km au sud-ouest de la capitale Elle s'étend sur une superficie de 86 km<sup>2</sup> avec une population estimée au 31/12/2012 à 72500 hab. soit une densité de 843 hab / km<sup>2</sup> (APC, 2013).

## **2.3. Bathia :**

### **2.3.1. présentation de la zone d'étude**

La commune de Bathia est située dans l'ouest sud de la wilaya d'Ain Defla . Elle fait partie de l'Atlas moyen du massif de l'Ouarsenis, entre 39° 85' et 39° 97' de l'attitude nord et entre 0° 53' et 0° 70' de longitude ouest dans le méridien ou entre 35° 66' et 35° 58' d'attitude nord et 1° 42' et 1° 53' de longitude est dans le méridien de Greenwich.

Elle est limitée au nord par la commune de Belaas, et au Nord Est par la commune d'El Hassania, à l'Est et Sud par la Wilaya de Tessemsilt, à l'Ouest par la Wilaya de Chélif.

## **2.4 Djendel**

### **2.4.1. Caractéristiques climatiques**

La zone d'étude appartient au climat Méditerranéen continental, caractérisé par un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec, printemps et automne de courte durée. Au vu des précipitations dont la moyenne annuelle avoisine les 400 mm de la température dont l'amplitude annuelle dépasse les 19°c, la commune peut être qualifiée de zone semi-aride.

Et au vu de la diversité du relief, caractérisant la commune, le régime des vents est complexe ; cependant les vents dominants sont de direction ouest-nord-ouest en hiver et est-sud-est en été.

Le massif de Zaccar au nord constitue une barrière naturelle qui soustrait la région des influences maritimes.

### **3. Lieu et durée de travail :**

Les analyses des miels des différentes échantillons est en été réalisé dans le laboratoire central de l'institut techniques d'élevages à baba Ali (I.T.E.L.V), Laboratoire d'analyse physicochimique du miel pendant 4 mois s'étalant le 02 février jusqu'à 31 mai 2015.

### **4. Matériels et Méthodes :**

#### **4.1 Matériel biologique :**

Les prélèvements ont été effectués sur plusieurs types de miel (10 échantillon).provenant de différentes régions de la wilaya de Ain defla, Bethia, Djendel, Bourached, Miliana. Le choix de nos échantillons est basé sur l'origine géographique, florale, et l'année de la récolte (annexe 1).

#### **4.2. Méthodes d'analyse :**

##### **4.2.1 Analyses physicochimiques :**

Les analyses accréditées selon la norme **ISO (2005)**

##### **4.2.1.1. Teneur en eau :**

La détermination de la teneur en eau s'effectue par la mesure optique de l'indice de réfraction (IR) du miel à 20°C . Le coefficient de correction 0.00023 par degré Celsius. La correction est additive, si la mesure est faite au-dessus de 20°C, soustractive dans le contraire.

##### **1) Mode opératoire :**

Nettoyer et sécher le prisme du réfractomètre.

Régler le réfractomètre à zéro.

Le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide.

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

Après refroidissement à une température ambiante, prendre une goutte de miel à l'aide d'une spatule, puis déposer et étaler en couche mince sur la platine de prisme.

Faire la lecture à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre zone claire et zone obscure.

Les résultats obtenus seront portés à la table de CHATAWAY (voir annexe n°4) qui indique la teneur en eau correspondante.

#### 4.2.1.2 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

#### 4.2.1.3 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.

##### 1) Mode opératoire :

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

Bien mélanger jusqu'à homogénéisation.

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

Plonger l'électrode du conductimètre dans la solution (lorsque la température est à  $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ )

##### 2) Expression des résultats :

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

La conductivité du miel est mesurée en siemens par cm :  $\text{s.cm}^{-1}$  conventionnellement la conductivité est donnée en  $10^{-4} \text{ S.cm}^{-1}$

#### 4.2.1.4 pH

C'est la mesure du potentiel hydrogène d'une solution de miel à l'aide d'un pH mètre.

##### 1) Mode opératoire :

➤ **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.

## 2) Mesure du pH de nos 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.

## 3) Expression des résultats :

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

### 4.2.1.5 L'acidité libre :

#### 1) 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.

#### 2) Mode de calcul

Soit V le volume en ml de soude à 0,1M utilisé lors de la titration.

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

$$AL = (\text{Volume de } 0,1 \text{ N NaOH en ml}) \times 10.$$

### 4.2.1.6 Détermination du HMF ou Hydroxy-méthyl-furfural.

#### 1) Mode opératoire

Préparation de l'échantillon (tableau 5)

Peser approximativement 5g de miel dans un bécher de 50ml.

Dissoudre dans 25 ml d'eau distillé et transférer cette quantité dans une fiole de 50 ml.

Ajouter 0,5 ml de la solution carrez 1 et mélanger.

Ajouter 0,5 ml de la solution carrez 2 et mélanger puis compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée (une goutte d'éthanol peut être ajouté pour éliminer la mousse).

Filtrer la solution en utilisant un papier filtre en jetant la première dizaine de ml de filtrat.

Pipeter 5 ml dans deux tubes à essais.

Dans le premier tube, on ajoute 5ml d'eau et on mélange (solution échantillon).

Dans le second tube on ajoute 5 ml de la solution bisulfite (0,2) et on mélange (solution de référence).

**Tableau 04 : Préparation de la solution aqueuse de miel**

Ajoute au tube à essai	Solution échantillon	Solution de référence
Solution initiale de miel	5ml	5 ml
Eau distillé	5 ml	0 ml
Solution de bisulfite (0,01)	0 ml	5 ml

La lecture de l'absorbance de la solution aqueuse de miel se fait après une heure à 284nm puis à 336nm. Si l'absorbance à 284 nm est supérieure à 0,6, la solution est diluée avec de l'eau distillée pour obtenir des absorbances suffisamment basses.

**Si une dilution D est nécessaire elle est calculée par :**

D= volume finale de la solution échantillon sur 10

**2) Mode de calcul**

La teneur en hydroxy-méthyl-furfural est exprimée en milligramme par kilogramme et donnée par la formule suivante :

$$HMF = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7 \times 5 \times D/M$$

**Avec :**

**HMF** : quantité d'HMF en mg/Kg

**M** : poids de l'échantillon de miel

**D** = facteur de dilution (si la dilution est nécessaire)

**A284 et A336** : absorbances respectives à 284nm et à 336nm

**Le facteur 149,7** =  $\frac{126 \times 1000 \times 1000}{1683 \times 10 \times 5}$

Ou :

**126** : La masse moléculaire de HMF

**1683** : L'absorptivité molaire de HMF à 284 nm.

**1000** : La conversion des grammes en milligrammes.

**1000** : La conversion des grammes de miel en kilogrammes.

**10** : La conversion 5 à 50 grammes.

**5**: La masse théorique de l'échantillon de miel.

#### **4.2.1.7 Détermination de la couleur selon Lovibond :**

**1) principe** : Le principe est basé sur la comparaison des miels à des filtres de références d'un comparateur de type de Lovibond .

#### **2) Mode opératoire :**

Utiliser deux cuves cubiques en verres de 2 millimètres de trajet optiques, une remplie avec du miel liquide (le miel cristallisé doit être chauffé dans un bain marie) l'autre d'eau distillé.

Placer les deux cuves, chacune dans un compartiment du comparateur Lovibond.

Placer un disque chromatique choisi selon la couleur apparente du miel (pour les clairs on utilise celui de l'échelle B)

Placer le comparateur face à une source lumineuse naturelle.

Défiler la gamme colorée du disque choisi à côté de la cuve à échantillon.

Noter le numéro de la pastille correspondante, quand la couleur observée au niveau des deux compartiments est d'égale intensité.

#### **3) Expression des résultats :**

Les résultats sont traduits en « Indice de PFUND », la correspondance entre graduation des disques chromatiques de LOVIBOND et l'échelle de PFUND est représentée dans le tableau (**Annexe 5**)

#### 4.2.2. Analyse pollinique :

La méthode de l'analyse pollinique consiste à séparer les grains de pollen de la matière qui les entoure afin de pouvoir en observer la morphologie sur une lame microscopique selon le protocole suivant :

Peser 10g à 15 g de miel selon la couleur de miel.

Dissoudre dans 20 ml d'eau légèrement acidifier (l'eau acidulée par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> « acide sulfurique » 5%) puis mettre pendant 15 minutes à 3000 tours par minutes

Retirer le surnageant avec précaution en laissant 1 cm du culot.

Rincer à nouveau le culot avec 10 ml d'eau distillée et centrifuger 5 minutes à tours par minutes. Puis retirer l'eau 1 sur 2 cm par rapport au culot avec une pipette pasteur.

Récupérer le culot qui reste dans un 1 sur 2 cm d'eau distillé et on le met sur une lame à 40°C , puis le culot est monté dans la gélatine glycinée.

