



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

جامعة زيان عاشور - الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية و البيطرية

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

## Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Option : Agroalimentaire et contrôle de la qualité

## Thème

*Contribution à l'étude de la qualité de certains miels commercialisés en Algérie*

Présenté par: Bensliman Asmaa

Chinoun Saliha

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

- |             |                                |                           |
|-------------|--------------------------------|---------------------------|
| - Président | : M <sup>me</sup> . Naas O.    | «Maitre de conférences B» |
| - Promoteur | : M <sup>me</sup> . Mekious S. | «Maitre de conférences A» |
| - Examineur | : M <sup>r</sup> . Fernane A.  | «Maitre-Assistant A»      |
| - Examineur | : M <sup>r</sup> . Kacimi E.M. | «Maitre-Assistant A»      |

Année universitaire : 2018-2019

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

صِدْقَ اللَّهِ الْعَظِيمِ

الآيتان 68-69 من سورة النحل

« O Prophète, ton Seigneur a inspiré aux abeilles leur mode de vie et leurs moyens de subsistance. Il leur a inspiré de prendre les cavernes des montagnes, les cavités des arbres et les treilles pour demeures (68). –Puis Allah - qu'Il soit exalté- leur a inspiré de se nourrir de tous les fruits des arbres et des plantes ; Il leur a rendu disponibles, à cette fin, des moyens que leur Seigneur leur avait préparés et rendus faciles. De leurs estomacs sort un liquide de différentes couleurs, qui apporte une guérison pour les hommes. Il y a dans cette chose merveilleuse des preuves évidentes de l'existence d'un Créateur Tout-Puissant et Sage, pour un peuple qui réfléchit pour en tirer profit et gagner ainsi un bonheur permanent (69) »

(Sourate El Nahl : verset 68 – 69).

# *Remerciements*

*Tous nos remerciements vont à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier, nous tenons à remercier en premier lieu Allah le Tout Puissant de nous avoir donné courage et santé pour achever ce travail.*

*Nous remercions aussi tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.*

*Nous tenons aussi à remercier très particulièrement notre promotrice M<sup>me</sup> Mekious Sch. pour son soutien, ses conseils, ses précieuses et ses remarques constructives pour mener à terme ce travail.*

*Que nos vifs remerciements aillent à M<sup>me</sup> NAASO. Qui nous a fait l'honneur de présider ce travail, et M<sup>r</sup> FERNAN A, M<sup>r</sup> Kacimi M. E. pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.*

*Nous remercions tous ceux qui nous ont aidés pendant notre étude de fin de cycle. Certains par leurs conseils et leurs connaissances scientifiques, d'autres par leurs présences dans les moments les plus pénibles.*

# Dédicace

*Ce travail au quel j'ai consacré les plus belles années de ma vie, et pour le quel je le garde le plus honorable de ma vie, je le dédie :*

*A la plus gentille des femmes, **ma très chère mère** symbole de tendresse et de patience, je la remercie infiniment de ces sacrifices.*

***A mon père** l'aide qu'il ma accordé durant mes études et ses encouragements.*

*A mes frères : **Allal, Thameur, Mohamed, Mostapha, Ayoub***

*A mes sœur : **Fattoum , Zahra ,Zineb ,Fati ,Meriem, Assia***

*A mes meilleures amies : **SARA.H, SARA.S, FATIMA***

*A tout ce qui m'a porté aide de près et de loin*

*Je dédie ce modeste travail.*



**Asmaa**

# Dédicace

*Ce travail au quel j'ai consacré les plus belles années de ma vie, et pour le quel je le garde le plus honorable de ma vie, je le dédie :*

*A la plus gentille des femmes, **ma très chère mère et grande mère** symbole de tendresse et de patience, je la remercie infiniment de ces sacrifices.*

*A **mon père** l'aide qu'il ma accordé durant mes études et ses encouragements.*

*A mes frères : **ahmed, yahya, hafnawi, aissa, amer, bendawid, benalia, kamel, mohamed***

*A mes sœur : **soade, omelkheir, tito***

*A mes meilleures amies : **SARA.H, SARA.S, FATIMA***

*A tout ce qui m'a porté aide de près et de loin*

*Je dédie ce modeste travail.*



**Saliha**

## Liste des abréviations

**%** : Pourcentage.

**ml** : millilitre

**°C** : degré Celsius

**CE** : Conductivité électrique

**CE** : Conseil Européen.

**µm** : Micromètre

**Cm<sup>3</sup>** : Centimètre cube.

**HMF**: Hydroxy-2-méthylfurfural

**PH**: Potentiel d'hydrogène

**AL** : Acidité Libre.

**g** : Gramme

**mg** : Milligramme

**µL** : Microlitre.

**Abs** : Absorbance.

**ANOVA**: Analysis of One Variance.

**Kg**: Kilogramme

**meq** : milliéquivalent

**mS**: Milli siemens

**µS** : Microsiemens.

**cm**: Centimètre

**m/v** : masse sur le volume

**T°** : Température.

**N**: Normalité

**E**: Echantillon

**N°**: Numéro

**pHe**: pH du point équivalent

**UE** : Union Européenne

**IR** : Indice de Réfraction

**Max** : Maximum.

**Min** : Minimum

**Mn** : Minute.

## Liste des figures

<b>Figure1</b> : Composition moyenne de miel.....	5
<b>Figure 2</b> : Schéma représente la structure d'un grain de pollen.....	13
<b>Figure 3</b> : Diversité de la forme des grains de pollen et leurs apertures.....	16
<b>Figure 4</b> : Les défauts de cristallisation.....	23
<b>Figure 5</b> : échantillons des miels étudiés.....	30
<b>Figure 6</b> : Protocole expérimentale.....	32
<b>Figure 7</b> : pH- mètre type HANNA.....	33
<b>Figure 8</b> : Réfractomètre type ZUZI.....	34
<b>Figure 9</b> : Le conductimètre type EUTECH.....	35
<b>Figure 10</b> : Opération de centrifugation et extraction des pollens des miels.....	37
<b>Figure 11</b> : Préparation et séchage des lames.....	37
<b>Figure 12:</b> Teneur en eau des miels analysés .....	40
<b>Figure 13:</b> Représentation graphique des valeurs de la conductivité électrique des miels analysés.....	41
<b>Figure 14:</b> pH des miels analysés.....	43
<b>Figure 15:</b> L'acidité libre des miels analysés.....	43
<b>Figure 16</b> : Teneur en HMF des miels analysés.....	45
<b>Figure17</b> : présence des pollens de 44 taxons identifiés dans les échantillons de miel représentée dans les quatre classes de Fréquence pollinique.....	49

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Effet de la teneur en eau sur le risque de fermentation dans le miel.....	<b>9</b>
<b>Tableau 2</b> : Les normes de miel selon Codex Alimentarius et l'Union Européenne.....	<b>25</b>
<b>Tableau 3</b> : Teneur en sucre et conductivité électrique Proposition d'une nouvelle norme.....	<b>26</b>
<b>Tableau 4</b> : Présentation des miels étudiés.....	<b>31</b>
<b>Tableau 5</b> : Résultats des analyses physico-chimiques.....	<b>39</b>
<b>Tableau 6</b> : Fréquence de la présence des types de pollen des taxons dans les miels Locaux (%).....	<b>47</b>
<b>Tableau 7</b> : Fréquence de la présence des types de pollen des taxons dans les miels Importés (%).....	<b>48</b>

## Liste des annexes

**Annexe I** : Résultats des analyses physicochimiques.

**Annexe II** : Résultats des analyses des variances

Liste des abréviations.....	i
Liste des figures .....	ii
Liste des tableaux.....	iii
Liste des annexes.....	iv

## Sommaire

### Introduction

### Partie bibliographique

### Chapitre I : Les propriétés du miel

1.1. Définition du miel.....	3
1.2. Élaboration du miel.....	3
1.3. Le processus de l'élaboration du miel .....	4
1.4. Les différents types de miel.....	4
1.5. La composition du miel.....	5
1.5.1. Les éléments majeurs .....	6
1.5.1.1. L'eau.....	6
1.5.1.2. Les glucides.....	6
1.5.2. Les composants mineurs.....	6
1.5.2.1. Les acides.....	6
1.5.2.2. Les protéines.....	7
1.5.2.3. Les lipides.....	7
1.5.2.4. La matière minérale.....	7
1.5.2.5. Les enzymes.....	7
1.5.2.6. Les vitamines.....	8
1.5.2.7. Les pigments.....	8
1.5.2.8. D'autres composants .....	8
1.6. Propriétés physico-chimiques.....	8
1.6.1. La densité .....	8
1.6.2. L'indice de réfraction et la teneur en eau.....	9
1.6.3. La conductivité électrique .....	9
1.6.4. L'Acidité .....	10
1.6.5. Le pH .....	10

1.6.6. L'Hydroxymethyl furfural (HMF) .....	10
1.6.7. Les cendre .....	10
1.7. Les propriétés biologiques .....	10
1.7.1. Les propriété nutritionnelle du miel .....	11
1.7.2. Propriétés thérapeutiques .....	11
1.7. 3. Propriétés anti-oxydantes.....	11
1.7.4. Propriétés antimicrobiennes .....	11
1.8. Propriétés organoleptiques.....	12
1.9. Propriétés polliniques .....	12
1.9.1. Les différents caractères de détermination des grains de pollen.....	13
1.9.1.1. Définition du grain de pollen.....	13
1.9.1.2. Origine des grains de pollens dans les miels.....	14
1.9.1.3 Description morphologique.....	14
1.9.1.3.1. Polarité et symétrie.....	15
1.9.1.3.2. Forme du grain de pollen.....	15
1.9.1.3.3. Taille du grain de pollen.....	15
1.9.1.3.4. Les Apertures .....	15
1.9.1.3.5. Ornementation de l'exine.....	16
1.9.2. Identification des grains de pollen.....	17
1.9.2.1. Utilisation des analyses polliniques dans la caractérisation florale des miels.....	17
1.9.2. 1.1. Analyses polliniques quantitative.....	17
1.9.2.1.2. Analyse pollinique qualitative .....	18
1.9.2.2. Estimation de l'origine géographique .....	18
1.9.2.3. Estimation de l'origine botanique.....	18
<b>Chapitre II : Technologie du miel, critères de qualité et normes internationales</b>	
2.1 Technologie des miels .....	20
2.1.1. La Récolte du miel.....	20
2.1.2. Le conditionnement de miel .....	20
2.1.3. L'emballage et étiquetage .....	20
2.1.4. La conservation .....	21
2.1.5. La pasteurisation de miel .....	21
2.2. La transformation physique, chimique et biologique du miel en stockage .....	22
2.2.1. La cristallisation .....	22
2.2.1.1. Les défauts de cristallisations .....	22

2.2.2. La fermentation.....	23
2.2.3. Autres transformations.....	24
2.3. La qualité du miel .....	24
2.3.1. Facteurs essentiels et normes de qualité .....	25
2.3.1.1. La teneur en eau .....	27
2.3.1.2. Teneur en sucres réducteurs et saccharose apparent.....	27
2.3.1.3. Teneur en substances insolubles dans l'eau .....	27
2.3.1.4. Teneur en substances minérales (cendres) .....	27
2.3.1.5. Acidité .....	28
2.3.1.6. Activité de la diastase.....	28
2.3.1.7. Teneur en hydroxy méthyl furfural (HMF).....	28
2.3.1.8. Conductivité électrique.....	28
2.3.1.9. Teneur en sucres spécifiques.....	29
2.3.2. Facteur qualitatif supplémentaire en dehors des normes.....	29
2.3.2.1. L'enzyme " invertase " .....	29
2.3.2.2. Teneur en glycérol.....	29

## **Partie expérimentale**

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

3.1. Objectif expérimental .....	30
3.2. Présentation des échantillons de Miel .....	30
3.3. Protocole expérimentale.....	31
3.4. Analyse physico-chimiques du miel .....	33
3.4.1. Mesure du pH.....	33
3.4.2. Mesure de L'acidité libre.....	34
3.4.3. Mesure de la teneur en eau .....	34
3.4.4. Mesure de la Conductivité électrique.....	35
3.4.5. Mesure de la teneur en HMF.....	35
3.4.6. Traitements des résultats.....	36
3.5. Analyse pollinique qualitative .....	36
3.5.1. Extraction et montage des pollens contenus dans les échantillons de miel .....	36
3.5.2. Observation des grains de pollen du miel .....	37
3.5.3. Dénombrement des grains de pollens.....	38

## **Chapitre IV : Résultats et discussion**

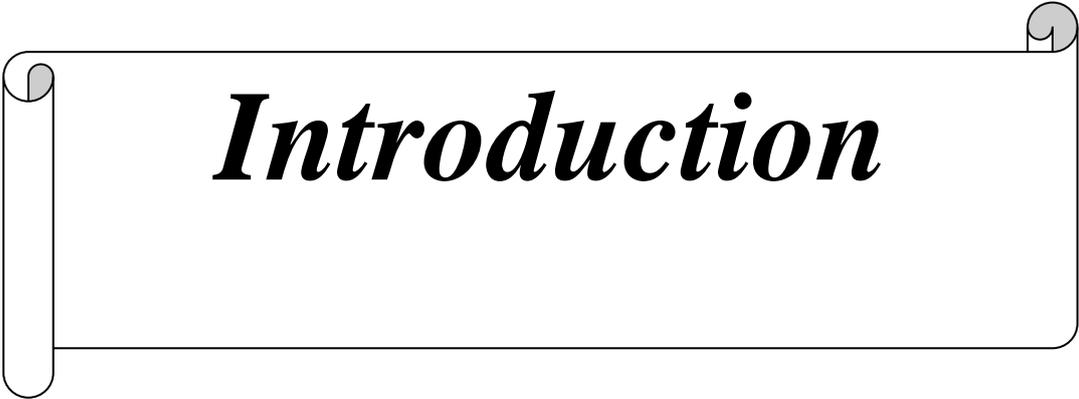
4.1 Résultats et discussion .....	39
4.1. Analyse physicochimiques .....	39
4.1.1. La teneur en eau .....	39
4.1.2. Mesure de la Conductivité électrique .....	41
4.1.3. Le pH et l'acidité libre .....	42
4.1.4. La teneur en HMF (Hydroxy-méthyl-furfural) .....	44
4.2. Analyse pollinique qualitative .....	46
4.2.1. Spectre polliniques des miels locaux .....	46
4.2.2. Spectre polliniques des miels importés .....	48

### **Conclusion**

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

### **Résumé**



# ***Introduction***

## **Introduction**

Le miel est l'un des aliments naturels produit par les abeilles (*Apis mellifera*). C'est une substance qui est très riche en sucres. Le fructose et le glucose sont les principaux glucides existant dans tous les types des miels. Le Miel contient aussi en fraction moins importante: l'eau, les protéines, les vitamines, les minéraux, les lipides, les acides aminés, les acides organiques, les composés phénoliques (flavonoïdes, caroténoïdes) et les enzymes (**Azeredo et al., 2003**).

En outre, par cette riche composition, Le miel présente des propriétés thérapeutiques et nutritionnelles bénéfiques pour la santé humaine. Très utilisés en alimentation pour ces multiples propriétés, une attention particulière est actuellement axée par le consommateur sur sa fraîcheur sa bonne qualité et son origine.

A travers ses différents territoires, l'Algérie dispose d'une richesse floristique intéressante pour produire divers types de miels. Malgré cette richesse, le marché algérien se caractérise par la présence de miels étrangers commercialisés au niveau des superettes et des magasins d'alimentation et locaux commercialisés par les apiculteurs et les herboristes, ce qui rend le consommateur préoccupé par sa qualité et son origine.