# Résultats et Discussion

**5. Résultats et discussions :**

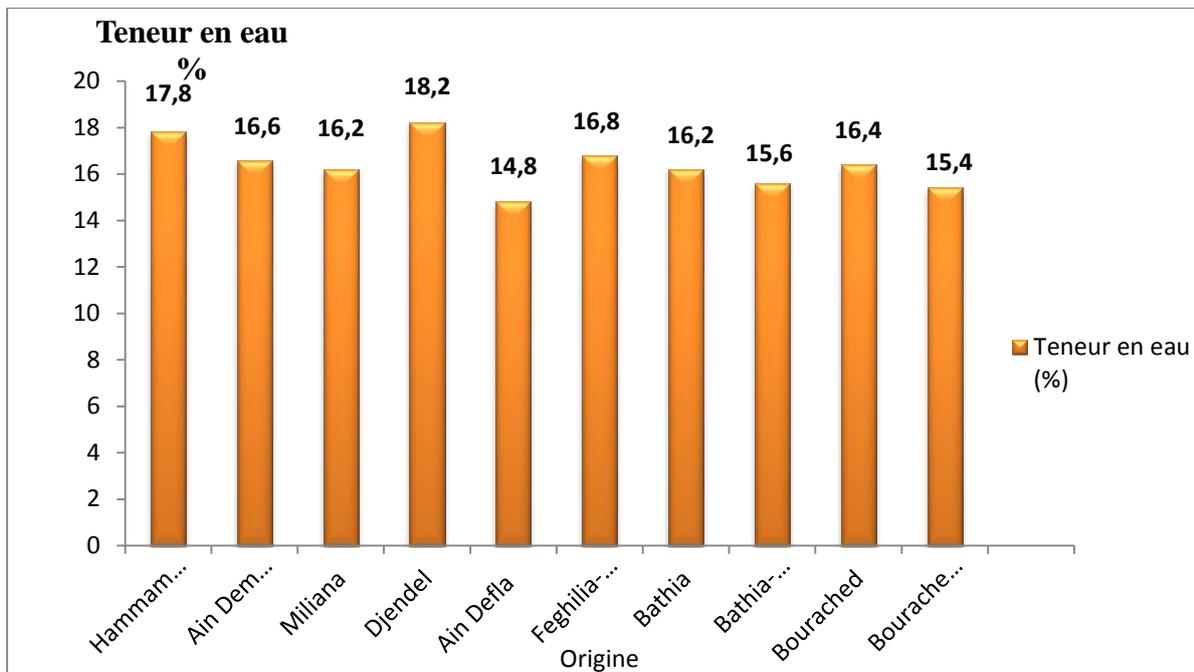
**5.1. La teneur en eau :**

Les miels ont une teneur en eau entre 14,8% et 18,2% . L'échantillon E5 présente la plus faible teneur en eau (14,80 %). Contrairement à l'échantillon E4, il présente la plus forte teneur en eau (18,2 %) et de ce fait, contient le plus de matières sèches.

Ces valeurs sont largement en dessous de la limite maximale préconisée par **Codex Alimentarius (2001)** qui est de 20% maximum.

Le taux d'humidité le plus faible était 14.8% dans l'échantillon (E5); Ce là confirme que le risque de fermentation est très faible dans cet échantillon.

Les résultats obtenus figurent dans l'annexe 04 et représentées par la figure 05



**Figure 05: La teneur en humidité de chaque type du miel**

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et peut renseigner sur stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours de stockage ; donc elle conditionne la conservation du produit (**De Rodriguez et al ; 2004 ;kuçuk et al ;2007**).

En effet, la variation de l'humidité peut s'expliquer par la composition et l'origine florale du miel. La forte interaction de sucre avec les molécules d'eau réduire l'eau disponible au développement des micro-organismes.

Le miel est une solution de sucre sursaturée avec une faible activité de l'eau, ce qui signifie qu'il n'y a pas assez d'eau disponible pour soutenir la croissance des bactéries et levures (MALIKA *et al.* 2005)

D'après ZERROUK *et al* (2011), l'eau et la teneur en sucre du miel sont **strictement corrélées**. La teneur en eau dépend de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche et les facteurs climatiques. La valeur obtenue indiquant un bon degré de maturité est inclus dans la gamme de l'eau approuvée par le Codex Alimentarius (CODEX ALIMENTARIUS, 2001).

On conclut que nos échantillons peuvent être conservés sans risque d'altération de leurs propriétés physico-chimiques.

### 5.2 La matière sèche (Degré Brix)

Les valeurs varient entre 81.1 et 83.8 %. l'échantillon E4 présente la plus forte de matière sèche contrairement l'échantillon E1, Les résultats obtenus figurent dans l'annexe 04 et représentées par la figure 06

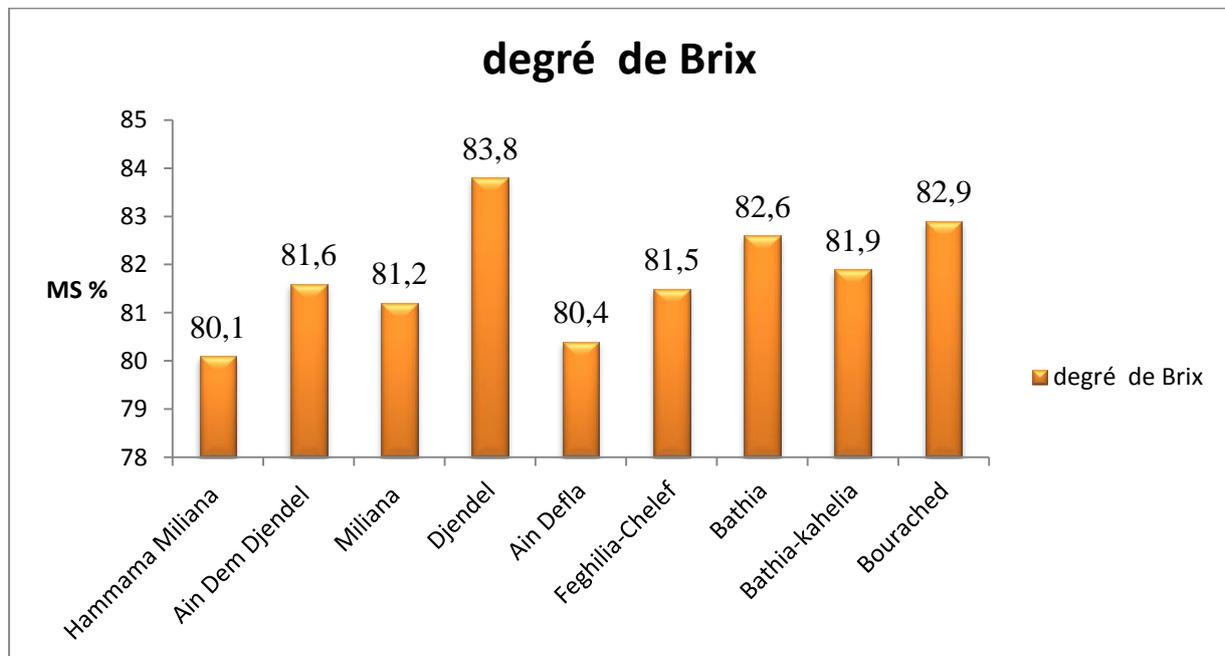


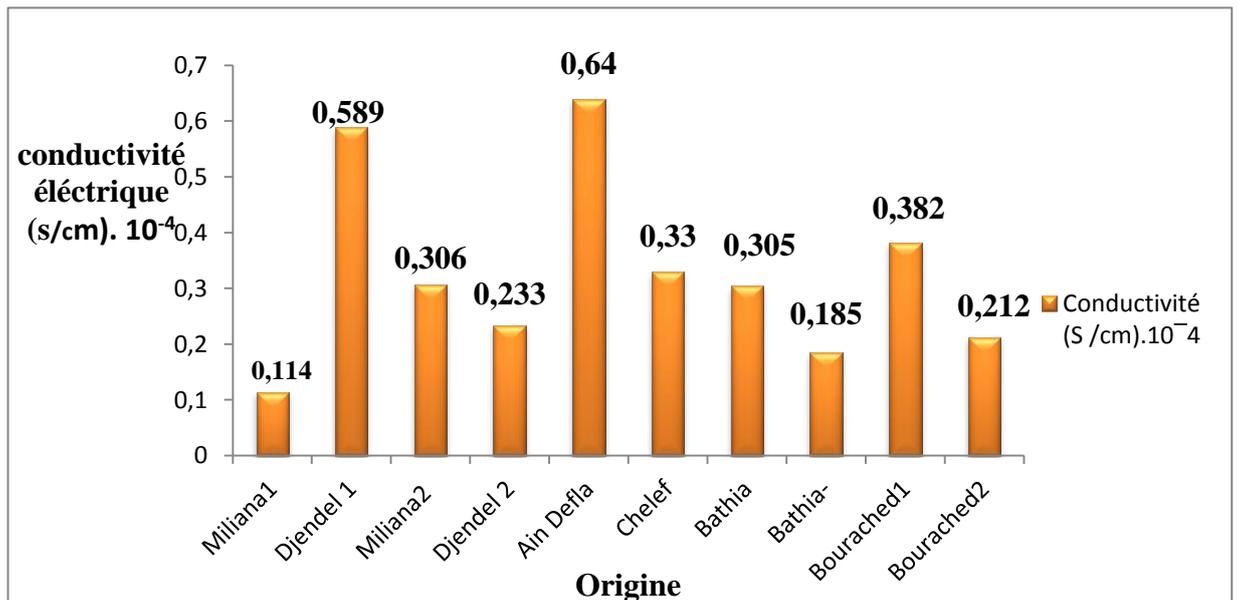
Figure 06 : La teneur en degré de brix de chaque type du miel

La matière sèche de miel est en relation inversé avec la teneur en eau. Il existe une légère différence entre le degré brix (le pourcentage de sucre) qui est de 80% du pourcentage de matière sèche (**Daily, 2008**).

### 5.3 La conductivité électrique :

L'examen des résultats montre que la conductivité électrique des échantillons est comprise entre 0,18 et  $0,64 \times 10^{-4}$  S/cm. Les miels de nectar doivent avoir des valeurs de Conductivité inférieures à  $8 \times 10^{-4}$  S /cm, tandis que les miels de miellats doivent avoir des valeurs plus de  $8 \times 10^{-4}$  S/cm (**Codex Alimentarius, 2001**).

Tous les échantillons mesurés ont une conductivité au-dessous de la limite préconisée, Les valeurs de la conductivité électrique sont inférieurs à 0,8 mS/Cm cela veut dire que ce sont des miels à nectars. Les résultats obtenus figurent dans l'annexe 04 et présentés par la figure 07.



**Figure 07: La conductivité électrique de chaque de chaque variété du miel**

La conductivité électrique exprime l'aptitude de la solution aqueuse à conduire un courant électrique. Elle est en corrélation positive avec la teneur en sels solubles. La teneur de ces derniers dans les solutions diluées est proportionnelle à la conductivité (**Amellal, 2008**).