Comme tout produit biologique, le miel subit au cours du temps des modifications qui induisent des changements dans sa qualité. Il est donc nécessaire de connaître les principaux facteurs qui peuvent l'altérer. La température est le principal facteur qui dégrade les sucres conduisant ainsi à la formation d'hydroxyméthylfurfural, dont sa teneur indique sa fraîcheur et sa qualité du miel (**Bruneau, 2002**). La teneur en eau, les sucres, le pH, l'acidité, taux d'hydroxyméthylfurfural, sont aussi d'autre critère très important pour juger cette qualité.

Les pollens sont des marqueurs du milieu floristique. L'étude du profil pollinique permet de connaître les pollens de certaines espèces butinées par l'abeille et vérifier leur origine géographique et botanique. Leurs présences dans les miels donnent des indications précieuses sur la présence et la distribution des taxons dans leurs milieux.

Notre travail contribue à identifier la qualité de certains miels commercialisés en Algérie pour cela nous avons échantillonné dans la région de Djelfa, des miels retrouvés dans le commerce nous avons ainsi distingués l'existence des miels étrangers commercialisés au niveau des superettes et des magasins d'alimentation et des miels locaux commercialisés par les apiculteurs et les herboristes

Les analyses polliniques et physico-chimiques sont des paramètres qui caractérisent la qualité des miels et définissent leur origine. La détermination de ces paramètres permet de vérifier leur origine géographique, botanique et leur qualité selon les normes internationales du codex alimentaire (2001) et celles de la directive européenne du miel 2001/110/CE. La caractérisation des miels constitue une étape indispensable à tout programme de valorisation des miels pour certifier et protéger leur qualité et leur origine.

Dans la démarche globale de cette étude, une partie bibliographique est élaborée, où nous synthétisons les informations relatives aux miels, aux paramètres de qualité et de la certification d'origine. L'objectif de la partie expérimentale est de réaliser des analyses physico-chimiques et polliniques sur des échantillons de miel locaux et des miels importés commercialisés à Djelfa.



***Chapitre I***  
***La propriété du***  
***miel***

### 1.1. Définition du miel

Dans de très nombreux pays la loi fournit une définition du miel. Les définitions légales ont pour objet la protection de consommateur contre les différents types de fraudes susceptible d'être pratiquées. Elles sont souvent accompagnées d'une description du produit qui fixe sa composition chimique moyenne.

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

Le miel est un mélange complexe de composition variable suivant l'origine géographique et les plantes butinées par les abeilles. La couleur, la saveur, l'arôme et même la qualité de ce produit varie en fonction de plusieurs facteurs sont:

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

### 1.2. Élaboration du miel

**Ancheling (2005)**, signale que le miel est élaboré par les abeilles à partir des sucres produits par des végétaux, soit à partir du nectar ou du miellat.

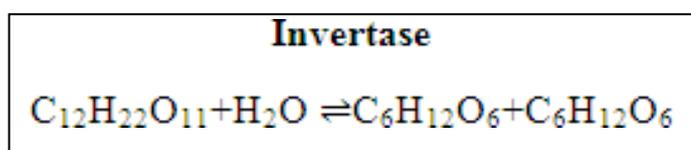
Le nectar est un liquide sucré et mielleux, il est recueilli dans les glandes nectarifères des fleurs. Il est composé de trois sucres principaux (le saccharose, le glucose et le fructose), d'acides organiques, de protéines dont des enzymes, d'acides aminés, de substances aromatiques et de composés inorganiques (**Hoyet, 2005**).

Le miellat est un liquide sucré et produit plus complexe que le nectar produit par plusieurs espèces d'insectes parasites de nombreuses plantes. Les miellats sont caractérisés par la présence de tri holosides et de sucres supérieurs, protéines et d'acides aminés, de vitamines tel que la thiamine et la biotine, Leur charge minérale est également importante (**Schweitzer, 2004**).

### 1.3. Le processus de l'élaboration du miel

L'élaboration du miel commence dans le jabot des abeilles butineuses. Si tôt prélevé, la matière première (nectar ou miellat) est mélangée aux sécrétions des glandes salivaires de l'abeille qui la modifie. Ce miel brut est ensuite travaillé et stocké par les jeunes ouvrières dans les rayons en lui donnant son empreinte personnelle (**Tojonirina, 2008**).

Les butineuses prélèvent avec leur langue le nectar et l'emmagasinent dans leur jabot en y ajoutant de la salive et en abaissant la teneur en eau ce qui conduit à la transformation de saccharose en sucre simple. L'hydrolyse du saccharose s'effectue selon l'équation suivante (**Chouia, 2014**):



Les butineuses transfèrent leurs récoltes aux ouvrières d'intérieur pour terminer la transformation commencée afin de dégorger ce liquide à la surface, dans les cellules disponibles de l'un des rayons. Cette solution transformée qui renferme environ 50% d'eau va subir une concentration par évaporation qui s'effectue avec la chaleur régnante dans la ruche et le travail des abeilles ventileuses. Après quelque, jours on obtient une solution de environ 18% d'eau et 80% de sucre tout simplement c'est le miel qui sera stocké dans les cellules cachetées par un mince opercule de cire (**Hoyet, 2005**).

### 1.4. Les différents types de miel

Plusieurs variétés de miel existent, mais, il est cependant possible de les classer selon divers critères:

- Selon L'origine Sécrotoire, on parle de miel de nectar ou miel de fleures obtenus à partir des nectars des plantes ou bien de miel de miellat obtenu essentiellement à partir des excréments laissées sur les parties vivantes des plantes par les insectes suceurs (hémiptères) ou à partir des sécrétions provenant de partie vivantes des plantes.
- Selon l'origine géographique et surtout en rapport avec la flore habituelle d'une région déterminée il est relativement facile de distinguer un miel des régions tempérées d'avec un miel tropical ou équatorial (**Donadieu, 1984**).
- Selon L'origine Floral, nous avons les miels mono floraux élaborés à partir du nectar provenant d'une seule espèce végétale (**Rossant, 2011**), Avec des caractéristiques

palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques spécifiques tel que le miel d'acacia, d'oranger et de lavande (Bogdanov et al., 2004 ). Les miels poly floraux élaborés à partir du nectar provenant de plusieurs espèces végétales, dont la valorisation de leurs spécificités et la reconnaissance de leurs caractères dominants, est indiquée selon l'air de production (miel de printemps ou d'été), ou la région de récolte (miel de montagne, de forêt, etc.) (Rossant, 2011 et Donadieu, 1982).

### 1.5. La composition du miel

La composition du miel est relativement bien connue malgré sa complexité, elle varie en fonction de nombreux facteurs (L'origine florale, Condition météorologique, Nature du sol ....etc.) (Guerriat, 2000).

Le miel est composé en grande majorité d'eau et de sucres qui représentent plus de 95 % de la matière sèche. Le reste des substances sont des composés mineurs tels que des protéines, des acides, des lipides et des minéraux.

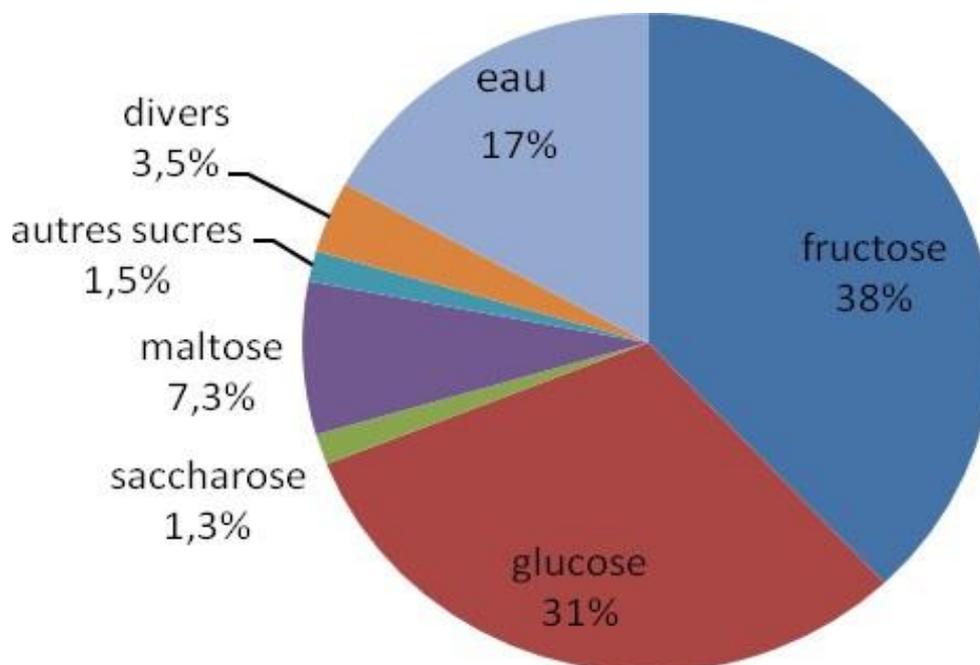


Figure 1: Composition moyenne de miel (Bruneau, 2002).

### 1.5.1. Les éléments majeurs

#### 1.5.1.1. L'eau

Lorsque les abeilles operculent les cellules contenant le miel, la teneur en eau de celui-ci est de l'ordre de 17 à 18% d'eau. La teneur en eau d'un miel provient essentiellement de l'humidité du nectar mais peut être influencée par de nombreux facteurs, parmi lesquels les conditions climatiques lors de la récolte, le taux d'operculation des rayons, les conditions de stockage...etc (**Carine, 2016**).

La teneur en eau du miel est une donnée très importante, car elle joue un rôle primordial dans sa qualité et sa stabilité dans le temps. Elle intervient dans sa viscosité, sa cristallisation, sa saveur, et sa fermentation (**Bruneau, 2005**).

#### 1.5.1.2. Les glucides

Les glucides constituent la partie la plus importante du miel (75 à 80 %), La plupart de ces sucres ne sont pas trouvés dans le nectar mais ils sont formés durant la maturation et le stockage du miel par l'abeille (**Jeferey et Echazaretta, 1996**). Parmi les glucides contenus dans les miels:

- Les monosaccharides (environ 90% des sucres totaux) avec une prédominance du fructose (ou lévulose) davantage que le glucose. Ils proviennent en grande partie de l'hydrolyse du saccharose (présent dans le nectar ou le miellat) par l'action de l'invertase (**Bonté et Desmoulière, 2013**).
- Les disaccharides (ou diholosides). Ce sont principalement le maltose (7,3 %) et le saccharose (1,3 %) (**Bonté et Desmoulière, 2013**).
- Les tris et polysaccharides (autres sucres) représentent 1,5 à 8%, parmi eux sont: l'erlose, le raffinose, le mélézitose, le kojibiose, le dextrantriose et le mélibiose (**Bogdanov, 2011**).

### 1.5.2. Les composants mineurs

#### 1.5.2.1. Les acides

Le miel contient un grand nombre d'acides organiques. Parmi lesquels l'acide gluconique est majoritaire. On trouve également les acides : formique, tartinique, malique, citrique, succinique, butyrique, lactique et oxalique de même que différents acides aromatiques (**Tomczak, 2010**).

La transformation du glucose en acide gluconique (par le glucose oxydase) serait imputable à l'action de *Gluconobacter* pendant la maturation du miel, ils proviennent du nectar ou miellat, ou des sécrétions de l'abeille (**Domerego, 2009**).

#### 1.5.2.2. Les protéines

Le miel est une substance assez pauvre en protides (moins de 1%), On y trouve des peptones, des albumines, des globulines ainsi que des acides aminés comme la proline, l'acide aspartique, l'acide glutamique, l'alanine, la cystéine (**Hoyet, 2005**).

#### 1.5.2.3. Les lipides

Les lipides ou corps gras des miels se trouvent en infime quantité. On retrouve néanmoins, du cholestérol libre, des esters de cholestérol ou encore des acides gras (acide palmitique, oléique et linoléique) (**Delphine, 2010**).

#### 1.5.2.4. La matière minérale

Les miels ont une teneur en cendres inférieure à 1%. On y trouve, dans l'ordre d'importance, du potassium, du calcium, du sodium, du magnésium, du cuivre, du manganèse, du chlore, du phosphore, du soufre et du silicium, ainsi que plus de trente oligo-éléments. Leur teneur dépend des plantes visitées par les abeilles, ainsi que du type de sol sur lequel elles poussent (**Emmanuelle et al ., 1996**).

Les études de **White et al ., (1962)**, montrent qu'il existe une relation entre la couleur des miels et leur teneur en cendres, ce qui a été confirmé par **Louveaux (1968)** et **Cuvillier (2015)** en signalant que, d'une façon générale, les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés. Ainsi les miels de miellat sont plus riches en sels minéraux que les miels de fleurs.

#### 1.5.2.5. Les enzymes

Il existe différentes enzymes dans le miel, elles proviennent soit de la salive de l'abeille, soit du nectar (**Domerego, 2009**). Les enzymes apportées par la salive sont:

- L'invertase responsable de l'hydrolyse du saccharose en fructose et glucose
- La diastase responsable de l'hydrolyse de l'amidon en molécules de glucose
- La Glucose-oxydase responsable de l'oxydation du glucose en acide gluconique, ce qui produit du peroxyde d'hydrogène.

C'est la diastase qui est plus étudiée en fonction de la qualité. Ces diastases sont détruites par un chauffage exagéré du miel, ainsi leur dosage permet de détecter les fraudes liées au chauffage du miel (**Huceht et al., 1996**). Les enzymes Apportées par le nectar sont la Catalase responsable de la dégradation du peroxyde d'hydrogène et la Phosphatases...etc.

#### **1.5.2.6. Les vitamines**

Le miel est relativement pauvre en vitamines, si on le compare à d'autres aliments. On y trouve essentiellement des vitamines du groupe B: B1, B2, B3, B4 et B5. Parfois on y trouve aussi la vitamine C, ainsi que les vitamines A, K et D (**Clémence, 2005**).

#### **1.5.2.7. Les pigments**

Les pigments donnent au miel une couleur caractéristique. Ils appartiennent aux groupes des caroténoïdes et des flavonoïdes qui sont intéressants au niveau de l'alimentation, Ce sont des pigments présents dans les végétaux et qui constituent une protection contre les rayons ultra violets et la photo-oxydation, ils sont aussi protecteurs vis-à-vis des radicaux libres (**Cuvillier, 2015**).

#### **1.5.2.8. D'autres composants**

D'autres composants peuvent être contenus dans le miel tels que:

- Des substances aromatiques qui donnent les saveurs au miel,
- Les grains de pollen qui témoigne de l'origine botanique et géographique aussi de la qualité nutritionnelle (apport en protéines) du miel.
- Les colloïdes (les alcaloïdes), L'HMF,...etc.

### **1.6. Propriétés physico-chimiques**

Les caractéristiques physico-chimiques des miels sont très importantes, leur interprétation permet de déduire non seulement l'état de fraîcheur du miel mais également ses conditions de conservation ainsi que sa qualité. Certaines d'entre eux participent aussi à l'identification de l'origine florale d'un miel.

#### **1.6.1. La densité**

La densité d'un miel homogène est le rapport, exprimé en nombre décimal, de la masse volumique de ce miel à la masse volumique de l'eau pure (La masse volumique s'exprime en

kg / dm<sup>3</sup>) (**Gonnet, 1982**). Les variations de densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau, plus un miel est riche en eau et moins il est dense. Le miel a une densité relativement élevée qui varie entre 1,40 et 1,45 g/cm<sup>3</sup> (**Bogdanov et al ., 2003**).

### 1.6.2. L'indice de réfraction et la teneur en eau

L'indice de réfraction permet de calculer une variable très importante, la teneur en eau. Il est d'autant plus élevé que la teneur du miel en eau est faible. Il oscille entre 1,47 et 1,50 à une température de 20 °C.

La teneur en eau d'un miel provient essentiellement de l'humidité du nectar mais elle peut être aussi influencée par de nombreux d'autres facteurs parmi lesquels: les conditions climatiques lors de la récolte et les conditions de stockage (**Lazarević et al., 2012 ; Belay et al., 2013** ). La norme de **Codex Alimentarius (2001)**, indique que la teneur en eau maximale est de 21 %. Au de la de cette valeur, le miel est considéré comme étant facile à se fermenter. Le tableau ci après explique l'effet des teneurs en eau sur la fermentation:

**Tableau 1** : Effet de la teneur en eau sur le risque de fermentation dans le miel (**Schweitzer, 2001**).

Teneur en Eau	Son effet sur le risque de fermentation dans le miel
<b>A moins de 17,1%</b>	Quel que soit leur nombre, les levures ne peuvent se multiplier, la pression osmotique est importante, le miel ne peut donc fermenter.
<b>De 17,1 à 18%</b>	Pas de fermentation si le nombre de levure est inférieur à 1000 par gramme.
<b>De 18,1 à 19%</b>	Pas de fermentation si le nombre de levures est inférieur à 10.
<b>De 19,1 à 20%</b>	Pas de fermentation si le nombre de levures est inférieur à 1
<b>Au dessus de 20%</b>	Risque de fermentation dans tous les cas.

### 1.6.3. La conductivité électrique

La conductivité électrique est la propriété d'un corps de permettre le passage du courant électrique. Plus la teneur en eau et en matières minérales est élevée plus la conductivité électrique est importante. La conductivité électrique représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel (**Piazza et al ., 1991**) et (**Bogdanov, 1999**).

#### 1.6.4. L'Acidité

C'est la mesure des acides contenus dans le miel. Il existe deux types d'acidité : l'acidité libre et l'acidité combinée. L'acidité libre est l'acidité titrable par l'hydroxyde de sodium (0,05N) jusqu'à obtention du pH du point équivalent ( $\text{pH}_e$ ), elle est obtenue en traçant la courbe de neutralisation du miel.

L'acidité combinée (due aux lactones) est obtenue en titrant l'excès de NaOH (0,05N) dans la solution du miel avec une solution d'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (0,05N) en retour. L'acidité est un critère de qualité. La norme européenne pour le miel fixe une valeur maximale de 50 milliéquivalent/kg d'acidité libre (**Bogdanov et al., 2005**).

#### 1.6.5. Le pH

Le pH donne une indication sur la constante d'acidité présente dans le miel, tandis que l'acidité est une mesure de quantité de ces acides. D'après **Gonnet (1982)**, plus le taux des matières minérales est fort et plus le pH du miel se rapproche de la neutralité. En général la valeur de pH varie entre 3.5 et 5.5, cela est due à la présence des acides organiques (**Bogdanov et al., 2004**).

Selon **Schweitzer (2005)**, les miels de nectar, très acides, ont un pH compris entre 3,5 et 4,5. Les miels de miellats, moins acides, ont un pH supérieur à 4,5.

#### 1.6.6. L'Hydroxymethyl furfural (HMF)

L'hydroxymethyl furfural est un composé chimique issu de la dégradation du fructose. Il est présent dans les miels vieux ou ceux qui ont subi un chauffage. Plus sa teneur est faible, le miel est le meilleur. Le taux de l'H.M.F permet d'ailleurs de détecter le chauffage et ou l'âge de miel. Au niveau mondial le miel ne doit pas posséder une teneur en HMF supérieure à 80 mg/kg, le taux maximum a été fixé à 40mg/kg dans l'union européenne (**Prost, 1987**).

#### 1.6.7. Les cendre

La teneur en cendre est critère de qualité qui dépend de l'origine botanique du miel : le miel de nectar a une teneur en cendre plus faible que le miel de miellat (**Vorwohl, 1964**).

### 1.7. Les propriétés biologiques

Le miel est non seulement un aliment mais on peut le considérer comme un médicament car il possède maintes propriétés biologiques (nutritionnelles, antibactériennes, antioxydantes et thérapeutiques). Ces propriétés sont dues essentiellement à sa composition qui est variable

en fonction des plantes butinées, des conditions climatiques et environnementales (**Lobreau-Callen et al ., 1999**).

### 1.7.1. Les propriétés nutritionnelles du miel

Le miel est un aliment naturel, riche en sucres simples (glucose et fructose), directement assimilable, doué d'un pouvoir sucrant important. Il permet de couvrir les besoins énergétiques de l'organisme dans des conditions optimales. Il apporte 310 calories aux 100g (**Guinot et al ., 1996**), traditionnellement, il a été utilisé dans la nourriture comme agent édulcorant. Cependant, plusieurs aspects de son utilisation indiquent qu'il fonctionne comme un conservateur alimentaire (**Ferreres et al ., 1993**).

### 1.7.2. Propriétés thérapeutiques

Dans le domaine médical, le miel présente des actions bénéfiques, surtout dans certains cas de maladies de l'estomac, de l'intestin, des reins ou des voies respiratoires (**Gonnet, 1982**). D'après **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 bronchite, il facilite la cicatrisation des brûlures et des blessures. L'Apithérapie est une alternative d'avenir qui peut remplacer l'utilisation de quelques médicaments issus de l'industrie chimique.

### 1.7.3. Propriétés anti-oxydantes

Le miel possède un pouvoir antioxydant lié aux agents antioxydants tels que les flavonoïdes, acides phénoliques, caroténoïdes, acide ascorbique, acides organiques, acides aminés et protéines jouent un rôle important dans la préservation des aliments et la santé humaine, par désactivation et stabilisation des agents d'oxydation (espèces réactive oxygénées) responsables de nombreuses maladies telles que le cancer, le diabète ,les maladies cardiovasculaires (**Anso, 2012**).

### 1.7.4. Propriétés antimicrobiennes

**Molane et Russel (1988)**, Rapportent que l'activité antimicrobienne du miel est attribuée grâce à :

- sa teneur en peroxyde d'hydrogène identifiée comme substance « inhibine », ajouté par l'abeille au miel. Cette substance est très fragile à la chaleur et à la lumière ;
- Sa faible teneur en eau à un effet inhibiteur sur la croissance de la majorité des microorganismes ;

- Son pH bas qui ne favorise pas la multiplication des bactéries ;
- Sa forte concentration en sucre associée à une teneur d'eau comprise entre 15 et 18% agit d'une manière osmotique et absorbe l'eau nécessaire des microorganismes.

### **1.8. Propriétés organoleptiques**

Les propriétés organoleptiques des miels permettent de décrire différents caractères du miel, elle donne des indications sur la couleur, la texture, les odeurs, les arômes et les saveurs du miel. 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 et le trèfle donne un miel de couleur blanchâtre. Le miel foncé a généralement un goût plus prononcé et sa teneur en sels minéraux est élevée tandis que le miel clair montre une saveur plus délicate (**Chouia, 2014**).

La coloration des miels est une donnée importante, elle dépend de l'origine du produit, Elle est également un élément sensoriel primordial qui détermine en partie le choix du consommateur. La coloration dépend du nectar des fleurs butinées par les abeilles, des terrains sur lesquels ont poussé les végétaux, de la météo et surtout de la consistance et de la composition du produit, cela a des conséquences sur le goût et les propriétés du miel.

### **1.9. Propriétés polliniques**

Le pollen est reconnu comme un constituant naturel et non comme un ingrédient, car il entre dans la ruche par l'effet de l'activité des abeilles et se trouve dans le miel indépendamment d'une éventuelle intervention de l'apiculteur (**Commissions Européennes, 2002**).

Le pollen est l'élément mâle des plantes à fleurs, se présente sous forme de grains microscopiques contenus dans les anthères des étamines .de grosseur et de forme variables .ils sont transportées sur d'autres fleurs, soit par la vente (pollen légers), soit par les insectes (pollen lourd), Sous une enveloppe résistante à la dégradation, chaque grain de pollen renferme des substances indispensables à l'alimentation des larves et des jeunes abeilles.

La forme de cette enveloppe est caractéristique de l'espèce végétale, ce qui est très pratique pour vérifier l'origine végétale d'un miel (**Prost, 2005**). Il se compose de l'eau (30% à 40%), de protides (11% à 35%), parmi les quels de nombreux acides aminés :acide glutamique, acide aspartique, proline, des glucides ( 20% à40%), des lipides (1% à20%), des

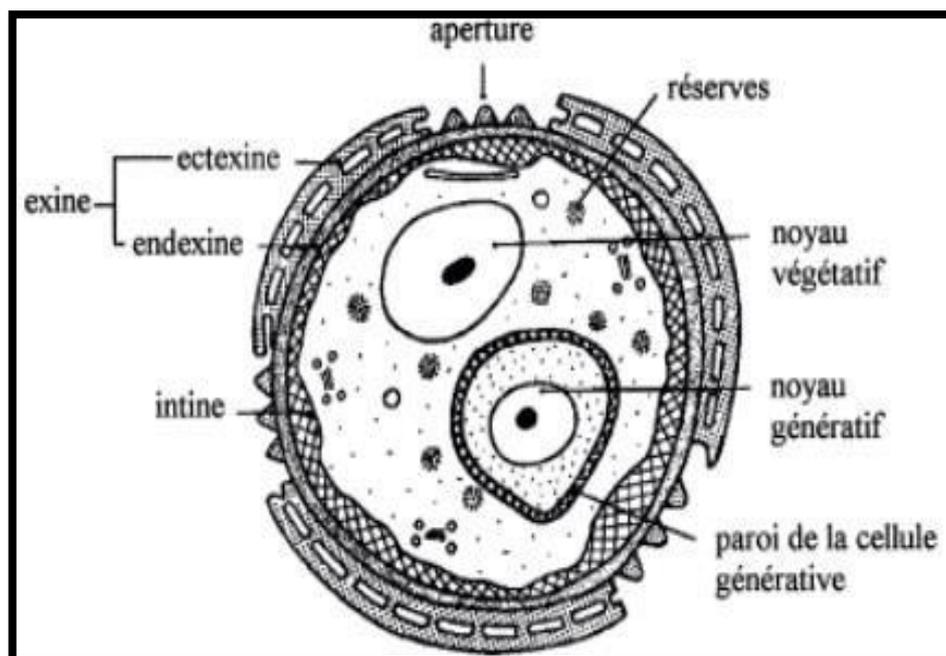
matières minérales (1% à 7%), des vitamines (A ,B,C,D,E), des enzymes et des antibiotiques (Nair, 2014).

### 1.9.1. Les différents caractères de détermination des grains de pollen

#### 1.9.1.1. Définition du grain de pollen

Le pollen est l'élément fécondant mâle des fleurs, il est produit par les étamines. C'est un gamétophyte, donc un producteur de gamètes, contenu dans l'anthere de la plantes à l'extrémité des étamines. Il renferme deux à trois cellules et est entouré d'une double paroi formée de matériaux le plus résistant du mode vivant la sporopollenine qui le rend fossilisable (Jobrani et Oulmene ,2016).

Dans le cas d'un pollen bicellulaires, le grain de pollen contient une cellule végétative (qui germera pour former le tube pollinique) et une cellule génératrice (qui correspond aux futurs gamètes male) (Jobrani et Oulmene ,2016).



**Figure 2:** Schéma représente la structure d'un grain de pollen (Reille, 1990)

Le grain de pollen présente deux enveloppes: la première est l'exine qui est une membrane externe du grain de pollen constituée par une protéine, la sporopollénine, très résistante à l'altération, qui assure la conservation des grains dans presque toutes les conditions de fossilisation, seule l'oxydation peut la détruire, elle est subdivisée en deux sous couches: l'endexine (couche la plus interne) et l'ectexine (couche la plus externe). La deuxième est

l'intine, membrane interne du grain de pollen constituée de cellulose, elle est détruite lors de la fossilisation ou du traitement d'extraction des grains de pollen des étamines ou du sédiment (**Dustman, 1993**). Bien souvent il faut une étude fine en microscopie pour aboutir à la détermination des grains de pollen mais une classification approximative peut être utilisée. Elle est basée sur :

- La taille, les plus petits sont ceux du myosotis (7µm) et les plus gros, ceux de la courge (150µm) ;
- La forme ;
- La présence de pores ou de sillons en surface ;
- L'ornementation de l'exine.

#### **1.9.1.2. Origine des grains de pollens dans les miels**

La présence de grain de pollen dans le miel en plus ou moins grande quantité est un phénomène remarquablement constant. Pratiquement il n'existe pas de miels naturels dépourvus de pollen (**Louveaux, 1968**).

Ces grains de pollen existent déjà dans les matières premières d'où le miel provient : nectar, miellat ou bien y pénètrent pendant le processus de maturation dans la ruche et pendant l'extraction par l'apiculteur. Lorsque l'abeille récolte le nectar des fleurs elle entre en contact, non seulement avec les nectaires, mais avec la plupart des pièces florales et notamment les anthères.

#### **1.9.1.3. Description morphologique**

La description d'un grain de pollen s'effectue selon les données les plus couramment utilisées de la palynologie descriptive. Un certain nombre de paramètres de description tel que la symétrie, la forme, les dimensions et les apertures. Chaque description est accompagnée d'une indication sur l'origine de la plante ayant fourni le pollen. **Reille (1990)**, souligne que le pollen est une carte d'identité de chaque fleur.

### 1.9.1.3.1. Polarité et symétrie

La situation relative des cellules filles au sein de la cellule mère, et la forme de la tétrade qui en résulte, déterminent la forme du grain de pollen. Un grain de pollen peut être polaire ou apolaire (**Habari, 1983**). On appelle :

- Axe polaire : ligne qui passe par le centre du grain et qui joint les deux pôles ;
- Pôle proximal : pôle le plus proche du centre de la tétrade ;
- Pôle distal est le pôle le plus éloigné du centre de la tétrade et diamétralement opposé au pôle proximal ;
- Longueur d'axe polaire (p) : distance qui sépare les deux pôles d'un grain.

### 1.9.1.3.2. Forme du grain de pollen

La forme est un élément important pour déterminer les grains de pollen. La forme du grain de pollen est définie par le rapport existant entre les dimensions de l'axe polaire (P) et de l'axe équatorial (E) (**Dobson, 2000**).

- Le grain de pollen est sphéroïdal ou équiaxe quand  $P=E$  ;
- Le grain de pollen est prolé ou longiaxe quand  $P>E$  ;
- Le grain de pollen est oblé ou bréviaxe quand  $P<E$  ;

La disposition générale d'un grain est variable; mais le cas le plus fréquent est le grain plus ou moins sphérique comportant trois ouvertures (pores ou sillons), ce qui le rend plus ou moins triangulaires.