La conductivité est un bon critère de qualité lié à l'origine botanique du miel et très souvent utilisé dans la routine de contrôle. Il est facile à évaluer la teneur en cendre, cette dernière étant plus longue, coûteuse et comporte des erreurs plus élevées. La teneur en cendre représente une mesure directe de résidu inorganique après carbonisation du miel, tandis que la conductivité électrique mesure toutes substances organiques et inorganiques. (MALIKA *et al* ; 2005, Terrab *et al.*, 2003).

D'autre part la conductibilité électrique d'un miel est en rapport avec sa couleur, selon **Gonnet (1984) ; Kaskoniené et al. (2010) ; Louveaux (1980)**, les miels foncés conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs. Ils sont les plus riches en matières minérales ionisables, donc sont des bons conducteurs de courant (GONNET, 1982). Les sels sont apportés par le pollen, par le nectar des fleurs ou par les miellats (LOUVEAUX, 1976). Par ailleurs, la conductivité électrique du miel apporte une indication dans la définition d'une appellation qui sont les miels issus de nectar ayant une Conductivité allant de 0,1 à 0,5 ms/cm, et ceux issus de miellats ayant une conductivité allant de 1 à 1,5 ms/cm (GONNET, 1986).

#### **5.4 pH :**

Le pH de tous types de miels présentés est inférieur à 4,5 ,cela confirme qu'ils sont de nectar. Nous pouvons dire à priori que tous les miels étudiés sont acides et sont en conformité avec les normes du codex alimentarius (2001). Les résultats obtenus figurent dans l'annexe 04 représentés par la figure 8.

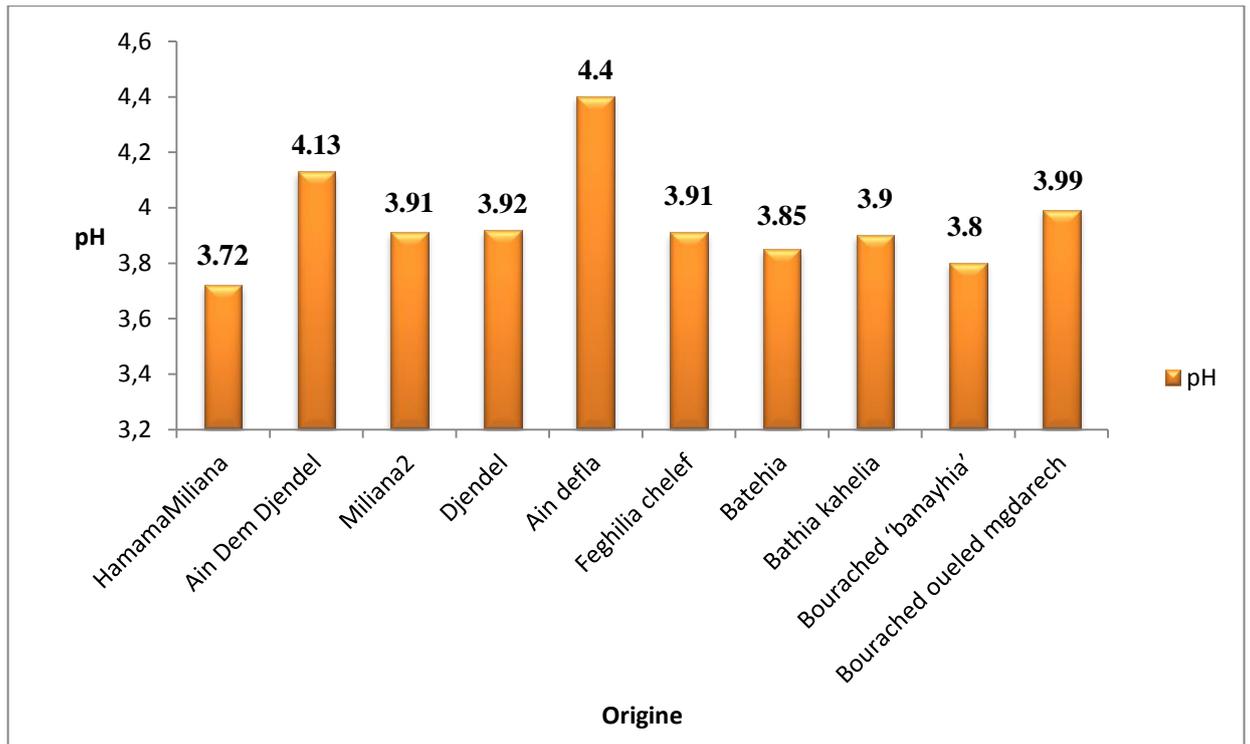


Figure08: pH de chaque type du miel

Le pH représenté la concentration en protons en ions  $H^+$  d'une solution (MCadle et al .2004).

Les miels de nectar ont un faible (de 3,3 à 4.5) tandis que les miels de miellat ont un ph un peu plus élevé (Pesenti et al ; 2008)

IBRAHIM *et al* (2012), indiquent que le miel est naturellement acide indépendamment de son origine géographique, qui peut être due à la présence d'acides organiques qui contribuent à sa saveur et sa stabilité contre la détérioration microbienne. 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. Le pH du miel est suffisamment bas pour ralentir ou empêcher la croissance de nombreuses espèces de bactéries (MALIKA *et al.* 2005).

ALVAREZ (2010), indique que le pH acide du miel dépend de la quantité d'acide gluconique produite par l'enzyme glucose oxydase lors de l'oxydation du glucose. D'autres composés comprennent les acides non aromatiques et aromatiques, respectivement. Il a été également suggéré que les acides phénoliques sont présentés en grande quantité dans les

miels sombres qui contribuent à leurs acidités. Le pH du miel varie entre 3,2 et 5,5. Il est généralement inférieur à 4 dans le miel de nectar et supérieur à 5 dans ceux de miellat (sapin = max 5,3).

Le miel à pH bas (lavande = min 3,3) se dégrade plus facilement : il faudra alors prendre un soin particulier à leur conservation. En outre, la valeur de pH de notre échantillon est typique au miel de fleurs à nectar analysé par **GONNET et VACHE (1985)**.

### 5.5 Acidité libre :

Les valeurs de l'acidité des miels analysés varient de 15.5 à 40 méq /kg. On constate que les valeurs d'acidité totale ont été dans la fourchette normale fixée par le **Codex Alimentarius (2001)** qui est de 50 méq/kg. Cela indique l'absence de fermentations indésirables. Les résultats obtenus figurent dans l'annexe 04 et représentés par la figure 09.

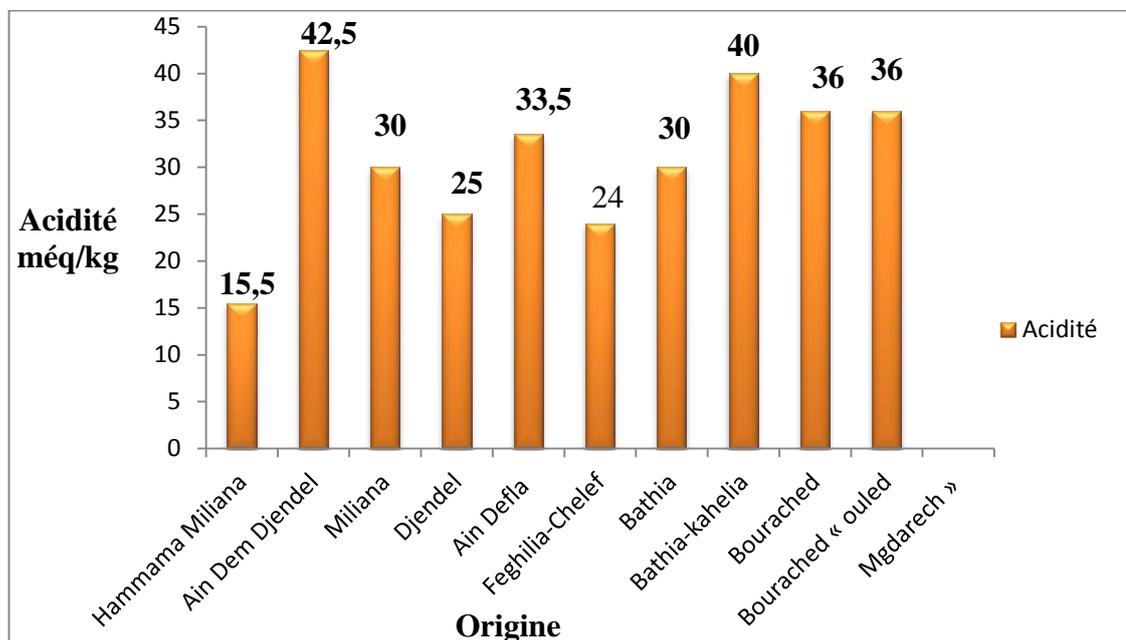


Figure09 : L'acidité libre de chaque type de miel

L'acidité libre est un critère important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette acidité provient d'acides organiques dans certains sont libre et d'autre combinés sous forme de lactones. Certains de

ces acides proviennent du nectar ou de miellat mais leur origine principale provient des sécrétions salivaires de l'abeille ; le principale acide dérive de glucose sous forme d'acide gluconique .Sa formation s'accompagne de dégagement d'eau oxygénée (**Gomes et al ; 2010 ; Bogdanov et al ; 2004 ; Louveaux, 1968**)

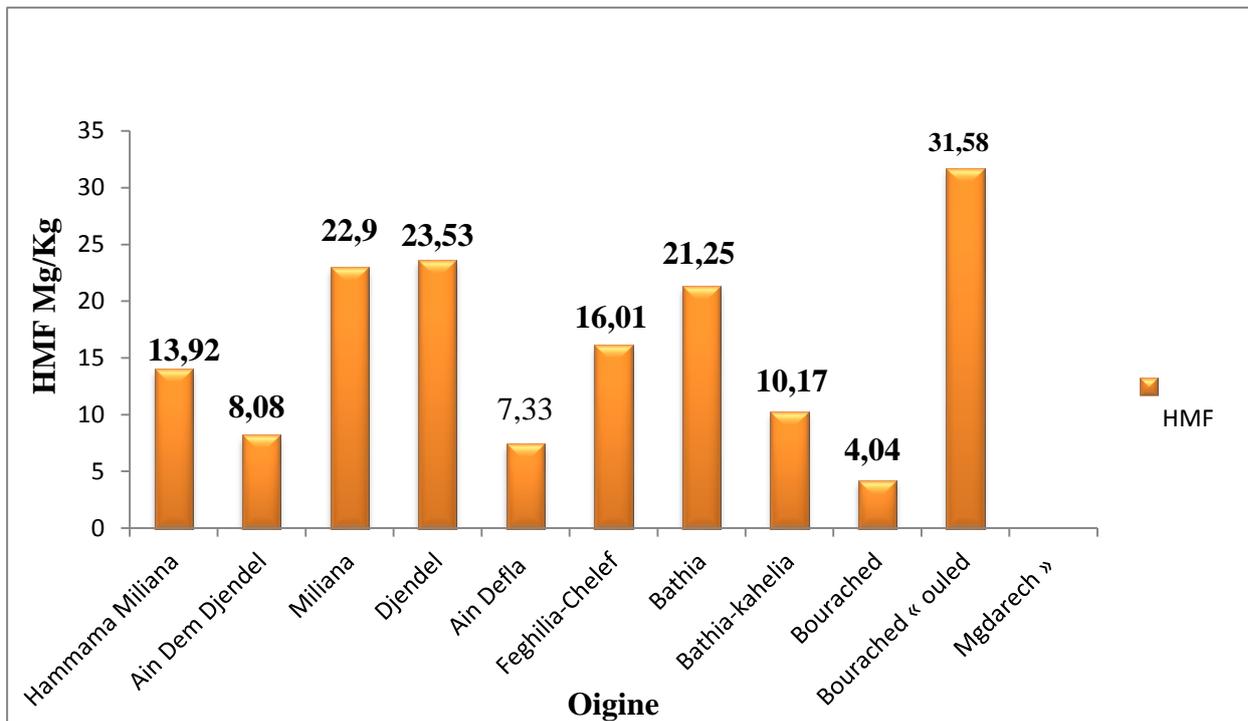
La variation de l'acidité dans les différents miels peut être attribuée à l'origine florale ou à des variations en raison de la saison de la récolte (**Pe'rez-Arquillue et al. 1995**). D'après Schweitzer (2004), l'acidité naturelle du miel s'accroît lorsque le miel vieillit, lorsqu'il est extrait des rayons avec de la propolis et notamment lorsqu'il s'altère par fermentation. L'acidité est un critère important de qualité, elle donne des indications très importantes de l'état du miel (**Bogdanov, 1999, Gonnet, 1982**).

L'acidité libre est un critère important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette acidité provient d'acides organiques dans certains sont libre et d'autre combinés sous forme de lactones .Certains de ces acides proviennent du nectar ou de miellat mais leur origine principale provient des sécrétions salivaires de l'abeille ; le principale acide dérive de glucose sous forme d'acide gluconique .Sa formation s'accompagne de dégagement d'eau oxygénée (**Gomes et al ; 2010 ; Bogdanov et al ; 2004 ; Louveaux, 1968**).

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

## 5.6 HMF :

Les valeurs obtenues pour l'hydroxyméthylfurfurale se situent entre 7.33 et 31.58mg/kg avec une moyenne de 15,88 mg/kg.les recommandation de **l'union européenne (2002)** fixent un minimum de 40 mg/kg. (**Turhan et al ; 2008 ;Bogdanov et al ;1997 et Kowalski, 2013**). Les résultats obtenus figurent dans l'annexe 04 et représentés par la figure 10.



**Figure10:** La teneur en HMF de chaque variété de miel.

L'hydroxymethelfurfural (HMF) est un sucre de dégradation du fructose, naturellement présent dans tous les miels à la récolte à l'état de trace ;( 1à 3 mg /kg) (Falicco et al ; 2004 ; Makhloufi et al ; 2010).Ce taux augmente avec le chauffage et le vieillissement de miel (Marceau et al ,1994 ;khalil et al ;2010).

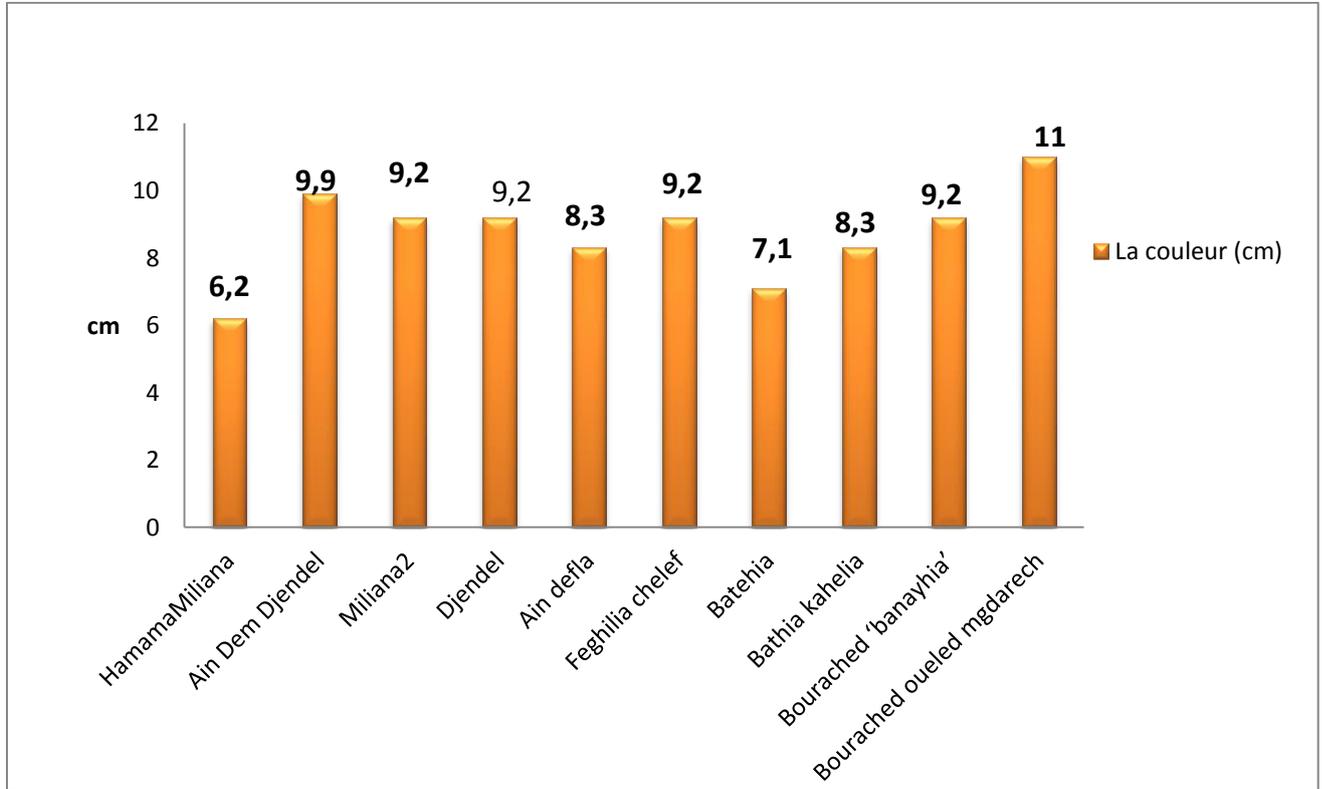
La concentration en HMF reconnue comme indicateur du niveau de fraîcheur du miel (Corbella et Cozzolino ,2006), critères important pour la détection des miels surchauffés, d'autant que l'HMF est présent en quantité faible ou absent dans les miels frais (Karabourniotti et Zervalaki ,2001)

La production d'H.M.F est donc un phénomène naturel dont le processus est lent à température ambiante. Par contre, le chauffage du miel l'accélère énormément et ce quelque soit la nature du miel (plus ou moins acide) (Predrix, 2003).

La teneur en HMF n'est pas une propriété intrinsèque de miel donc on ne peut pas l'utiliser pour la détermination de l'origine botanique. Par contre, l'HMF est une excellente méthode pour apprécier la qualité. Sa teneur est donc un très bon indice de dégradation (Schweitzer et al. 2004).

**5.7 La couleur :**

Les valeurs obtenues pour la couleur selon Indice de PFUND se situent entre 6.2 et 11 cm , Les résultats obtenus figurent dans L'annexe 04 et représentés par la figure 11 . Ce qui signifie que nos échantillons sont de couleur foncé.



**Figure 11** : la valeur du couleur de chaque échantillon selon l'indice de PFUND

La couleur de nos miels analysés est confirmée par les normes de **Codex Alimentarius (2001)** qui indiquent que les miels clairs ont des valeurs des couleurs entre 1 et 6,2 cm et les miels foncés entre 6,2 et 14 cm. Après le comparateur visuel en vigueur appliquée au début du XXe siècle, est apparu le système **PFUND (1925)**, basé sur une coloration plus ou moins intense d'une solution de caramel. Cette évaluation visuelle peut bien sûr conduire à des différences de valeurs mesurées en fonction de l'objectivité de l'œil de l'opérateur (**Schweitzer, 2001**). Actuellement, les laboratoires utilisent le plus souvent le **colorimètre Lovibond**.