### 1.9.1.3.3. Taille du grain de pollen

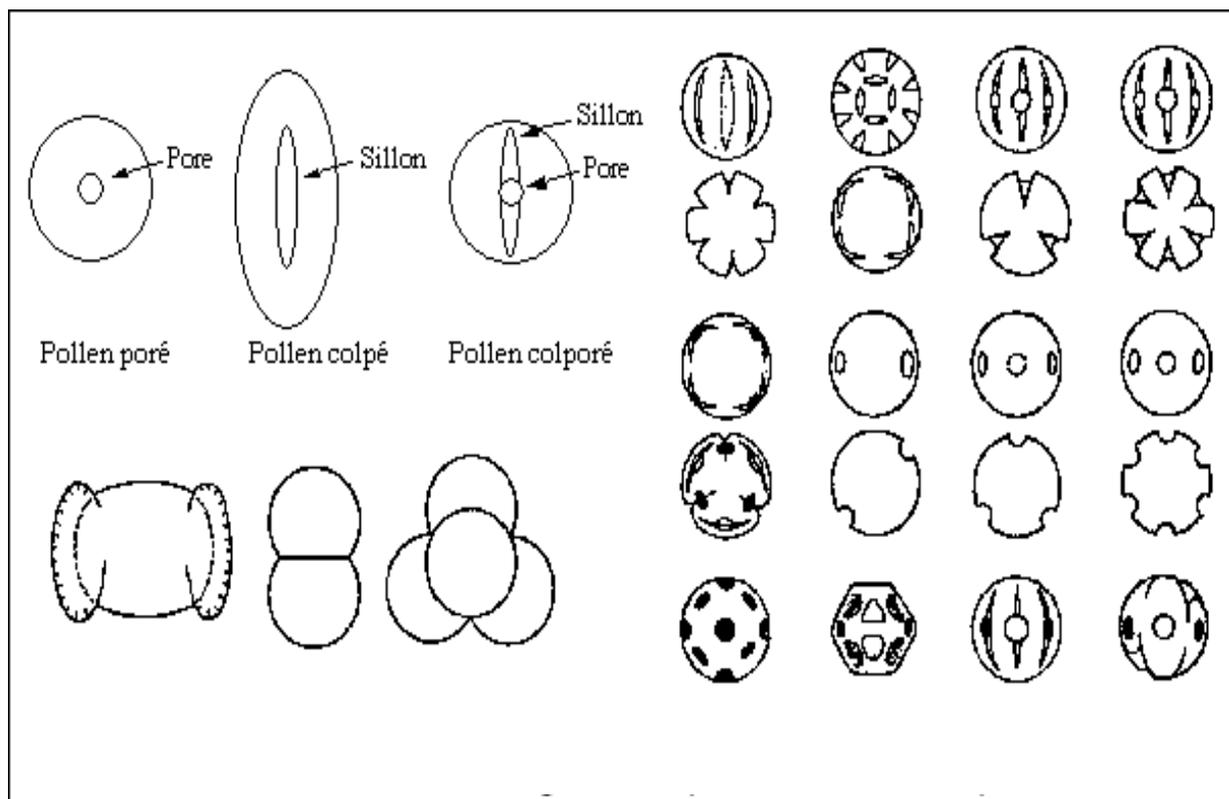
La taille du pollen peut varier avec l'âge et les conditions de maturation de la plante mais, elle reste globalement constante pour une même espèce. Elle varie de 5  $\mu\text{m}$  pour le myosotis à 200  $\mu\text{m}$  pour certaines gymnospermes (sapin, épicéa) avec une taille moyenne de 20 à 60  $\mu\text{m}$  (**Laaidi et al ., 1997**) .

### 1.9.1.3.4. Les Apertures

A la surface du grain de pollen, il existe des zones présentant un amincissement ou même une absence de certaines couches de l'exine, elles sont appelées les apertures. Leur principale fonction est l'émergence du tube pollinique qui féconde l'ovule de la fleur et assure la formation de la graine. Selon leur forme, on distingue les pores (porus) de forme arrondie et les sillons

(colpus) de forme allongée. D'après **Reille (1990)** de nombreuses combinaisons sont possibles entre les pores et les sillons :

- Monocolporés, dicolporés, tricolporés (pores plus sillons);
- Monoporés, diporés et triporés;
- Monocolpé, dicolpé, tricolpé et tetra colpé.



**Figure 3:** Diversité de la forme des grains de pollen et leurs ouvertures (**Reille, 1990**).

#### 1.9.1.3.5. Ornementation de l'exine

L'exine présente fréquemment des figures géométriques (ornementations) ou des traits qui permettent généralement une bonne identification. **Reille (1990)**, signale que l'exine par sa complexité et sa particularité est porteuse d'un grand nombre d'informations morphologiques typiques :

- Exine lisse (bourdaine) ;
- Exine fovéolée : Nombreuses petites dépressions (tilleul);
- Exine striée : style empreinte digitale (fruitiers genre prunus);
- Exine ponctuée : nombreux petits points noirs (campanule);

- Exine baculée : élément de sculpture plus haute que large ;
- Exine échinulée : élément de sculpture pointue ;
- Exine réticulée : en réseau ou filet.

### **1.9.2. Identification des grains de pollen**

L'identification des grains de pollen repose sur leur examen microscopique. La couleur, la forme, la taille et les pores différencient la plupart d'entre eux, L'analyse du pollen du miel est d'une grande importance pour le contrôle de qualité des miels et de la certification d'origine géographique et botanique. Permet donc de mieux comprendre les rapports existant entre l'abeille et la plante en utilisant le grain de pollen comme marqueur et indicateur biologique.

La morphologie du grain de pollen est caractéristique pour chaque espèce. L'identification des grains de pollen repose sur la taille, la forme, le nombre et la forme des ouvertures (pores et sillons) et l'architecture extrêmement variée de la membrane externe (exine).

L'analyse au microscope photonique (grossissement jusqu'à 1000 fois) ne permet pas toujours de réaliser des déterminations au niveau de l'espèce. Chez les herbacées, les déterminations sont réalisées le plus souvent au niveau de la famille. Ainsi la détermination pollinique est bien moins précise que la détermination botanique (**Reille ,1990**).

#### **1.9.2.1. Utilisation des analyses polliniques dans la caractérisation florale des miels**

##### **1.9.2. 1.1. Analyses polliniques quantitative**

Cette analyse permet de quantifier le nombre de grains de pollens contenu dans chaque unité de poids de miel. Celle-ci peut revêtir deux formes: la mesure de volume de culot de centrifugation et le dénombrement des grains de pollens par unité de poids. En fait lorsqu'on parle d'analyse pollinique quantitative on pense surtout au dénombrement. La mesure du volume du culot de centrifugation ne présente aucune difficulté particulière ; elle nécessite seulement l'utilisation de tub à centrifugation soigneusement gradués. Le dénombrement de grains de pollen par l'unité de poids a été mis au point par (**Maurizio, 1939**).

La teneur absolue en pollen des miels est susceptible de varier, elle n'est pas fixée ; elle est influencée en premier lieu par la teneur en pollen du nectar dont le miel provient, et en second lieu par le mode d'extraction (**Louveaux, 1985**).

### 1.9.2.1.2. Analyse pollinique qualitative

L'analyse pollinique qualitative consiste en l'identification des pollens présents dans l'échantillon afin d'en déterminer globalement la nature : miel de montagne, miel de plaine, etc. L'identification des grains de pollen contenue dans un miel suppose qu'on a sa disposition des préparations microscopique dites de référence, confectionnées à partir des anthères des plantes elles-mêmes. Elles permettent une description complète du pollen, son dessin et sa photographie. Actuellement, la description d'un pollen s'effectue en tenant compte des données les plus couramment utilisées de la palynologie descriptive. Chaque description est accompagnées d'identification sur l'origine de la plante ayant fourni le pollen (Amri, 2006).

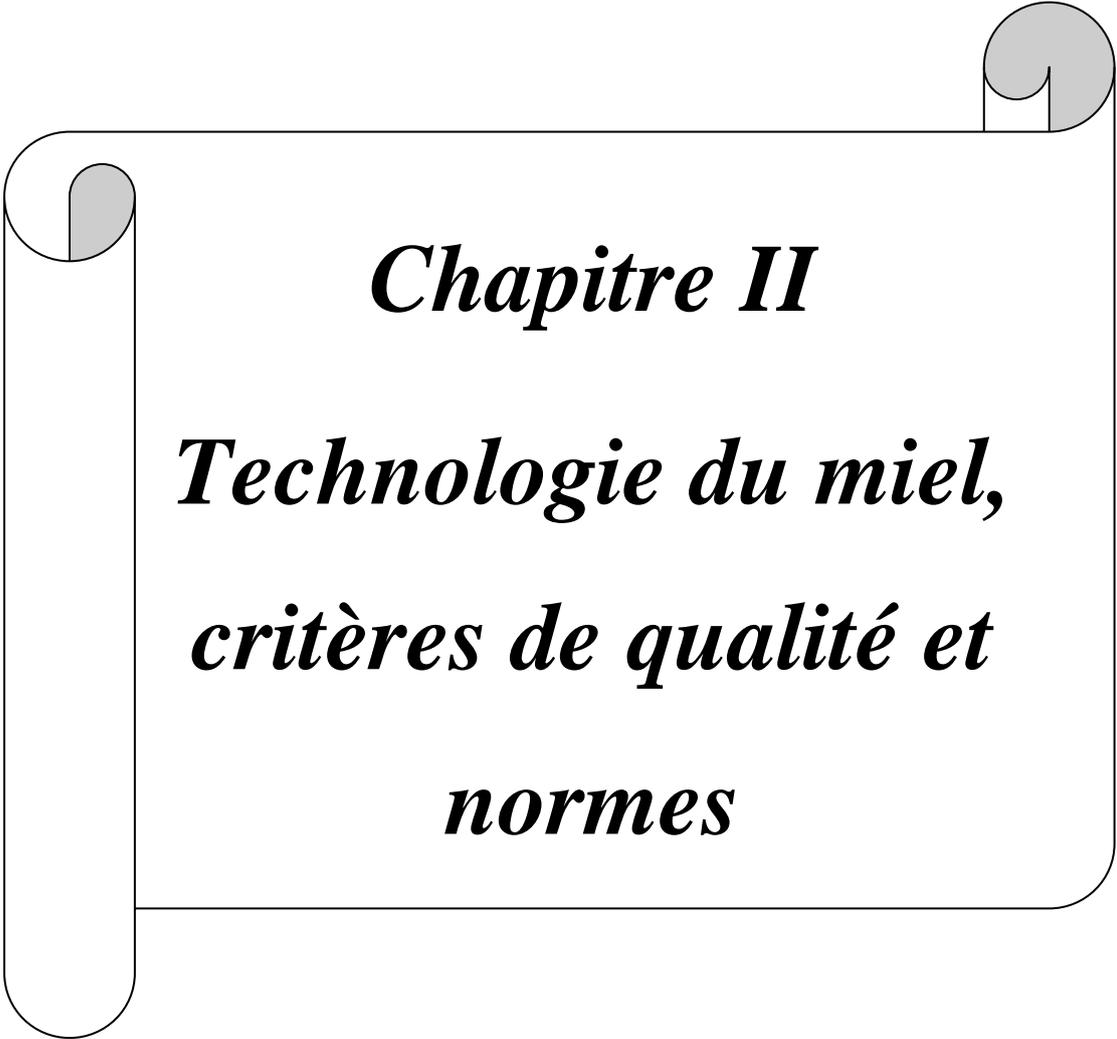
### 1.9.2.2. Estimation de l'origine géographique

L'origine géographique donne des détails sur la région dans laquelle le miel a été produit. Selon Louveaux et Abed (1984), le diagnostique d'origine géographique est fonction en premier lieu de la précision du spectre pollinique établi, et en second lieu de l'utilisation des échantillons de référence, c'est -à-dire les types de miels régionaux. Louveaux(1985) signale que l'analyse pollinique n'est pas une méthode simple. Elle exige une bonne connaissance des plantes, leur écologie, et la morphologie de leur pollen.

### 1.9.2.3. Estimation de l'origine botanique

La détermination de l'origine botanique repose sur l'identification des pollens et autres constituants du sédiment et sur la fixation de la fréquence des différents éléments et spectre pollinique. En ce qui concerne le classement en fonction de l'origine botanique, certains miels obtenus par pressage des rayons présentent une richesse de pollen qui rend trop difficile une interprétation de leur origine florale (Louveaux et al., 1970). Au fur et à mesure du développement des recherches sur les spectres polliniques des miels, on s'est rendu compte que leur interprétation correcte posait un grand nombre de problèmes théorique ou pratique dont il convenait d'entreprendre une étude approfondie pour donner toute sa valeur à la méthode. Le premier de ces problèmes était, bien entendu, celui de l'origine même du pollen contenu dans le miel ; il convenait de savoir quelles sont les voies qu'il suit pour y parvenir. D'autres part, dans la mesure où l'on désire interpréter les fichiers obtenus lors des analyses (pourcentage des différents pollens), il est important de connaitre avec précision les rapports qui existent entre ces chiffres et les quantités de nectar qui leur correspondent.

Enfin, on devait envisager toutes les causes accidentelles de pollution ou de modifications importantes des spectres polliniques sous diverses influences.



***Chapitre II***

***Technologie du miel,  
critères de qualité et  
normes***

## 2.1. Technologie des miels

Les technologies du miel ne visent pas une modification de ses propriétés, mais concerne surtout sa récolte, son extraction, sa conservation, le contrôle de ses évolutions spontanées et son conditionnement.

### 2.1.1. La Récolte du miel

La récolte du miel peut se pratiquer dès la fin de la miellée quand les cadres des hausses sont remplis de miel et sont à 75% operculé. Les cadres sont ensuite mis dans un extracteur, qui est une sorte de centrifugeuse manuelle ou automatique. La force centrifuge fait alors sortir le miel des alvéoles. À la sortie de l'extracteur, le miel est versé dans un maturateur qui contient un filtre destiné à retenir les impuretés qui pourraient y être contenues (fragments de cire). Enfin, l'apiculteur soutire le miel du maturateur et le conditionne dans des pots (Tojonirina, 2008). On procède à la récolte du miel à la fin du printemps, au début de l'été, ou au début de l'automne. Cela est en rapport avec les miellats de chaque terroir.

### 2.1.2. Le conditionnement de miel

Le conditionnement a un aspect surtout commercial plus que technologique. Lorsqu'il s'agit de choisir un type d'emballage, les considérations économiques l'emportent sur les conditions techniques.

Le miel est coulé directement dans les récipients de vente. Le miel doit être mis à l'abri de l'air et de l'humidité ceci afin d'éviter certaine dénaturation et surtout des fermentations, d'où la nécessité de fermer hermétiquement les bouches. Le miel est gardé dans des locaux frais où la température ne dépasse pas 20°C. Si le miel a stocké présente un risque de fermentation, il faudra impérativement le pasteuriser ou le conserver à une température de 4 à 5°C (Huchet et al., 1996).

### 2.1.3. L'emballage et étiquetage

Les récipients doivent être étanches à l'eau et à l'air pour éviter toute pénétration d'humidité dans le miel. Les récipients et cuves en fer blanc, en aluminium, en acier chromé et en plastique (qualité alimentaire) conviennent parfaitement à cet usage.

Quant aux boîtes en paraffine, elles ne sont étanches ni à l'eau ni à l'air et sont en conséquence inutilisables pour le stockage du miel. Selon la loi sur les denrées alimentaires,

Elles sont même interdites (car la paraffine contient des substances toxiques qui peuvent migrer dans le miel) et ne pourront plus être utilisées une fois la période de transition est écoulée (**Bogdanov, 1999**).

D'après **Prost (1987)**, le verre est le meilleur emballage pour le miel, mais son poids, sa fragilité et sa transparence rend visible les traînées blanches, causées par les bulles d'air, dans le miel cristallisé lui font préférer le carton ou la matière plastique.

Légalement, l'étiquette doit fournir les indications suivantes :

- Le nom et l'adresse de l'apiculteur ;
- L'appellation du miel ;
- Le poids du miel contenu dans le récipient ;
- Une date de garantie, à consommer de préférence avant fin mois/année, tout miel peut être consommé sans risque après cette date. Il est normal de s'en tenir à une durée de conservation maximale de 18 à 24 mois selon les miels,

#### 2.1.4. La conservation

Le miel est un produit périssable, il subit au cours du temps de nombreuses modifications entraînant la perte de ses qualités. Pour une bonne conservation du miel, pendant de nombreux mois, il faut faire attention à 3 facteurs : l'humidité, la chaleur et la lumière. Si celui-ci est soumis à une température trop importante, il s'en suivra une dégradation des sucres, une perte d'arôme et une augmentation de l'acidité (**Blanc, 2010**). Le miel doit être conservé à 15°C, à l'abri de la lumière, de l'air et de l'humidité et doit être préférentiellement consommé dans l'année qui suit sa récolte.