**6.L'analyse pollinique :**

L'analyse pollinique a révélé la présence d'espèces appartenant quasiment la classe des dicotylédones :

Fabacées( légumineuse ) , *Apiacées ( ombellifère )* , *Myrtaceae ( eucalyptus )* , *Brassicaceae ( crucifères )*

Cependant nous pouvons citer d'une façon détaillée toutes les familles rencontrées dans chaque échantillon de miel analysé :

**Hammama Miliana :**

Fabacées , *Éricacées* , *Pinaceae* , *Oleaceae* , *Asteraceae* , *Rhamnaceae*

**Ain Dem Djendel :**

*Fabacées ; Apiacées ; Brassicaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae*

**Miliana :**

*Apiacées ; Brassicaceae ; Fabacées ; Éricacées*

**Djendel :**

*Myrtaceae, Apiacées, Asteraceae, Brassicaceae, Mimosaceae, Oleaceae, Fabacées Rhamnaceae, Asteraceae.*

**Ain Defla :**

*Myrtaceae , Asteraceae, Mimosaceae, Oleaceae Rhamnaceae.*

**Feghilia-Chelef:**

*Myrtaceae, Apiacées, Fabacées , Brassicaceae , Asteraceae , Mimosaceae, Oleaceae , Rhamnaceae*

**Bathia :**

*Myrtaceae, Fabacées , Oleaceae , Brassicaceae , Asteraceae, Rhamnaceae*

**Bathia-kahelia:**

*Myrtaceae,, Asteraceae, Fabacée, Rhamnaceae*

**Bourached:**

*Myrtaceae, Fabacée, Brassicaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae*

**Bourached « ouled Mgdarech » :**

*Oleaceae, Myrtaceae, Fabacée, Brassicaceae*

Enfin, nous pouvons dire que les types de miel sur lesquels nous avons effectués les différentes mesures proviennent pratiquement du même environnement écologique vue la présence des espèces mellifères appartenant de la même Classe

# Conclusions

## Conclusion

Notre études consiste, rappelons-le en la contribution à la détermination des caractéristiques de dix (10) types de miels récoltés à travers cinq communes de la wilaya de Ain Defla , en l'occurrence Ain defla, Mliana , Bathia ,Djendel et Bourched .

Les principaux paramètres étudiés sont ceux physico chimiques (pH, l'acidité libre de la conductivité électrique et enfin le HMF) et ceux liée à l'origine botanique (analyse pollinique)

Il en ressort ce qui suit :

La teneur en eau : les valeurs obtenues des teneurs en eau des différents types de miel oscillent entre 14 ,8% et 18,2%. Les valeurs établies par Codex Alimentarius confirment bien nos résultats

Le pH : les valeurs obtenus des pH des différents types de miel oscillent entre 3.5 et 4.5 ce qui signifient que nos échantillons sont d'origine Nectar. Les valeurs établies par Codex Alimentarius confirment bien nos résultats

Le CE : les valeurs obtenus des pH des différents types de miel oscillent entre 0,18 et  $0,64 \times 10^{-4}$  S/cm ce qui signifient que nos échantillons sont d'origine Nectar. Les valeurs établies par Codex Alimentarius confirment bien nos résultats.

L'acidité libre : les valeurs obtenus du L'acidité libre des différents types de miel oscillent entre 15.5 à 40 méq /kg. Les valeurs établies par Codex Alimentarius confirment bien nos résultats (< 50 mg/kg)

HMF : les valeurs obtenus du HMF des différents types de miel oscillent entre 4.04 et 31.58 mg/kg ce. Les valeurs établies par Codex Alimentarius confirment bien nos résultats (< 40 mg/kg)

La couleur : les valeurs obtenues du couleur des différents types de miel oscillent entre 6.2et 11 cm (selon l'échelle Pfund) qui signifient que nos échantillons sont de couleur foncé.

Les résultats physicochimiques obtenus nous permettent de constater que 100% de notre miel s'accordent avec les normes établies par le codex Alimentarius . Les paramètres étudiés différent d'un miel à un autre et relèvent que la majorité des échantillons de miels analysé sont d'origine florale.

Chacun paramètre analysée contribue à une indication précise sur la qualité du miel. Ainsi. Ils peuvent être classés en trois groupe ; ceux qui déterminent la maturité (teneur en eau), l'origine florale (conductivité électrique, pH) et fraîcheur (HMF)

Les types de miel sur lesquels nous avons effectués les différentes mesures proviennent pratiquement du même environnement écologique grâce à la présence des espèces mellifères appartenant de la même Classe

# Références bibliographiques

**Acquarone Carolina ,Buera Pilar ,Elizalde Beatriz .(2006).**Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for volume 101,Issu 2, Pages 695-703.

**Apimondia - standing commission of apitherapy (2001)** *Traité d'Apithérapie, La médecine par les abeilles [cédérom]* v.1.01 PC-Mac Produit par Api-Ar International SA R Brussels. 2001 ISBN : 2- 9600270-0-0

**ADRIAN J., FRANGINE R., POTUS J., 1991.** La science alimentaire de A à Z. *Chaire de biochimie industrielle et agroalimentaire.* Conservatoire national des arts et des métiers, 2è Ed. Paris : Lavoisier Tec&Doc, 477p.

**Al-Khalifa ,A.S., Al-Arifly , I.A. (1999).** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honys .Food Chemistry 67,21-25

**Alqarni Abdulaziz S.,Owayss Ayman A.,Mahmoud Awed A.,Hannan Mohammed A.(2012)** .Mineral content and physical properties of local and physical properties of local and importe honeys in Saudi Arabia Journal of Saudi Chemical Society , In Press, Corrected Proof , Availble online 8 December 2012

**Allipi A.M(2000)** la cité des abeilles de Bruno corbar, Découvertes Gallimard, Paris

**AL-Mamary M. , AL-Meeria , AL-Habori M (2002)** Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey , nutrition research 22,1041-1047

**Anklam(1998).**characteristics , aroma of mifloral honys obtained with ,dynamic headspaceGC-MS système J A pic R es 31 es 31 PP : 96-109

**ALVAREZ L.M., 2010** - Honey Proteins and their Interaction with Polyphenols. Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Univ. Brock, 93 p.

**Amiot M.J.,Aubert S.,Gonnet M.and Tacchini M.(1989).**les composés phénoliques : étude préliminaire sur l'identification et la quantification par famille .apidologie,20(2) : 115-125

**Aldcorn D.L.,Wandler E.,Sporns P.(1985).**Diastas ( $\alpha$  and  $\beta$ -amylase ) and  $\alpha$  glucosidase (sucres) activity in western Canadian honeys . Canadian Institute of Food science and Technology Journal 18(3): 268-270.

**Baltrušaitė Vilma ,Venskutonis Petras Rimantas ,Čeksterytė Violeta (2007).** Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts Original Research Article .Food Chemistry , Volume 101 Issue 2,2007, Page 502-514.

**Bruneau ,E.(2004)** .Les produits de la ruche .Ed :RUS TICA.354-384

**BLANC M., 2010** - Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 142 p.

**Bogdanov V S ; Matzke ,A 2003** . la propolis – un antibiotique naturel . Edition VDB 6235 Winikon ; 72 pp

**BOGDANOV.S, Bieri K ,Germand G.IFFD Känzig A, Seiler K , Stöckli H , Zürchev K (2004 a)** Swiss food manual pollen Bienenprodukte ,Ba G (SWISS Federal Office for Public Health) Berne.

**BOGDANOV.S, Ruoff K and PersanoOddoL(2004 b)** physico chemical methods for the characterization of unifloral honey : A review. *Apidologie*,35 : S4-S17

**Bogdanov et al ;2005** ,Miels monofloraux suisses, Centre de recherches apicoles, Station de recherches en production animale et laitière. 55p.

**BOGDANOV.S ,Bieri K, Kilchaman U. and Gallaman P . (2005)** Miels monoflorauxSuisser .ALP Forum 23 : 1-55

**Brudznski katrina ;Miotto Daneille 2011** : Honey melanoidins : Analysis of the compositions of the high molecular Weight melanoidins exhibiting radical- scavenging activity *Food chemistry* , Volume 127.Issue 3 , pages 1023-1030

**BRADBEAR N., 2005** - Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ISSN 1813-6001, Rome, 64 p.

**BOGDANOV et al, 1997** Harmonised methods of the European Honey Commission.*Apidologie*, Extra issue, 1-59

**Bouseta,A.,Collin,S.,& Dufour ,J.-P.(1992)**. Characteristic aroma profiles of unifloral honeys obtanned with a dynamic headspace GC-MS system.of apicultural Resarch,31(2),96-109

**Benaziza-Bouchema D.,Schweitzer P.(2010)**. Caractérisation des principaux miels des region du Nord de l'Algérie .Cah Agric , vol.19,N°6.

**Bruneau E. (2009) Chapitre IX : Les produits de la ruche in Clément H. et al.** Le Traité Rustica de l'apiculture Editions Rustica, Paris, 354-387

**BRADBEAR N., 2005** - Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ISSN 1813-6001, Rome, 64 p.

**CaviaMria M ., Fernandez-Muiño Miguel A. , Alonso- Torre sara R ., Huidobro J.F and Sancho M.T (2006)** Anattempt to establish reliable « Best before » dates for honeys originating in both continental and oceanic climates . *apiacta* , 41: 86-98

- Cuevas- Glory ,pino Jorge A., Santiago Louis Sauri- Duch E (2007)** .Areview of volatile analyticale methods for determining the botanical origin of hony Food chemistry 103(2007) 1032-1043
- Cordella C.( 2003)**.Caractérisation des aliments et Détection de l'Application aux Miel .Thèse de doctorat ES-sciences (spécialité science chimiques) , Université de Nice Sophia Antipolis,184p
- CHAUVIN R. 1968** : Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche. In : Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 116-154.
- Ciulu Marco ,Solinas Silvia , Floris Ignazio ,Panzanelli Angelo , Pilo Maria I .,Panzanelli Angelo ,Pilo Maria I ., Piu Paola C ., Spano Nadia ,Sanna Gavino . (2011)** . RP-HPLC determination of water-soluble vitamins in honey .Talanta , Volume 83,Issue3, Pages 924-929
- Carvalho, C.A.L. et al .(2009)**. Physicochemical characteristics and sensory profile of honey samples from stingless bees (Apidae : Meliponiane ) submitted to a dehumidification process .Anais de academia Brasileira de Ciências , v.81,n.1,p.143-149.
- Corbella E . and Cozzolino D . (2006)** . Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combiened with chemometrics .Lebensm- Wiss .u.-Technol.,39:534-539
- Codex, 2001** :PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, 1-31
- Clément M.C(2002)** . Melissopalynologie en Nouvelle-Caledonie,importance des spectres pollinique dans la typification des miels .Mém.E.P.H.E.,77p.
- Clément 2006** : Le Traité Rustica de l'Apiculture.EditionsRustica/FLER, Paris, 528p
- De Rodriguez G.P.,De Ferrer B.S., Ferrer and Rodriguez B.(2004)**. Characterization of hony produced in Vvenzuela . Food Chemistry , 84 : 599-502
- Direction de la planification et de l'aménagement du territoire ; 2010** : *Monographie de la Wilaya de Ain-Defla année*
- Downey G ., Hussey K ., Kelly J.D., Walshe T.F and Martin P.G.(2005)** Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico- chemical data. Food chemistry ,91 : 347-354
- EMMANUELLE H., JULIE C. et LAURENT G., 1996** - Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicole

**Erdtman G (1969)** Handbook of palynology . An introduction to the study of pollen grains and spores .Munksgaard , Copenhagen , 486 p.

**EMMANUELLE (1996)** :Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicole.

**Faegri K ., Iversen J. (1975)** .Textbook of modern pollen analysis ( 3e edition ) . Munksgaard ,Copenhagen ,295 p.

**Festy D. (2010)** : Mes petits recettes magiques aux probiotiques et aux rébiotiques.Ed.Leduc,paris,43p.

**Fallico B.,Zappalà M ., Arena E ., Verzera A.(2004)** . Effects of conditionng on HMF content in unifloral honeys .Food Chemistry , Volume 85, Issue 2, April 2004,Pages 305-313

**Féas X.,Pirs J ., Estevinho M.L Iglesias A .,Pinto de Araujo J.P.(2011).**Palynological and physicochemical data characterization of honys produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal .International Journal of Food Science and Technology,45:pp.1255-1262

**Felsner M.L.,Cano C.B.,Bruns R.E Wantanbe H.M., Almeid-Muradian L.B.,Matos J.R.(2004).**Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. Journal of Food Composition and Analysis,Volume 17,Issue 6, Page 737-.747

**Gleiter R.A., Horn H. and Isengard H.-D (2006)** Influence of type and state of crystallization on the water activity of honey. Food chemistry, 96: 441-445.

**Guillén I., J.A. Gabaldón, E. Núñez-Delicado, R. Puchades, A. Maquieira, S. Morais (2011).**Detection of sulphathiazole in honey samples using a lateral flow immunoassay. Food chemistry , Volume 129, Issue 2,15 November 2011, Pages 624-629

**Guler, A., Bakan, A., Nisbet, C. &Yavuz, O.(2007)** Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (Saccharumoffinarum L.) Syrup.*Food chemistry*, 105:1119-1125.

**Gomes Susana , Luis G .Dias ,Leandro L . Moreira , Paula Rodrigues , Leticia Estevinho (2010)** . Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of comercial honys from Portugal. Food and Chemical Toxicologie ,Volume 48.Issue 2 ,Pages 544-548

**GONNET. M, VACHE. G., 1985.** *Le gout de miel.* Ed. UNAF, Paris. 150p

**Gonnet M., 1982.** Le miel : composition, propriétés, conservation. Ed. Echauffour. Argentan. Ornes. 9-12 pp.

**GONNET M 1982 :** le miel : composition : propriétés et conservation 2<sup>ème</sup> édition OPIDA , p 31

**GOUT J. 2009, CHAUVIN R. 1968 :** Le miel. Editions Jean-Paul Gisserot, Paris, 64 p. Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche. In : Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 116-154.

**GUARCH C. 2008 et CHANAUD P. 2010 :** Le miel. Cuisine, santé et beauté. Editions Cabédita, Yens sur Morges, 72 p. Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche. In : Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 116-154

**HUCHET. E, JULIE C, LAURENT. G., 1996: les constituants chimiques du miel,** Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires.

**Hegazi A.G. (2001a)** *Biological activity of Bee pollen in Apimondia* (2001)

**Hegazi AG. (2001b).** *Biological activity of royal jelly in Apimondia* (2001)

**ISO 17025 : (2005) :** Exigence générale concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essai

**Jean- prost 2005 :** Apiculture. Connaître l'abeille, conduire le rucher 7<sup>ème</sup> édition, Tec & Doc Lavoisier, 698p.

**Kayacier A., Karaman S. (2008).** Rheological and some physicochemical characteristics of selected Turkish honeys .J. Texture Stud .39 :17 -27 .

**Kremp G.O.W.(1965)** .Morphologic encyclopedia of palynology : an international collection of definitions and illustrations of spores and pollen. University of Arizona Press , Tucson ,263 p .

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

**Kašonienė V., Venskutonis P.R., Čeksterytė V. (2010) .Carbohydrate .Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania LWT- Food Science and Technology ,Volume 43, Issue 5, June 2010 ,Pages 801-807.**

- Karabournioti Sand Zervalaki P.(2001)** . les effets du chauffage sur le HMF et l'invertase des miels . *Apiacta*,36(4)
- Kahraman,T.,Buyukunal,S.K.,Vural,A.,Altunatmaz ,S.S.(2010). Physico-chemical properties in honey from different regions of turkey . In *Food Chemistry* ,vol.123,2010,p.41-44.
- Lobreau-Callen D .,Marmion V . and Calément M-C . (1999) . les miels . In «Techniques de l'ingénieur » : 1-20.
- LQUET. L., 2010:** du nectar a un miel de qualite : controles analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur, thèse docteur vétérinaire, l'universiteclaudes-bernard - lyoni ,pages 194
- 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, p 277-324.
- LOUVEAUX. J, (1968):** *Composition propriété et technologie du miel*. Les produits de la ruche, in *Traité de biologie de l'abeille*. Tome 03. Ed Masson et Cie. 389p.
- LOUVEAUX. J, (1968):** *L'analyse pollinique des miels, in Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp 324-361.
- LOUVEAUX, 1970 :** Atlas photographique d'analyse pollinique des miels. Tome III. Des annexes microphotographiques aux méthodes officielles d'analyse. Service de la répression des fraudes et du contrôle de la qualité, 24 pp.
- LAVIE P. 1968 et TOMCZAK C. 2010 :** Les substances antibiotiques dans la colonie d'abeilles. In : CHAUVIN R. *Traité de biologie de l'abeille*.
- Louveaux J.(1985)** .les miel produits du ruches .In «Les abeilles et leurs élevage »
- Maglon G. et vanwijek R. (2003) :** Guide des plaies .Ed.J.L. Eurotext ,paris,102p.
- Marquel ,F .D., Di Mambro , V.M.,Georgetti ,S.R.,Casagrande ,R .,Valim,Y.M.L.& Fonseca , M.J.V.(2005).** .Assesment of the antioxidant activities of Brazilian extracts of propolis alone and in topican pharmaceutical formulations .*Journal of Pharmaceutical and Biomedcal analysis* , 39:455-462.
- MEDA .A, LAMIEN C. E, MARCO R., 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, n°3, p. 571-577.

**Meda A, Charles EulgeLamien , Marco Romito , Jeanne Millogo ,Odile GermineNacoulma (2005) :** Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. Food Chemistry. 91: 571-577.

**Marchenay et Berard ,2007 :** L'homme, l'abeille et le miel Edition De Borée 223p

**Miriam O .Iurlina ,Rosalia Fritz (2005):** Characterization of microorganisms in Argentinean honyes from different sources . International Journal of Food Microbiology 105 (2005) 297-304.

Morse R.,Lisk DJ(1980).Elemental analysis of honeys from several nations. Am Bee.J.522-523

**Makhloufi C,Kerkvliet D ,Ricciardelli D'albore G, Choukri A ,Samra R (2010) .** Characterization of Algerian honeys by palynological and physicochemical methods . Apidologie 41:509-521

**Nair Samira (2006) .**biodiversité végétale et qualité du miel dans la région nord-ouest Algérienne. Mémoire de magister d'écologie.

**Nanda V., Sarkar B. C., Sharma H. K. and Bawa A. S. (2003).** Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. Journal of Food Composition and Analusis, 16: 613-619.

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

**Persano Oddo L., Piazza M.G. and Pulcini P.(1999).**Invertase activity in honey .Apidologie ,30: 57-65.

**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,Volume 380,Issu 1 ,Page 158-169 .

**Pataca Luiz C.M.,NetoWaldomiro Borges , Marcucci Maria C ., PoppiRonei J .(2007).** Determination of apparent reducing sugars , moisture and acidity in honey by attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectrometry Talanta , Volume 71,Issue 5,Pages 1926-1931.

**Polus P (2008).** Anomalies de cristallisation : séparation de phase et arborescence. L'abeille de France, 944, 83-84.

**Punt W.,Blackmore S., Nilsson S& le Thomas A.(1994).**Glossary of pollen and spore terminology . LPP Foundation ,UTRECHT ,1994. LPP contiributions series n°1,72p.

**Piazza MG ,Accorti M,Persano Oddo L (1991).**Electrial conductivity ,ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys .Apicoltura ;7:51-63

**ROSSANT, 2011).** ROSSANT A., 2011- Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 132 p.

**Sak-Bosnar Milan,Sakač Nikola (2012).** Direct potentiometric determination of diastase activity in honey . Food Chemistry , Volume 135,Issue 2 ,15 Vovember 2012,pages 827-831.