Au cours du vieillissement et à la température ordinaire, on note des transformations très sensibles sur une période de un à deux ans :

- la coloration s'intensifie ;
- l'acidité libre augmente ;
- la teneur en enzyme diminue (**Assie, 2004**).

#### 2.1.5. La pasteurisation de miel

La pasteurisation consiste à porter le miel à l'abri de l'air, à une température de l'ordre de 78°C pendant 6 à 7 minutes, puis le refroidir rapidement. L'appareillage comporte principalement des plaques chauffantes parallèles entre lesquelles le miel va circuler en lames minces (**Prost, 1987**). Le miel pasteurisé est à l'abri des fermentations puisque les levures ont

été détruites, et il se conservera à l'état liquide pendant au moins six mois, le temps nécessaire pour qu'il ait été consommé (Louveaux, 1985).

## 2.2. La transformation physique, chimique et biologique du miel en stockage

Les facteurs susceptibles d'altérer le miel sont nombreux ; Certains tiennent au simple vieillissement ; d'autres sont liés aux traitements subis après la récolte ou aux conditions de conservation.

### 2.2.1. La cristallisation

La cristallisation est un phénomène naturel qui n'altère en rien la qualité du miel selon Huchet *et al.*, (1996), ce phénomène dépend des facteurs suivants :

- **La teneur en sucres** : plus la teneur en glucose est élevée, plus rapide sera la cristallisation du miel, les miels avec plus 28 % de glucose se cristallisent très rapidement, mais aussi, plus la concentration en fructose par rapport à celle du glucose (rapport fructose /glucose) est élevée, plus la cristallisation est lente .en principe, le miel reste liquide au-dessus d'un rapport fructose/glucose proche de 1.3 (Guerriat, 1996 et Bogdanov, 1999)
- **La température** : La température optimale pour la cristallisation du miel se situe entre 10 et 18 C°.une température constante de 14C° est idéale pour un miel à teneur en eau moyenne.les basses températures retardent la croissance des cristaux .les hautes températures entraînent la dissolution des cristaux qui disparaissent totalement à 78C° (Guerriat, 1996 et Huchet *et al* 1996 et Bogdanov, 1999). La température idéale pour une bonne conservation du miel doit être comprise entre 12 et 16 C°, elle est ralentie à plus basse comme à plus haute température .mais dans ce dernier cas, la dégradation du miel se caractérise par un taux d'HMF croissant dans le temps (Cartel, 2003).
- **La teneur en eau**: Les miels avec une teneur en eau de 15 à18% ont une bonne cristallisation. ceux dont la teneur est inférieure ou supérieure se cristallisent plus lentement, ceux au contenu hydrique faible deviennent durs, alors que ceux avec plus de 18% d'eau restent mous (Bogdanov, 1999).

#### 2.2.1.1. Les défauts de cristallisations

Plusieurs défauts de cristallisation peuvent être décelés, nous citons:

- **La formation de givrage** Provoqué par des infiltrations d'air entre les cristaux, le givrage apparaît en particulier dans les miels au contenu hydrique peu élevée .bien que naturel, le givrage est peu apprécié des consommateurs. On peut l'éviter par un contrôle attentif de la cristallisation et un entreposage à une température constante de 14 C° (**Bogdanov, 1999**)
- **La cristallisation grossière** elle apparaît en particulier dans les miels à cristallisation lente et on peut l'éviter par la cristallisation dirigée (**Bogdanov, 1999**)
- **La formation de deux phases** ce phénomène apparaît lorsque la quantité d'eau est très élevée par rapport à celle des sucres .dans un volume du miel, cette eau finit par se libérer du réseau cristallin .la différence de densité des constituants provoque une précipitation graduelle de ces derniers .la gravité entraine les cristaux au fond du pot , l'eau remonte à la surface , donc les levures peuvent se hermétiquement le reste du miel (**Delayens et Bonner,1970 ; Bogdanov, 1999 et Schweitzer,2004**)



Cristallisation grossière

Formation de givrage

Formation de deux phases

**Figure 4 : Les défauts de cristallisation (Bogdanov, 1999)**

### 2.2.2. La fermentation

Tous les miels naturels contiennent des levures, champignons microscopiques responsables de fermentation alcooliques. Ces derniers proviennent du nectar, mais également de pollutions accidentelles Dues aux abeilles ou intervenant après la récolte (**Louveaux, 1985**)

Selon **Gonnet (1982)** la fermentation peut intervenir lorsque plusieurs facteurs favorables sont réunis :

- Une teneur en eau du miel supérieure à 18% ;
- La présence levure vivantes en quantité suffisante ;
- Une température voisine de 16 C° .et comprise de toute façon entre 10et 25C°.

D'après **Prost (1987)** le miel qui fermente dégage des bulles de gaz carbonique ; sa surface se soulève, son gout change, il n'est plus commercialisable.

### 2.2.3. Autres transformations

D'après **Gonnet (1982) ; Louveaux (1985) ; Prost (1987)**, le miel subit lentement un certain nombre de transformations qui sont en fonction de sa composition et de la température de sa conservation :

- La coloration s'intensifie, l'acidité libre augmente ;
- La teneur en invertase et en amylase ; diminue, ainsi que la teneur en glucose ;
- La teneur en hydroxyméthylefurfurale (HMF) augmente ;
- La valeur antibactérienne diminue ;
- Le taux des sucres réducteurs baisse, et les arômes disparaissent ;
- Le saccharose se transforme en sucres complexe.

### 2.3. La qualité du miel

Un miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, qui a conservé toutes ses propriétés d'origine et qui les conservera le plus longtemps possible. Il ne doit pas être adultéré et doit contenir le moins possible (peut-on encore dire pas du tout) de polluants divers, antibiotiques, pesticides, métaux lourds ou autres produits de notre civilisation industrielle (**Schweitzer, 2004** ).

Le miel vendu en tant que tel ne doit pas contenir d'ingrédient alimentaire, y compris des additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté. Le miel ne doit pas avoir de matière, de goût, d'arôme ou de contamination inacceptable provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entreposage. Le miel ne doit pas avoir commencé à fermenter ou être effervescent. Ni le pollen ni les constituants propres au miel ne pourront être éliminés sauf si cette procédure est inévitable lors de l'élimination des matières inorganiques ou organiques étrangères. Le miel ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changée et/ou que sa qualité s'en trouve altérée. Aucun traitement chimique ou biochimique ne doit être utilisé pour influencer la cristallisation du miel (**Codex, 1981**).

### 2.3.1. Facteurs essentiels et normes de qualité

Les normes internationales concernant le miel sont spécifiées au niveau du codex alimentarius valable pour le commerce international et dans une directive européenne relative au miel valable pour le commerce européen (**Tableau 2 et 3**). Ces normes concernent les principaux facteurs relatifs à la qualité du miel et sa stabilité dans le temps.

Tous les deux font actuellement l'objet d'une révision (**Bogdanov, 1999**), de nouveaux critères de qualité sont en discussion et seront pris en considération dans l'avenir telle la présence d'antibiotiques, métaux lourds, pesticides. Nous citons ci après les principaux facteurs influençant directement la qualité du miel.

**Tableau 2 :** Les normes de miel selon Codex Alimentarius et l'Union Européenne (**Bogdanov, 1999**).

Critères de qualité		Codex	l'UE
Teneur en eau	Général	21 g/100g	21 g/100g
	Miel de bruyère, de trèfle	23 g/100g	23 g/100g
	Miel industriel ou miel de pâtisserie	25 g/100g	25 g/100g
Teneur en sucres réducteurs	Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	65 g /100 g	65 g /100 g
	Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar	45 g /100 g	60 g /100 g
	<i>Xanthorrhoeapr.</i>	53 g /100 g	53 g /100 g
Teneur en saccharose Apparent	Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	5g/100g	5g/100g
	<i>Robini, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Zitrus, Medicago, Eucalyptus cam, Eucryphia luc .Banksia Calothamnus san., Eucalyptus scab., Banksiagr.</i>	10 g/100 g	10 g/100 g
	Miel de miellat et mélanges de miel de miellat et de nectar	15 g/100 g	-
Teneur en matières insolubles dans l'eau	Général	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g
	Miel pressé	0,5 g/100 g	0,5 g/100 g
Teneur en matières		0,6 g/100 g	0,6 g/100 g

minérales (cendres)	Teneur en matières minérales (cendres)		
	Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier	1,2 g/100 g	1,2 g/100 g
Acidité	Acidité	50 meq/kg	40 meq/kg
Activité diastasique, (indice diastasique en unités de Schade) Après traitement et mise en pot (Codex)	Tous les miels du commerce (UE)	8	3
	Général  Miels avec une teneur enzymatique naturellement faible	8	3
Teneur en Hydroxyméthylfurfura	Après traitement et mise en pot (Codex) Tous les miels du commerce (UE)	60 mg/kg	40 mg/kg

**Tableau 3:** Teneur en sucre et conductivité électrique Proposition d'une nouvelle norme (Bogdanov, 1999).

Nouveaux critères de qualité proposés		Valeur proposée
Teneur en sucre	Somme du fructose et du glucose	
	Miel de nectar	≥ 60 g / 100 g
	Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de Nectar	≥ 45 g / 100 g
	Saccharos	≤ 5 g/ 100g
	Miels qui ne sont pas énumérés ci-dessous	
	<i>Banksia, Zitrus, Hedysarum, Medicago, Robinia, Rosmarinus</i>	≤ 10 g/ 100g
	<i>Lavandula</i>	≤ 15 g/ 100g
Conductivité	Miel de nectar à l'exception des miels énumérés ci-	≤ 0,8 mS/cm

Électrique	dessous et des mélanges de ceux-ci; mélanges de miel de miellat et de nectar.	
	Miel de miellat et de chataîgnier, à l'exception des miels énumérés ci-dessous et des mélanges de ceux-ci. Exceptions: <i>Banksia</i> , <i>Erika</i> , <i>Eucalyptus</i> , <i>Eucryphia</i> , <i>Leptospermum</i> , <i>Melaleuca</i> , <i>Tilia</i>	≥0,8 mS/cm

### 2.3.1.1. La teneur en eau

Tant le Codex Alimentarius que la norme de l'UE prescrivent actuellement une teneur en eau maximale de 21%. Le miel qui contient une teneur en eau élevée fermente plus facilement. Les deux projets proposent de maintenir la valeur en général pas plus de 21%, miel de bruyère (*Calluna*) et miel destiné à l'industrie pas plus de 23 % ainsi que le miel de bruyère (*Calluna*) destiné à l'industrie pas plus de 25 %.

### 2.3.1.2. Teneur en sucres réducteurs et saccharose apparent

La teneur en sucres réducteurs et saccharose apparent n'a pas une signification pour la détermination de la qualité du miel. Les deux projets proposent de maintenir la valeur de teneur en saccharose en général pas plus de 5 g/100g, faux acacia (*Robinia pseudoacacia*), luzerne (*Medicago sativa*), banksie de Menzies (*Banksia menziesii*), hedysaron (*Hedysarum*), eucalyptus rouge (*Eucalyptus camaldulensis*), *Eucryphia lucida*, *Eucryphia milliganii*, agrumes *spp*. Pas plus de 10 g/100 g, Lavande (*Lavandula spp.*), bourrache (*Borago officinalis*) pas plus de 15 g/100 g.

### 2.3.1.3. Teneur en substances insolubles dans l'eau

En mesurant les substances insolubles dans l'eau, on peut déterminer les impuretés Dans le miel. En général pas plus de 0,1 g/100 g et pas plus de 0,5 g/100 g pur miel pressé autorisé par les normes du Codex Alimentarius et de l'Union européenne.

### 2.3.1.4. Teneur en substances minérales (cendres)

La teneur en cendres est un critère de qualité qui dépend de l'origine botanique du miel: le miel de nectar a une teneur en cendres plus faible que le miel de miellat (**Vorwohl, 1964**). Actuellement, la détermination de la teneur en cendres est remplacée par la mesure de la conductivité électrique. En général pas plus de 0.6g/100g et pas plus de 1.2g/100g pour miel

de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier. Autorisé par les normes du Codex Alimentarius et de l'Union européenne.

#### **2.3.1.5. Acidité**

L'acidité est un critère de qualité important. La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, c'est pourquoi une valeur maximale est très utile, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable.

L'Union européenne prescrit une valeur maximale de 50 milliéquivalents/kg. Dans le projet du Codex Alimentarius, à 40 milliéquivalents/kg, étant donné qu'il existe quelques sortes de miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée (**Horn Et Lullmann, 1992**).

#### **2.3.1.6. Activité de la diastase**

L'activité de la diastase, enzyme du miel, est un facteur de qualité, qui est influencé par le stockage et le chauffage du miel et qui est par conséquent un indicateur de fraîcheur et de sur chauffage du miel. L'Union européenne prescrit une valeur maximale de 8 (tous les miels du commerce), Dans le projet du Codex Alimentarius la valeur est 3 (miels avec une teneur enzymatique naturellement faible).

#### **2.3.1.7. Teneur en hydroxy méthyl furfural (HMF)**

L'HMF est un des facteurs de la qualité du miel. À la récolte, le miel n'en possède pas, mais le temps et la température favorisent sa formation. Cet important facteur relatif à la qualité du miel est lui aussi un indicateur pour la fraîcheur et le sur chauffage du miel. Le miel brut ne contient pratiquement pas d'hydroxy méthyl furfural (HMF), cependant sa teneur augmente au cours du stockage en fonction du pH du miel et de la température de stockage. Dans le projet de l'Union européenne, un taux maximal de 40 mg/kg s'est révélé acceptable. La proposition du Codex prévoit un taux maximal de 60 mg/kg (**Bogdanov et al ., 1999**).

#### **2.3.1.8. Conductivité électrique**

La conductivité représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel et elle est désignée aujourd'hui lors de contrôles de routine du miel en lieu et place de la teneur en cendres. Cette mesure dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel; plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée, et il existe une relation linéaire entre ces grandeurs de mesure (**Piazza et al ., 1991**).

Récemment, des données complètes relatives à la conductivité de milliers de miels commercialisés ont été publiées. En nous basant sur ces chiffres, nous proposons que le miel de nectar, les mélanges de miel de nectar et de miel de miellat aient une conductivité inférieure à 0,8 mS/cm, le miel de miellat et le miel de châtaignier, supérieure à 0,8mS/cm. Exception : les miels *Arbutus*, *Banksia*, *Erica*, *Leptospermum*, *Melaleuca*, *Eucalyptus* et *Tilia* ainsi que les mélanges qui en sont issus et pour lesquels la conductivité varie fortement (Bogdanov *et al.* , 1999).

### 2.3.1.9. Teneur en sucres spécifiques

Si l'on se base sur les chiffres récemment publiés (Bogdanov *et al.* , 1999), on peut proposer une valeur pour la somme des teneurs en fructose et glucose d'au moins 60 g/100 g pour tous les miels de nectar et de 45 g/100 g pour tous les miels de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar. Pour ce qui est du saccharose, la situation est plus compliquée. Dans ce cas, la norme générale de 5 g/100 g. les miels de *Banksia*, *Zitrus*, *Hedysarum*, *Medicago*, *Robnia*, *Rosmarinusla* à une valeur moins ou égale de 10g//100g, *lavandula* à une valeur moins ou égale de 15g//100g

### 2.3.2. Facteur qualitatif supplémentaire en dehors des normes

#### 2.3.2.1 L'enzyme " invertase "

Enzymes existent dans le miel responsable de l'hydrolyse du saccharose en fructose et glucose est particulièrement sensible à la chaleur et au stockage. Il fait office d'indicateur de fraîcheur. Il a été proposé de donner un indice d'invertase supérieur à 10 aux miels frais et non chauffés.