**Sanz et al.2005 :** In vitro investigation into the potential prebiotic activity of honey oligosaccharides, J Agric Food Chem,

**Schweitzer P., 2004.** Mauvaise herbe et apiculture, Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, Rev. L'abeille de France. pp : 9 -11

**Schweitzer ,2004 :** Le monde des miellats. Revue l'abeille de France N°908 .Laboratoire d'analyse et d'Ecologie Apicole. 02p.

**Serrano Slaud, Villarejo Marta, EspejoRoberto ,Jordal Manuela L.(2007).** Diastase and invertase activities in Andalusian honeys. Int.J.Food Sci. Technol. 42,76-79.

**Shin , H.S.&Ustunol ,Z. (2005) .** Carbohydrate composition of honey from different floral sources and their influence on growth of selected instestinalbacteria : An in vitro comparison .Food Research International ,38:721-728 .

**Silva Luís R., Videira Romeu , Monteiro Andreia P., Valentão Patrícia , Andrade Paula B (2009) .**Honey from luso Region (Portugal) : physicochemical caractéristiques and minerl contents .Microchemical Journal , Volume 93 ,Issue 1 Page 73-77.

**Salamanca GC.,Serra Y.,Belenguer JA.(2002).** Estudio analitco comparativo de las propiedes fiscoquimicas de mieles de apis mellifera en algunas zonas apícolas de los departamentos de Bocaya y Tolima . Publicación interna de la universidad del Tolima (Colombia ) y de la universidad Politecnica.(Espana)

**Sismsek Adnan ,Bilsel Mine ,Goren Ahmed C ( 2012).** <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C pattern of honey from Turkey and determination of adulteration in commercially avaiable honey samples using EA-IRMS .Food Chemistry , Volum 130,Issue 4,Page 1115-1121

**Schweitzer,2004** : La cristallisation des miels. L'Abeille de France, 901, 149-157.

**Schweitzer, 2005** : Un miel étrange... L'abeille de France n°920, Décembre 2005.

**Schweitzer ,2004** : Le monde des miellats. Revue l'abeille de France N°908 .Laboratoire d'analyse et d'Ecologie Apicole. 02p.

**Terrab A, Diez MJ, Heredia FJ (2002)**. Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food Chemistry ; 79: 337-73.

**Terrab A. and Heredia F.J.( 2004) . Characterisation of avocado (Persea Americana Mill ) honeys by their physicochemical characteristics .**

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

**Tosi E .A., Ré E ., Lucero H. and Bulacio L.(2004)**. Effect of honey high temperature short-time heating on parameters related to quality ,crystallisation phenomena and fungal inhibition .Lebensm-Wiss.u-Techol.,37:669-678.

**Tosun Murat . (2013)**. Detection of adulteration in honey samples added various sugar with  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  isotope ratio analysis method. Food Chemistry , Volume 138, Issues 2-3,1 June 2013 , Pages 1629-1632 .

Vanhanen Leo P ., Emmertz Andrea ,Savage Geoffrey P .(2011). Mineral analysis of monofloral New Zealand honey .Food Chemistry , Volume 128, Issue 1,Pages 236-240

**WOLFF J., 1991**. Analyse et dosage des lipides In : *Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires : Analyse des constituants alimentaires*, 2<sup>e</sup> Edition. Paris : Lavoisier Tec&Doc, Tome 4, p : 156-189.

**White J. et Rudyi .,(1978)** .The protein oh honey .Juicers .17.pp:234-238.

**White J(1980)**.Hydroxyméthylfurfural and honey adulteration 1-ASSOC.OFFAMEL Chem.63.pp:7-10.

**Yang Yin , Battesti Marie-José , Paolini Julien , Muselli Alain ,Tomi Pierre,Costa Jean .(2012)** Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Coriccan " Erica arborea spring maquis " honeys .Food Chemistry , Volume 134,Issue 1 ,Page 37-47.

**Yilmaz H.,Küfreviöglu I . (2001)** Composition of Honeys Collected from Eastern and South-Eastern Antolia and Effect of Storage on Hydroxymethylfurfural Content and Diastase Activity Turk J Agric For 25 PP 347-349.

**Zappala M. ,Fallico B., Arena E. and Verzera A(2005).** Methods for the determination of HMF in honey : a comparaison . *Food Control*, 16: 273-277.

# Annexes

**Annexe1 :**

Code	N° d'échantillon	Date de récolte	L'origine florale	Région
15024	01	20/06/2014	A fruitée	HAMAMA MILIANA
15025	02	18/07/2014	Montagne	AIN Dem –Djendel
15026	03	21/08/2014	Montagne	Miliana2
15027	04	2014	Montagne	Djendel
15028	05	2014	Eucalyptus	Ain defla
15029	06	24/072014	Montagne	Feghilia – chelef
15096	07	13/08/2014	-	Batehia
15097	08	10/08/2014	-	Bathia kahelia
15098	09	02/08/2014	-	Bourached 'banayhia'
15099	10	02/08/2014	-	Bourached oueled mgdarech

**Annexe 02**

Table de CHATAWAY (1935)

<b>Indice de réfraction (20°C)</b>	<b>Teneur en eau (%)</b>	<b>Indice de réfraction (20°C)</b>	<b>Teneur en eau (%)</b>	<b>Indice de réfraction(20°C)</b>	<b>Teneur en eau (%)</b>
1.5044	13.0	1.4935	17.2	1.4835	21.2
1.5038	13.2	1.4930	17.4	1.4830	21.4
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.4825	21.6
1.5028	13.6	1.4920	17.8	1.4820	21.8
1.5023	13.8	1.4915	18.0	1.4815	22.0
1.5018	14.0	1.4910	18.2	1.4810	22.2
1.5012	14.2	1.4905	18,4	1.4805	22.4
1.5007	14.4	1.4900	18.6	1.4800	22.6
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1,4795	22.8
1.4997	14.8	1.4890	19.0	1.4790	23.0
1.4992	15.0	1.4885	19.2	1.4785	23.2
1.4987	15,2	1.4880	19.4	1.4780	23.4
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.4775	23.6
1.4976	15.6	1.4870	19.8	1.4770	23.8
1.4971	15.8	1.4865	20.0	1.4765	24.0
1.4966	16.0	1.4860	20.2	1.4760	24.2
1.4961	16.2	1.4855	20.4	1.4755	24.4
1.4956	16.4	1.4850	20.6	1.4750	24.6
1.4951	16.6	1.4845	20.8	1.4745	24.8
1.4946	16.8	1.4840	21.0	1.4740	25.0
1.4940	17.0				

**Annexe 03 :**

## Coloration des miels (Pfund)

<b>Miels échelle A</b>		<b>Miels échelle B</b>	
<b>Lovibond Numéro du filtre coloré</b>	<b>Pfund expression Conventionnelle en centimètres</b>	<b>Lovibond Numéro du filtre coloré</b>	<b>Pfund expression Conventionnelle en centimètres</b>
30	1,1	120	6,2
40	1,8	150	7,1
50	2,7	200	8,3
60	3,5	250	9,2
70	4,1	300	9,9
80	4,6	400	11,0
90	5,1	500	11,9
100	5,5	650	13,0
120	6,2	850	14,0

## Annexe 4 :

## Caractéristiques physico-chimiques du miel de la wilaya d'Ain Defla

L'échantillon	Origine	Humidité	Degré brix	Acidité	HMF	Conductivité (S /cm).10 <sup>-4</sup>	La couleur (cm)	pH
E1	HamamaMiliana	17.8	80.1	15.5	13.92	0.114	6.2	3.72
E1	Ain Dem Djendel	16.6	81.6	42.5	8.08	0.589	9.9	4.13
E3	Miliana2	16.2	81.2	30	22.90	0.306	9.2	3.91
E4	Djendel	18.2	83.8	25	23.53	0.233	9.2	3.92
E5	Ain defla	14.8	80.4	33.5	7.33	0.640	8.3	4.4
E6	Feghilia chelef	16.8	81.5	24	16.01	0.330	9.2	3.91
E7	Batehia	16.2	82.1	30	21.25	0.305	7.1	3.85
E8	Bathia kahelia	15.6	82.6	40	10.17	0.185	8.3	3.90
E9	Bourached 'banayhia'	16.4	81.9	36	4.04	0.382	9.2	3.80
E10	Bourached oueled mgdarech	15.4	82.9	36	31.58	0.212	11.0	3.99

**Annexe 05 :**

Appareilles, verreries et accessoires utilisés dans les analyses des miels.

<b>Appareillages</b>	<b>Verreries et accessoires</b>
Agitateur magnétique	Baguette de verre
Bain-marie	Barreau d'agitation magnétique
Balance analytique	Béchers
Centrifugeuse	Burette gradué
Comparateur de couleur de type LOVIBOND	Capsule en verre
Conductimètre	Entonnoir
Etuve	Eprouvette en verre
Microscope optique	Erlenmeyers
PH mètre à affichage numérique	Papier filtres
Réfractomètre abbé	Fioles jaugées
Spectrophotomètre UV-visible	Lames et lamelles
	Pince de laboratoire
	Pipettes graduée
	pipettes pasteur
	Pissettes d'eau distillée
	Portoir pour les tubes
	Spatule