#### 2.3.2.2. Teneur en glycérol

La présence du glycérol est naturellement faible dans les miels du fait de quelques levures. La corrélation est parfaite entre le taux de glycérol dans le miel et l'importance de la fermentation subie par celui-ci. Les miels ne doivent pas contenir plus de 300mg/kg de glycérol, sinon il ne sera plus commercialisé (Cetam, 2006).



# *Chapitre III*

## *Matériel et Méthodes*

### 3.1. Objectif expérimental

l'étude expérimentale consiste à réaliser des analyses physico-chimiques, et polliniques des miels commercialisés en Algérie (miels locaux commercialisés par les apiculteurs et miels importés retrouvés dans les points de vente), nous avons effectué les analyses suivantes: la teneur en eau, le pH, l'acidité libre et la conductivité électrique, et l'Hydroxyméthylfurfural (HMF).

Les analyses ont été réalisées sur une période allant du 12 mars au 16 mai au sein de laboratoire de PFE et physicochimique de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ziane Achour -Djelfa.

### 3.2. Présentation des échantillons de Miel

Les échantillons de miels sont recueillis soit au niveau des apiculteurs pour les miels locaux ou au niveau des points de vente pour les miels de commerce. Nous avons recueillis 15 échantillons dont 9 échantillons sont produits et commercialisés en Algérie, et 6 échantillons sont importés et commercialisés dans différents point de vente. Nos échantillons de miel ont été identifiés par des codes. Les informations portent sur:

- Le numéro de l'échantillon ;
- La date de récolte ;
- type de miel informé par l'apiculteur ou sur l'étiquette ;
- Région (lieu de récolte) ;



**Figure 5:** échantillons des miels étudiés (originale, 2019).

**Tableau 4** : Présentation des miels étudiés.

N° d'échantillons	Appellation donnée au miel ou le nom commercial	Lieu de récolte et /ou provenance	Année de récolte
<b>Miels locaux</b>			
01	Eucalyptus	Constantine	<b>2018</b>
02	Miel de montagne	Setif	<b>2018</b>
03	Harmel	Djelfa	<b>2018</b>
04	Jujubier	Djelfa (Messâad)	<b>2018</b>
05	Jujubier	Tiaret	<b>2018</b>
06	Carotte sauvage	Tiaret	<b>2018</b>
07	Chardon	Tiaret	<b>2018</b>
08	Orangé	Rélizen	<b>2018</b>
09	Chardon	Tiaret	<b>2018</b>
<b>Miel importés</b>			
10	Belka	Oran	<b>2018</b>
11	Langnese	German	<b>2017</b>
12	Al shifa	Arabie saoudite	<b>2014</b>
13	San Francisco	Espagne	<b>2016</b>
14	New Albaraka	China	<b>2016</b>
15	Santa Clara	Espagne	<b>2018</b>

Les échantillons sont stockés dans des récipients en verre et en plastique stériles au réfrigérateur à 4°C pour éviter une éventuelle altération chimique et biologique. Tous les échantillons serviront pour toutes les analyses Physico-chimiques et polliniques.

### 3.3. Protocole expérimentale

La caractérisation de nos miels a été réalisée selon l'approche physico- chimiques et pollinique, Le protocole expérimental que nous avons adopté est présenté dans l'organigramme ci Après.

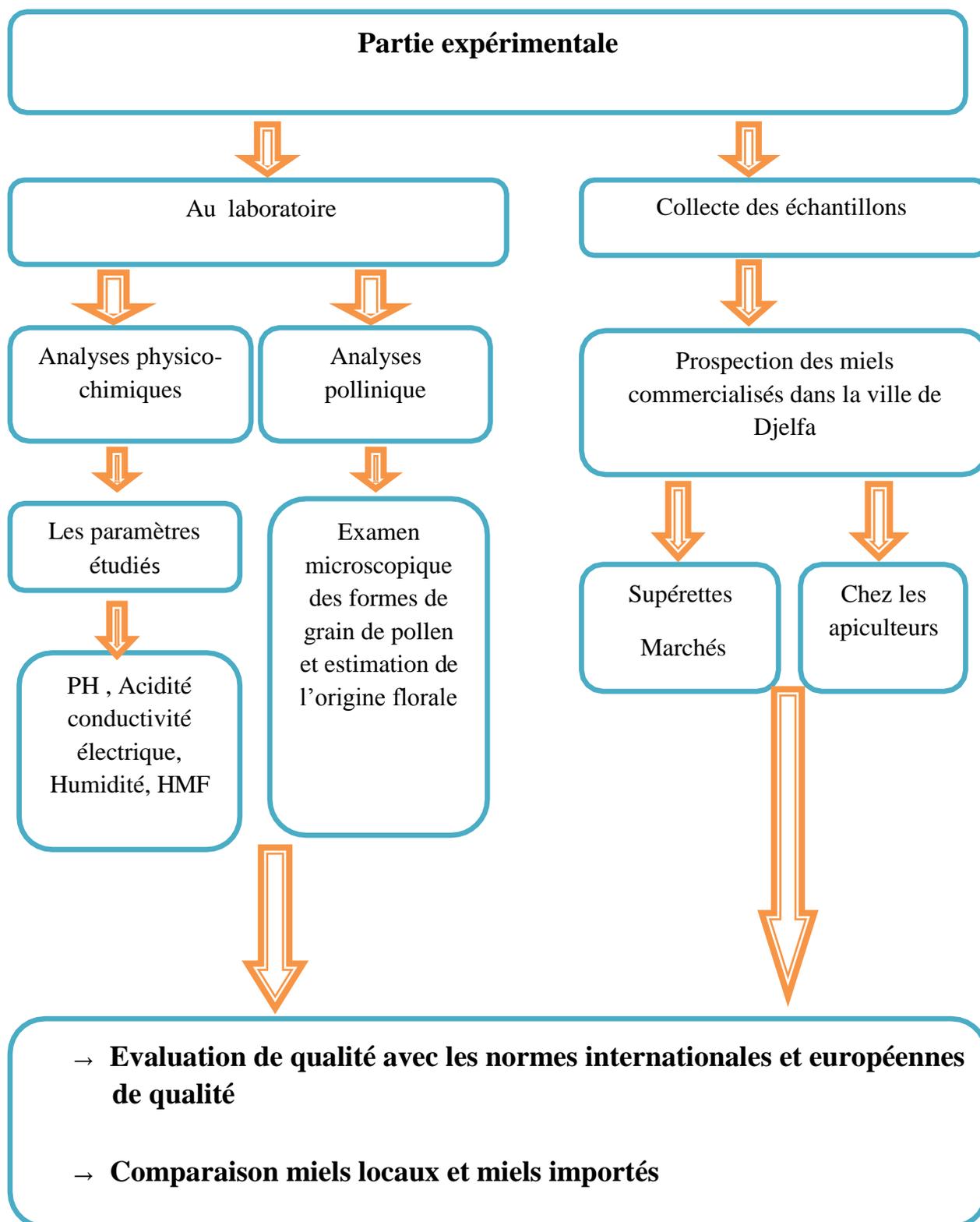


Figure 6 : Protocol expérimentale (originale, 2019).

### 3.4. Analyse physico-chimiques du miel

Cinq paramètres physico-chimiques sont analysés selon les recommandations de la Commission Internationale du miel (**Bogdanov et al., 1997**) : la teneur en eau, le pH, L'acidité libre et la conductivité électrique, et l'Hydroxyméthylfurfural (HMF)

Les échantillons préparés pour l'analyse ont été mis dans un endroit sec, aéré et loin la lumière pour éviter tout changement ou altération des propriétés des miels.

Lors de l'analyse, chaque échantillon est traité à part, après chaque prélèvement, un nettoyage de la spatule avec l'eau distillée est nécessaire pour que chaque miel garde ses propriétés .il faut noter que chaque paramètre est répété 3 fois.

#### 3.4.1. Mesure du pH

Le pH est un indice permettant de mesurer l'activité de l'ion d'hydrogène dans une solution de miel. Selon **Gonnet (1982)**, la mesure du pH dans ce cas permet de déterminer l'origine florale.

La détermination de la valeur du pH des échantillons de miel s'effectue à l'aide d'un pH-mètre de type HANNA (étalonné par des solutions tampons de pH 4 et pH 7). Pour une solution de miel à 10 % (m/v). Après avoir dissout 5 g de miel dans 50 ml d'eau distillée, la valeur du pH de la solution est déterminée après l'immersion de la cellule du pH-mètre dans celle ci.



**Figure 7 : pH- mètre type HANNA (originale, 2019)**

### 3.4.2. Mesure de L'acidité libre

L'acidité libre est obtenue en titrant la solution de miel avec l'hydroxyde de sodium (titrant par NaOH à 0.05N), en traçant la courbe de neutralisation et détermination du pH du point équivalent (8.5). À partir de la courbe. La formule de calcul donnant l'acidité libre est exprimée en milliéquivalent par kg de miel ( $\text{meq.kg}^{-1}$ ).

$$\text{AL} = 1000 \times \text{NaOH} \times V_{\text{NaOH}} / M_{\text{miel}}$$

**1000** : le facteur de conversion pour exprimer l'AL par kg de miel.

**NaOH** : concentration de soude déterminée.

**V<sub>NaOH</sub>** : volume de soude en (ml) nécessaire à la neutralisation de la solution de miel.

**M<sub>miel</sub>** : la masse (g) de miel pesée.

### 3.4.3. Mesure de la teneur en eau

La déamination de la teneur en eau des échantillons de miel s'effectue par la mesure optique de l'indice de réfraction (IR) du miel à 20°C. Il s'agit du rapport de la vitesse de la lumière dans le vide à la vitesse de la lumière dans la substance. Nous avons utilisé un réfractomètre de type ZUZI (Le calibrage se fait avec du Mono-Bromo-Naftalène) on Peser 3 g du miel dans un pilulier en veillant à éviter la présence d'air. Et placé dans l'étuve à 60C° pendant 4 heures afin de supprimer la cristallisation. Laisser revenir le miel à température ambiante, puis au moyen d'une baguette en verre. Répartir une goutte de miel liquide uniformément sur la surface du prisme au fond de la cavité. Fermer le couvercle obscurcissant, lire directement le pourcentage d'eau à 20 C°.

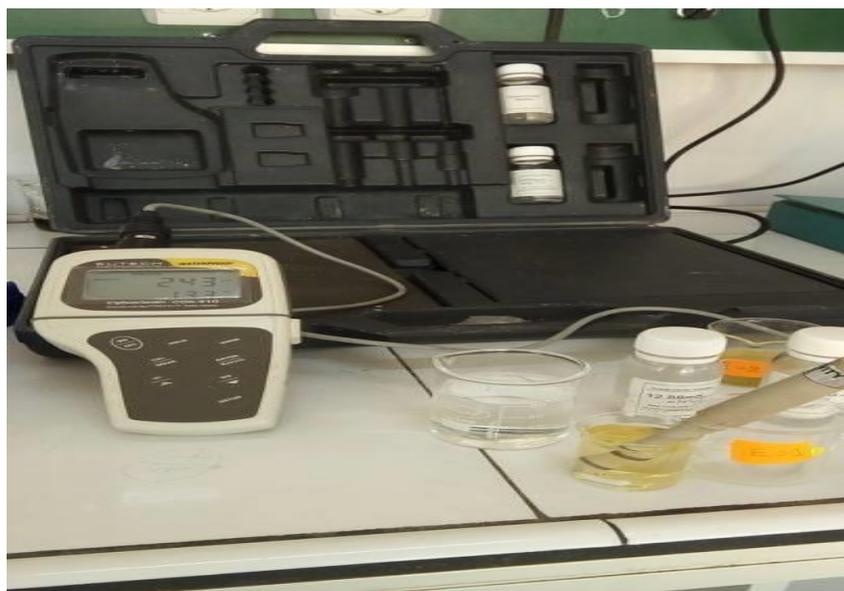


**Figure 8:** Réfractomètre type ZUZI (originale, 2019)

### 3.4.4. Mesure de la Conductivité électrique

Selon **Gonnet (1982)**, la mesure de la conductivité électrique est utilisée en laboratoire pour caractériser les miels de miellat (riche en matières minérales ionisables, et les miels de nectars. Cette propriété est mesurable d'une façon précise et donne des indications très importantes sur l'origine botanique des miels, dans notre analyse, il s'agit de mesurer la conductivité électrique d'une solution à 10% de miel, à l'aide d'un conductimètre (**figure 9**)

La conductivité électrique est mesurée par un conductimètre de type EUTECH (effectuer un calibrage à  $1413\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$  ré-étalonner ensuite l'appareil à  $500\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$ ). C'est la mesure à  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  de la conductivité électrique d'une solution aqueuse de miel à 20 % de la matière sèche. La mesure est faite par immersion de la cellule du conductimètre dans la solution du miel, qui se traduit par la quantité de particule chargées présentes dans le miel et leurs mobilités. L'unité de mesure est milli siemens par cm ( $\text{ms}.\text{cm}^{-1}$ ).



**Figure 9:** Le conductimètre type EUTECH (originale, 2019)

### 3.4.5. Mesure de la teneur en HMF

La teneur en hydroxyméthylefurfurale(HMF) est mesurée par la méthode de winkler citée par **Bogdanov et al., (1997)**.cette méthode permet de déterminer la quantité d'HMF par le dosage des constituants du miel capables de réagir avec la para-toluidine et l'acide barbiturique dans les conditions du test . Après 3 min effectuer la mesure au spectrophotomètre à 550 nm . La teneur en HMF est déterminée par l'équation suivante :

$$[\text{HMF}] \text{ mg/kg de miel} = \text{Abs } 550 \times F \text{ étalonnage} \times (10/\text{masse miel})$$

**Abs550** : absorbance de l'échantillon.

**F** : coefficient de la pente de la droite d'étalonnage

**10/masse miel** : facteur correctif de la pesée

### 3.4.6. Traitements des résultats

Les résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques sont soumis au traitement statistique basé sur l'analyse de la variance (ANOVA). Pour cela nous avons utilisé le logiciel de **Statistica version 6**. Pour l'analyse descriptive nous avons utilisée le logiciel **Microsoft office Excel 2007**.

L'analyse statistique des résultats permet de comparer entre les différents échantillons du miel, ainsi entre les miels locaux et les miels importés.

### 3.5. Analyse pollinique qualitative

L'analyse pollinique qualitative a pour but d'identifier et de dénombrer tous les types de pollen présents dans les échantillons de miels. L'identification des types polliniques présents dans les miels a été réalisée selon la méthode standard préconisée par la commission internationale de botanique apicole.

La séparation des grains de pollen du miel qui les contient se fait après une dilution suffisante. La différence de densité entre le pollen et le miel permet une sédimentation accélérée par centrifugation. Cette technique permet de confectionner des préparations microscopiques.

#### 3.5.1. Extraction et montage des pollens contenus dans les échantillons de miel

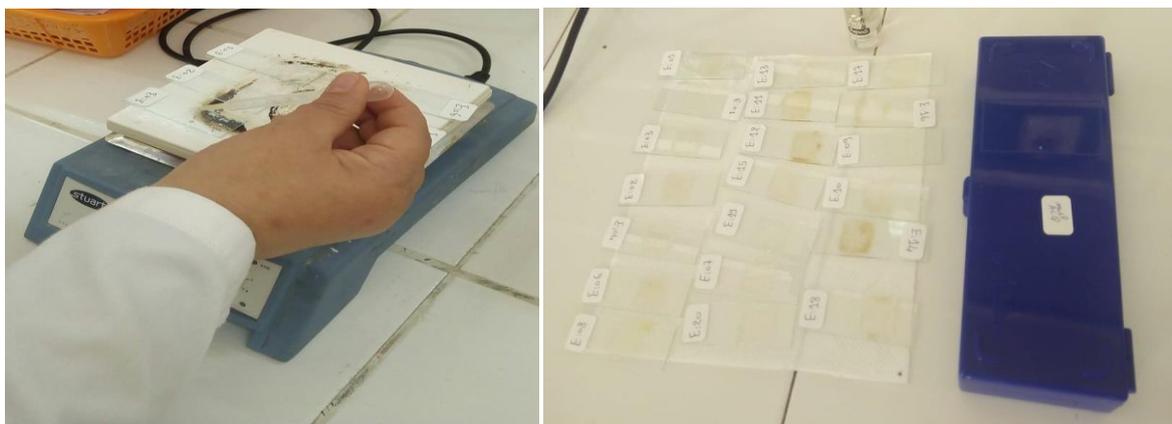
10 g d'un miel bien homogénéisé sont versés dans un tube à essai ou dans un récipient quelconque en verre placé au bain-marie à environ 45°C et dilué dans 20 ml d'eau distillée. La solution est centrifugée à une vitesse de 3000 tours/min pendant 20 min. Après avoir éliminé le surnage, le culot récupéré est additionné avec 10 ml d'eau distillée puis centrifugé une deuxième fois à une vitesse de 3000 tours/min pendant 10 min. Le surnageant est écarté encore une fois et une petite goutte de culot (100 µl) est prélevée, étalée sur une lame puis séchée sur une plaque chauffante. Sur la même lame, une goutte de glycérine-gélatine de kaiser dans le centre de la lame est étalée puis recouverte par une lamelle. La lecture des lames est réalisée sous le microscope optique à 400-1000 x.



Centrifugeuse (Model SORVALL RC 6+). Les calibres de la centrifugeuse.

**Figure 10 :** Opération de centrifugation et extraction des pollens des miels (*originale, 2019*)

Le culot est remuée et une goutte de ce culot en est placée sur une lame porte-objet et étalé. On laisse sécher le frottis à 35° C ou sur une platine chauffante et on l'inclut dans une goutte de glycérine gélatinée déposée préalablement sur une lamelle. Ainsi nous obtenons une préparation durable. Les préparations sont lutées au moyen d'une solution étendue de baume du canada ou d'un lut quelconque approprié. Dans notre expérimentation, nous n'avons pas utilisé les colorants par ce que nous avons remarqué que les spectres polliniques sont plus clairs sans colorants et elles modifient les structures des grains de pollens.



**Figure 11 :** Préparation et séchage des lames (*originale, 2019*).

### 3.5.2. Observation des grains de pollen du miel :

Pour observer les grains de pollen nous avons utilisé le microscope. Pour l'identification des grains de pollen dans l'ensemble des préparations, nous nous sommes basé sur la morphologie des grains de pollen qui est suffisamment variée et caractéristiques pour qu'on puisse les

identifier au microscope. Ces grains présentent une variété de formes, de structures et d'ornementation. Ainsi leur identification dans nos échantillons de miel a été faite avec l'aide des données tirées des publications spécialisées de l'Atlas photographique d'analyse pollinique et les pollens de références. Les caractères considérés dans l'identification des grains de pollen sont :

- La taille ;
- La forme ;
- L'ornementation de l'exine ;
- Les apertures.

### 3.5.3. Dénombrement des grains de pollens

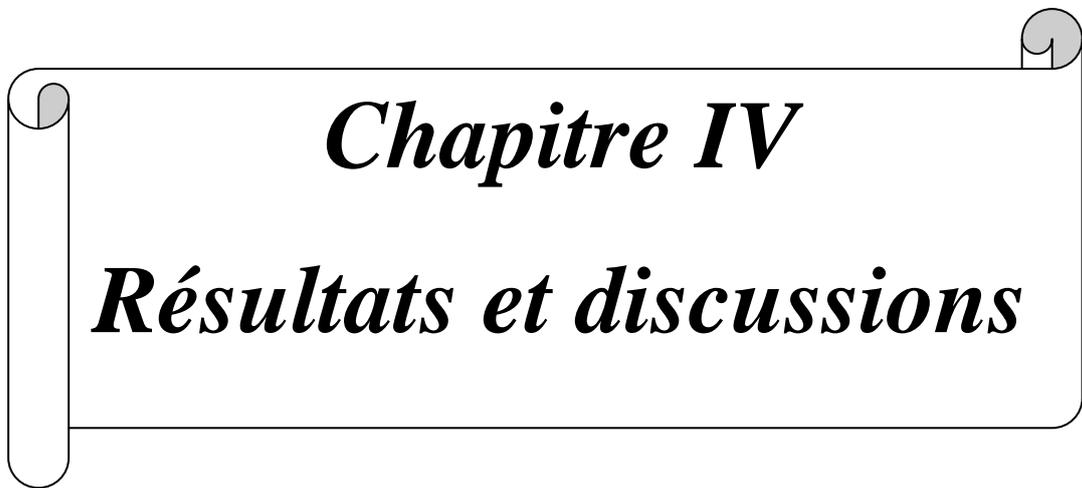
Le dénombrement des grains de pollens a porté sur le calcul de la fréquence pollinique de chaque type de pollen rencontré dans chaque miel.

fréquence pollinique de chaque type de pollen rencontré dans chaque miel est réalisée par la méthode établie par la Commission internationale de Botanique apicole, décrite par (**Louveaux et al., 1978 ; Vonderohe et al., 2004**).

Cette méthode permet de différencier les variétés de pollen présentes en déterminant leur fréquence pollinique (exprimées en pourcentage) relative par rapport au nombre total de grains de pollen comptés. Selon cette méthode, les pollens sont répartis en quatre classes de fréquences polliniques:

- Pollens dominants ou prédominants (+45%) ;
- Pollens d'accompagnement ou secondaires (16- 45%) ;
- Pollens isolés ou tertiaires (3-15%) ;
- Pollens rares (-3%).

Dans notre étude, la détermination des classes de fréquences polliniques s'est faite sur le comptage de 100 à 300 pollens.

A decorative scroll graphic with a black outline and a light gray shadow. The scroll is unrolled in the middle, with the top and bottom edges curving upwards and downwards respectively. The text is centered within the unrolled portion.

***Chapitre IV***  
***Résultats et discussions***

## 4. 1. Résultats et discussion

### 4.1. Analyse physicochimiques

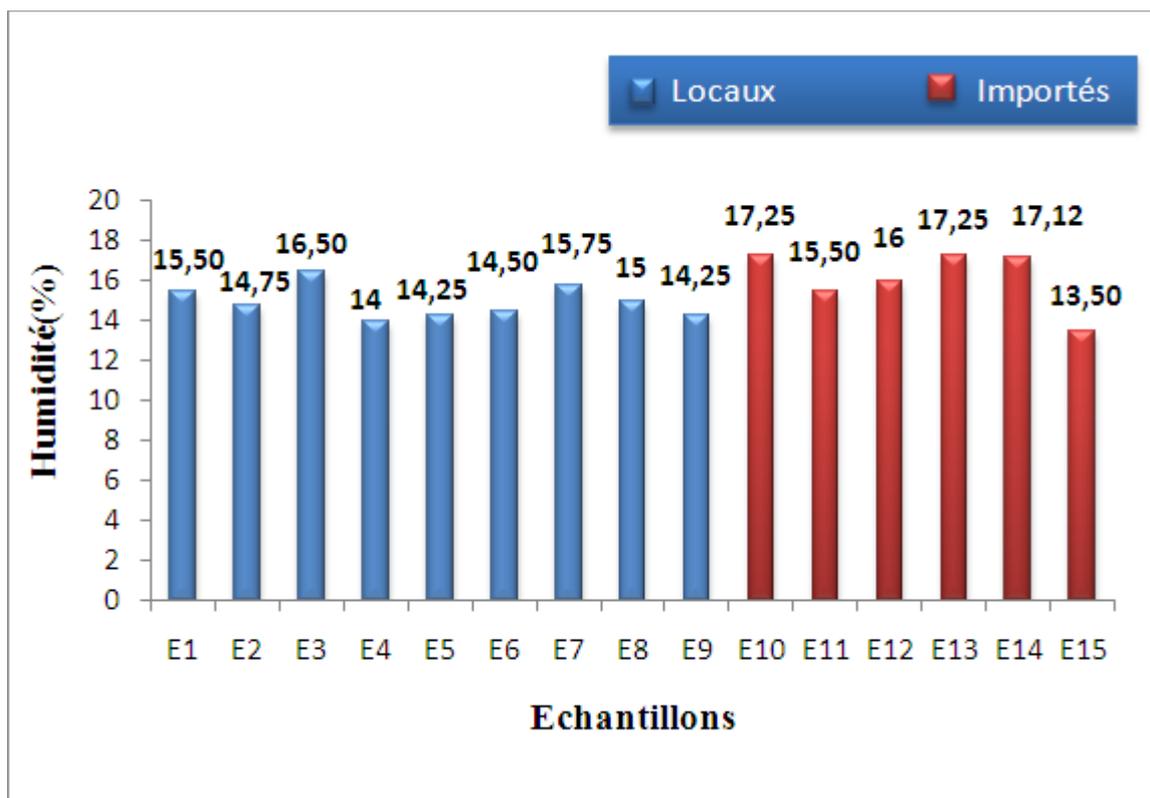
Les données des paramètres physico-chimiques permettent d'apporter des informations complètes sur la qualité des miels étudiés. Les résultats des analyses physico-chimiques des miels sont résumés dans le **tableau 5** Ils sont présentés en fonction de leur provenance, où nous distinguons deux groupes : les miels locaux (n=9) et les miels importés (n=6)

**Tableau 5** : Résultats des analyses physico-chimiques.

Paramètres	Miels locaux	Miels importés	Min-Max
	n=9	n= 6	
	Moyenne ±Ecart-type		
Teneur en eau (%)	14.94±0.82	16.10 ±1.47	13.50 -17.25
Conductivité électrique (mS.cm <sup>-1</sup> )	0.63±0.25	0.20±0.11	0.10 - 0.90
pH initial	4.66 ± 0.36	4.08 ±0.23	3.66 - 5.28
Acidité libre (meq.kg)	7.84±1.59	14.28±2.26	5.76 - 16.70
HMF mg/kg	5.02±3.69	35.91 ±11.81	1.6 - 54.50

#### 4.1.1. La teneur en eau

La teneur en eau est un paramètre important pour l'évaluation du degré de maturité du miel, sa durée de vie, conditionne sa conservation et sa stabilité dans le temps. Le graphe ci-après présente les valeurs de la teneur en eau obtenues pour tous les échantillons de miels analysés.



**Figure 12:** Teneur en eau des miels analysés

Nous remarquons que la teneur en eau de nos échantillons du miel varie de 13,50% à 17,25% avec une moyenne de 15,40%. Les miels de commerce présentent une teneur en eau moyenne de 16,10%, les miels locaux ont une valeur moyenne de 14,94%.

La variation de la teneur en eau du miel dépend de plusieurs facteurs : l'origine florale, le climat de la région et de la saison de production du miel (**Achour et Khali, 2014**).

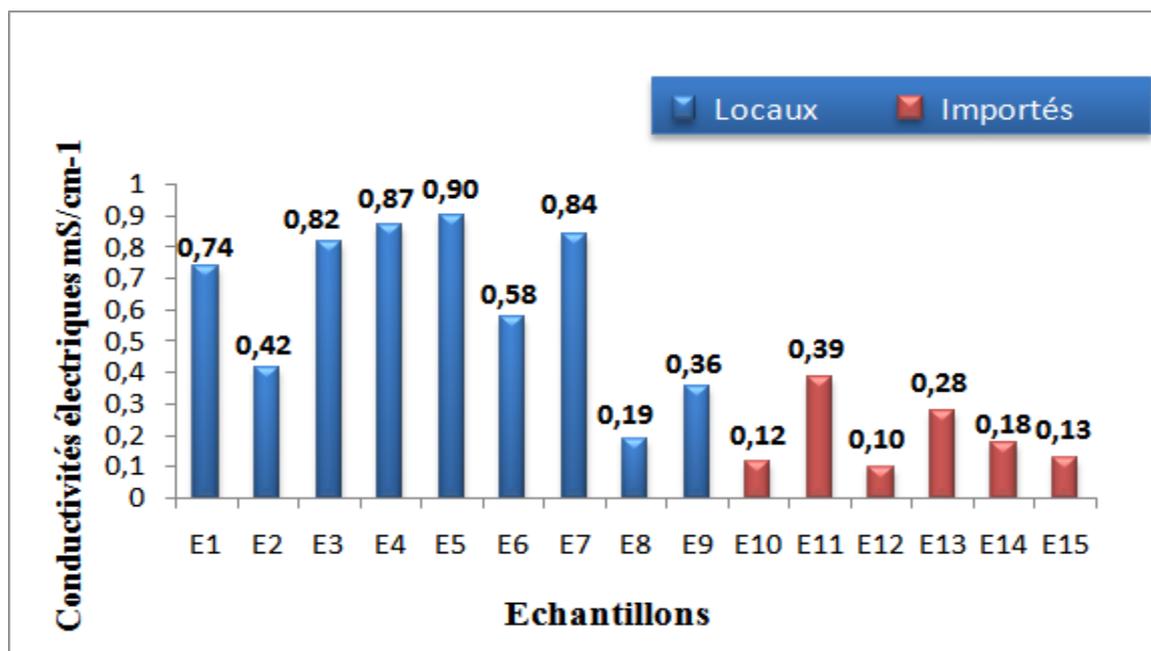
La teneur en eau augmente aussi lors d'une maturation incomplète dans les rayons, liés à une récolte prématurée ou un stockage dans un lieu humide.

En effet **Louveaux (1968)** rapporte que le miel contenant plus de 20% est de qualité inférieure.

La comparaison des valeurs de la teneur en eau montre une différence non significative ( $p > 0.05$ ) entre les miels locaux et les miels introduits. Les normes de la qualité préconisées par le Codex Alimentarius et celle de la UE indiquent que la teneur en eau doit être  $< 20\%$ , de là nous pouvons dire que tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisées, relative à la teneur en eau.

#### 4.1.2. Mesure de la Conductivité électrique

La conductivité électrique représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel. Ce paramètre est très utilisé pour la classification des miels monofloraux (Bogdanov et al., 2004). Nos résultats montrent des valeurs des conductivités électriques variables comprises entre 0.10 mS/cm (de l'échantillon n° 12) et 0.90 mS/cm (de l'échantillon n° 5) mS/cm avec une moyenne de 0.46 mS/cm sont présentées dans la figure 13 ci après:



**Figure 13:** Représentation graphique des valeurs de la conductivité électrique des Miels analysés

La directive européenne 2001/110/CE, indique que la conductivité électrique présente des valeurs extrêmement variables suivant le type de miel. En général, les miels de nectar présentent des valeurs inférieures à  $0.80 \text{ mS.cm}^{-1}$ . Les valeurs plus élevées sont généralement associées aux miels de miellat ou aux mélanges de nectar et de miellat.

Les miels importés présentent une conductivité moyenne de  $0.20 \text{ mS.cm}^{-1}$ , les miels locaux ont une valeur qui varie de  $0.19$  à  $0.90 \text{ mS.cm}^{-1}$ . Les échantillons dont la conductivité électrique ne dépassent pas  $0.80 \text{ mS.cm}^{-1}$  peuvent être classés comme miels issus de nectar des fleurs le reste des échantillons (n° 3,4 ,5 ,7) peuvent être des miels issues de mélange de nectar et de miellat.