**Annexe 06 :**

Réactifs et solutions utilisés dans les analyses du miel

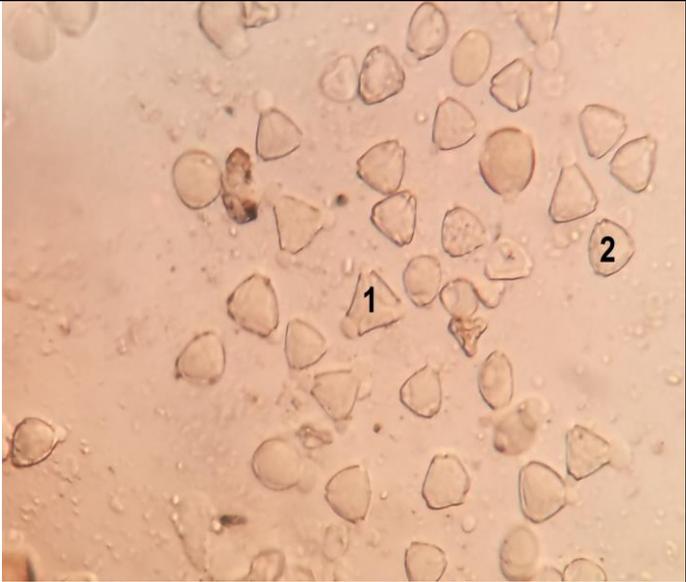
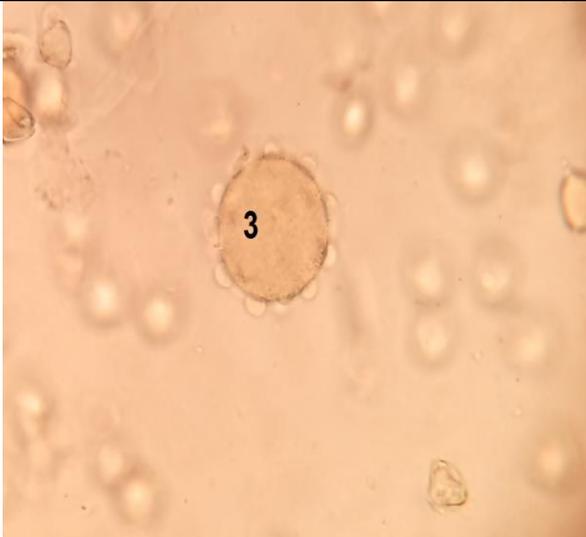
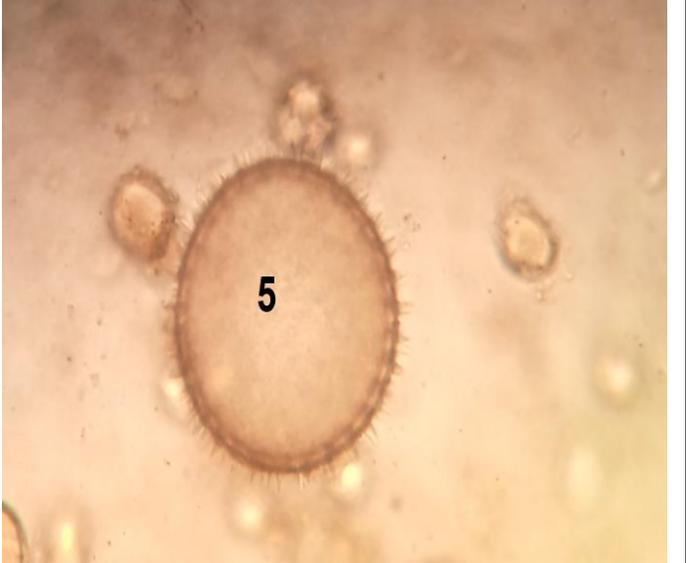
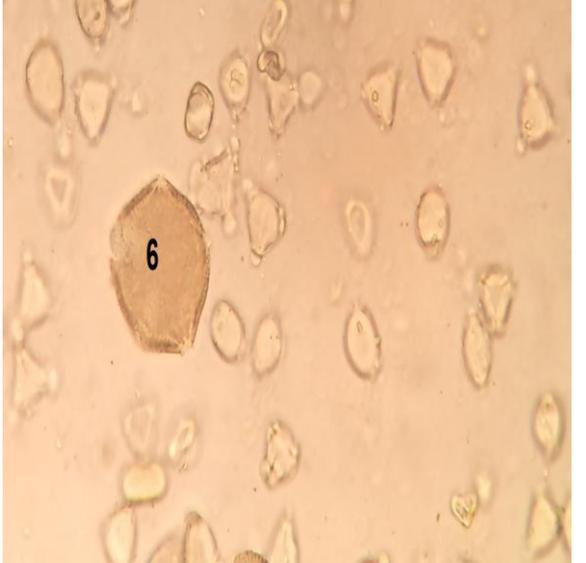
Réactifs et solution	Protocole de préparation
Alcool 95°	—
L'eau acidulée par H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5g de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dissout dans un 1L d'eau distillée
Glycérine gélatinée	pesé 79g de gélatine, ajouté 42 ml d'eau distillée, laissée 2heurs à fin de permettre son gonflement, après agiter constamment en ajoutant 50g de glycérine (D=1,26) et 0.5 g d'acide phénique cristallisé.
Hydroxyde de sodium (NaOH) 0.1 N	peser 10g de soude et dissoudre dans 100 ml d'eau distillée
Solution carrez 1	Dissoudre 15g d'hexacyanoferrate de potassium K <sub>4</sub> Fe (CN) <sub>6</sub> .3H <sub>2</sub> O dans l'eau distillée.
Solution carrez 2	diluer 30g d'acétate de zinc, Zn(CH <sub>3</sub> COOH) <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O et compléter à 100ml par eau distillée.
sulfite de sodium 10%	peser 1 g de sulfite de sodium et dissoudre dans 10 ml de l'eau distillée
Bisulfite de sodium (0,2 %)	Solution de bisulfite de sodium 0.2g 100ml :dissoudre 0.2g de sulfate de sodium NaHSO <sub>3</sub> ,(ou méta bisulfite (NaS <sub>2</sub> O) dans l'eau et diluer à 100 ml .Préparer une solution fraîche quotidiennement .

**Annexe 07 :**

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

<b>Critères de qualité</b>		<b>Codex-</b>	<b>I'UE</b>
<b>Teneur en eau</b>	Général Miel	$\leq 21$ g/100g	$\leq 21$ g/100g
	bruyère, de trèfle Miel	$\leq 23$ g/100g	$\leq 23$ g/100g
	industriel ou miel de pâtisserie	$\leq 25$ g/100g	$\leq 25$ g/100g
<b>Teneur en sucres réducteurs</b>	Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	$\geq 65$ g /100 g	$\geq 65$ g /100 g
	Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar	$\geq 45$ g /100 g	$\geq 60$ g /100 g
	<i>Xanthorrhoea pr.</i>	$\geq 53$ g /100 g	$\geq 53$ g /100 g
<b>Acidité</b>	Général	$\leq 50$ meq/kg	$\leq 40$ meq/kg
<b>Teneur en hydroxyméthylfurfural</b>	Après traitement et mise en pot (Codex)	$\leq 60$ mg/kg	$\leq 40$ mg/kg
	Tous les miels du commerce (UE)		
<b>CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE</b>	Miels non mentionnés en (b) ou (c), et mélanges de ces miels	maximum 0,8 mS/cm	
	(b) Miels de miellat ou de châtaignier et mélanges de ces miels sauf ceux mentionnés en (c)	moins de 0,8 mS/cm	
<b>La couleur</b>	Général	Miel clair : 1.1 à 6.2 cm Miel foncé : 6.2 à 14cm	

## Annexe 08 : ( Atles pollinique .2003)

	
<p><b>0</b> : eucalyptus ( <a href="#">Myrtaceae</a> ) (G×40)  <b>2</b> : jujubier (Rhamnaceae) (G×40)</p>	<p><b>3</b> : absence de référence ) (G×40)</p>
	
<p><b>5</b> : absence de référence (G×40 )</p>	<p><b>6</b> : absence de référence ( G×40)</p>



7 : absence de référence ) (G×40)



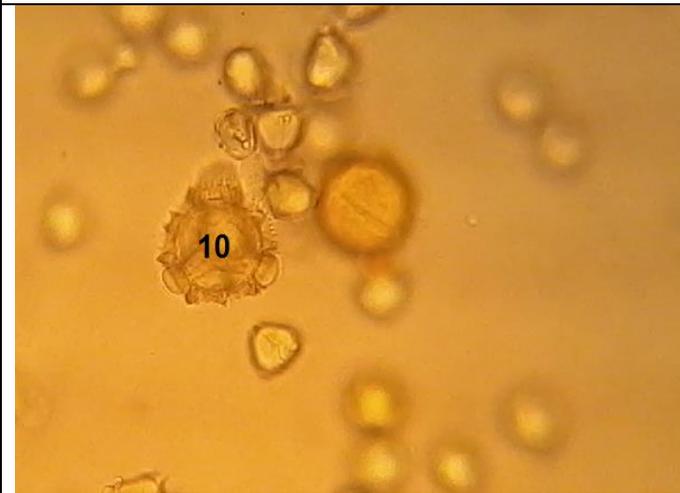
(G×40)



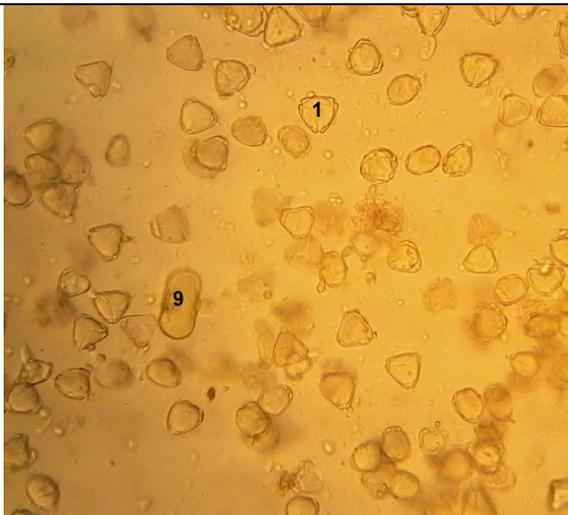
8 : mimosa (Mimosaceae) (G×40)



9 : fabacée (Légumineuse) (G×40)



10 : chardon (Asteraceae) (G×40)



(G×40)

	
<p><b>11 : absence de référence , ) (G×40)</b> <b>12 : olivier (Oleaceae) ) (G×40)</b></p>	<p><b>13 : : absence de référence ) (G×40)</b></p>
	
<p><b>14 : absence de référence) (G×40)</b></p>	