Makhloufi et al. (2010) ; Doukani et al. (2014) ; Achour et Khali (2014) ont trouvé des valeurs de conductivité électrique entre  $0,10$  et  $0,90 \text{ mS.cm}^{-1}$  pour 76 miels algériens (Tiaret,

Relizane, Mostaganem, Béchar , Chlef ,laghouat,Médeea,Mitidja ) . **Mekious et al (2015)**, Signalent que le miel de *Ziziphus. L* , présente une conductivité électrique varie de 0.27 à 0.58 mS/cm

La comparaison des moyennes de la conductivité électrique révèle une différence très significative ( $p < 0.01$ ) entre miels locaux et les miels d'importation commercialisés

Les normes de la qualité préconisée par le Codex Alimentarius et celle de l'UE indiquent que la conductivité électrique doit être inférieure à 0,80 mS/cm pour les miels de nectar. Les miellats ou les mélanges de miel de nectar et de miel de miellat est supérieure à 0,80mS/cm. Nous pouvons ainsi dire que tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisés.

#### 4.1.3. Le pH et l'acidité libre

Les valeurs du pH de nos échantillons de miel oscillent entre 3.66 et 5.28 avec une moyenne de 4.43 (**figure 14**) tandis que leurs Les valeur l'acidité libre, elle varie de 5.76 à 16.70 méq/kg avec un moyen de 10.41 méq/kg (**figure 15**).

Les figures 14 et 15 montrent que les miels importés présentent un pH plus faible (3.66 à 4.32) et une acidité moyenne plus élevée (14.28 meq.kg<sup>-1</sup>) que ceux des miels locaux qui ont un pH moyen de 4.66 et une acidité libre moyenne de 7.84 meq.kg<sup>-1</sup>.

Le codex alimentaire et la directive européenne 2001/110/CE ne citent aucune valeur de référence pour le pH; alors que pour l'acidité libre, ils prescrivent une limite maximale de 50meq.kg<sup>-1</sup> pour les miels de qualité.

L'acidité des miels est due à la présence de l'acide gluconique issu de la transformation du glucose qui peut être favorisée par des teneurs élevées en eau. Dans notre étude, les échantillons à faibles teneurs en eau présentent des faibles teneurs en acidité libre particulièrement pour échantillons des miels locaux.

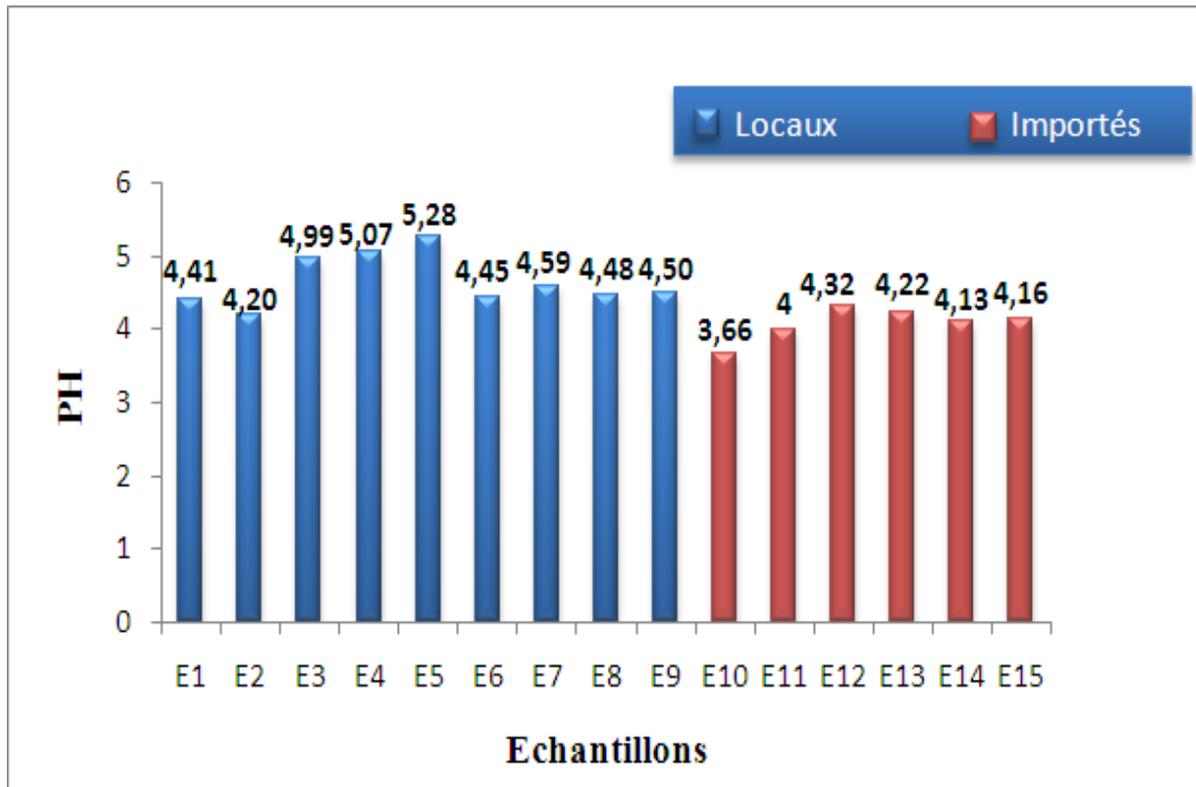


Figure 14: pH des miels analysés.

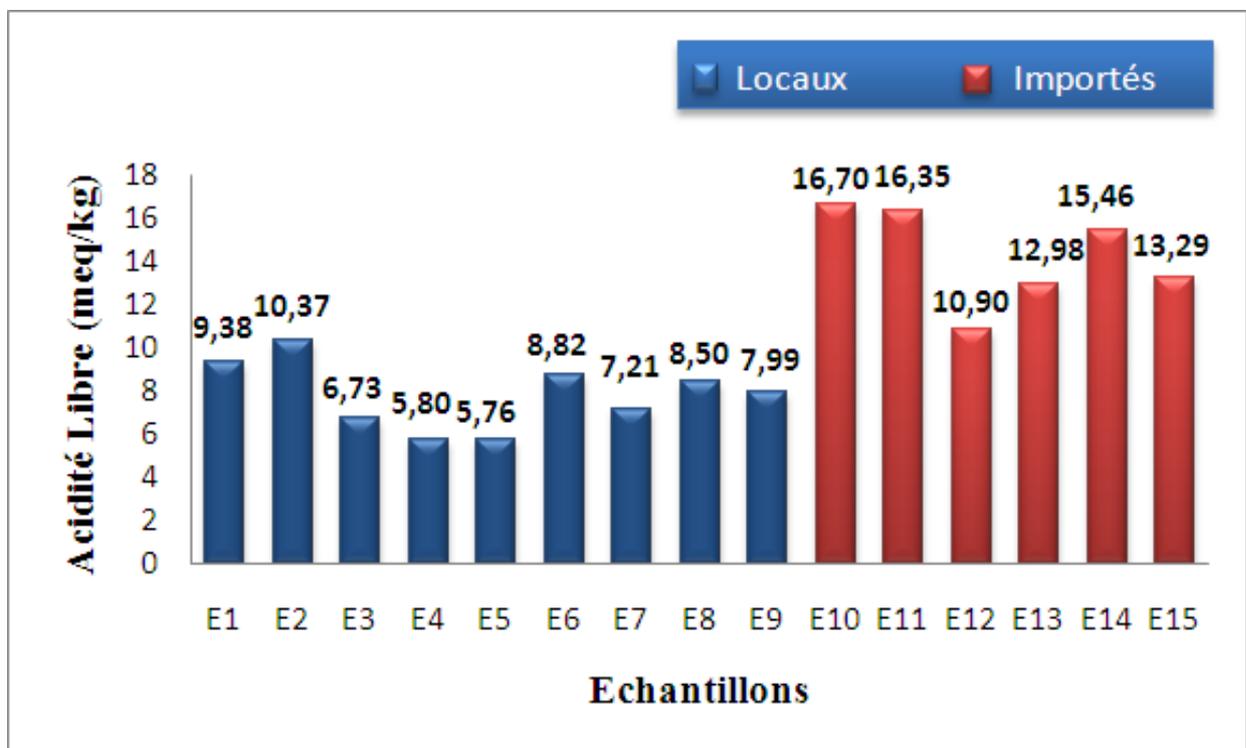


Figure 15: L'acidité libre des miels analysés.

**Schweitzer (2005)** signale que l'origine florale joue un rôle pour la classification des miels ainsi un miel de nectar présente un pH de 3.50 à 4.50, les miels de miellat ont un pH plus acide avec un pH supérieur à 4.50.

Les échantillons (n°3, 4, 5,7) possèdent un pH supérieur à 4.50, ces échantillons représentent les miels locaux produits dans la région de Djelfa et de Tiaret, sur la flore de Harmel, Chardon et jujubier. **Mekious et al (2015)** signale que les miels de *Ziziphus lotus* dominant présentent une moyenne de pH plus élevée jusqu'à 5,17. Les échantillons 4 et 5 sont des miels de Jujubier leur pH varie de 5.07 à 5.28.

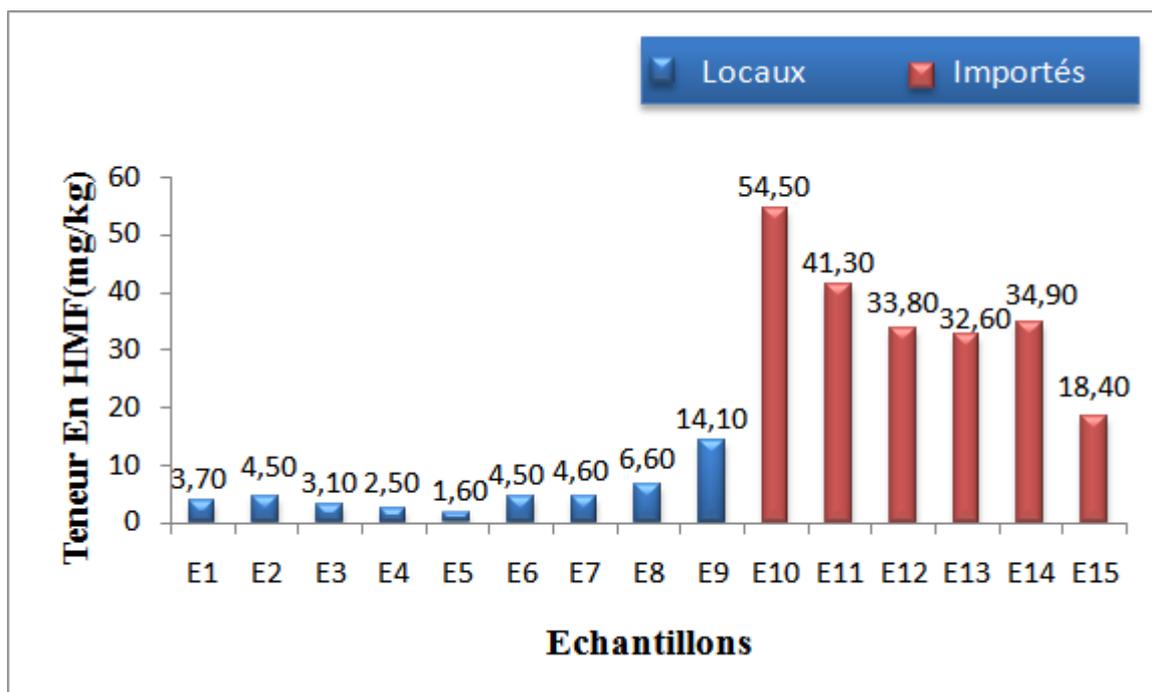
**Gonnet (1986)**, ajoute qu'un pH faible de l'ordre de 3.50 pour un miel, prédétermine un produit fragile pour la conservation. Par contre un miel à pH 5 ou 5.50 se conservera mieux et plus longtemps.

L'analyse de la variance révèle une différence significative ( $p < 0.05$ ) pour le pH entre les miels locaux et les miels d'importation commercialisés en Algérie. Pour l'acidité libre, la variance révèle une différence très hautement significative ( $p < 0.001$ ) entre miels locaux et les miels d'importation. Les normes de la qualité préconisées par le Codex Alimentarius et celle de la UE indiquent que le pH doit être 3.50 à 4.50 pour le miel de nectar et 5 à 5.50 pour le miel de miellat avec une acidité Pas plus de 50 méq/Kg, de là nous pouvons dire que pour ce paramètre, tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisées,

#### **4.1.4. La teneur en HMF (Hydroxy-méthyl-furfural)**

Pour tous nos échantillons, la teneur en HMF des miels est très variable. Les résultats obtenus oscillent entre 1.60 mg/Kg (E5) à 54.50 mg/Kg (E10), avec une moyenne de 17.38mg/kg (**figure 16**).

**Marceau, et al .,(1994)**.signale que le principal critère d'évaluation mesurable de la qualité du miel est la concentration en Hydroxyle méthyle furfural.



**Figure 16 :** Teneur en HMF des miels analysés

La norme de l'Union européenne a fixé l'HMF à une teneur maximale de 40 mg/kg (**Bogdanov, 1999**). Par contre quelques associations européennes d'apiculteurs (Allemagne, Belgique, Italie, Autriche, Espagne) vendent une partie de leur miel en tant que "miel de qualité" avec un taux maximal de 15 mg/Kg. les teneurs en HMF sont largement reconnus comme des paramètres indiquant la fraîcheur de miel. (**Terrab et al., 2002**).

Nous constatons que les miels locaux (échantillons n°1,2,3,4,5,6,7,8,9) présentent des valeurs largement inférieures à 40 mg/Kg sont les plus conformes avec les normes cités préalablement et ce sont donc des miels de bonne qualité. Par contre les miels importés (échantillons n°10,11, 12, 13, 14,15) enregistrent des valeurs très élevés en HMF. Supérieures à 40 mg/Kg. Cette teneur élevée pourra être expliqué par la teneur élevée en eau,

Selon **Marceaux et al., (1994)**, une teneur en eau élevée favorise la transformation des sucres en HMF, pour nos échantillons, nous avons enregistré une teneur en eau moyenne de 17.12 %.

L'acidité libre constitue aussi un facteur de dégradation de fructose en HMF, pour nos échantillons nous avons enregistré un maximum d'acidité libre à 16.70 meq/kg. Les teneurs en eau et en acidité enregistrés ne peuvent pas causer à elles seule cette forte teneur en HMF.

L'excès de la chaleur et l'entreposage prolongé et la pasteurisation sont des facteurs encore plus importants et plus probable dans le cas des miels importés. ces facteurs peuvent augmenter très sensiblement le taux de l' HMF, de là nous pouvons dire que les échantillons (n°10, 11, 12, 13, 14,15) sont des vieux miels chauffés et leur date de récolte ne pourra pas être celle mentionnée sur l'étiquette. La comparaison des moyennes de la teneur en HMF révèle une différence très hautement significative ( $p < 0.001$ ) entre miels locaux et les miels d'importation commercialisés Les normes de la qualité préconisés par le Codex Alimentarius et celle de la UE indiquent que le HMF Pas plus de 40 mg/Kg, de là nous pouvons dire que tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisés.

## 4.2. Analyse pollinique qualitative

L'analyse pollinique qualitative a pour but d'identifier et de dénombrer tous les types de pollens présents dans les échantillons de miels. Cette analyse est utilisée pour déterminer les spectres polliniques des miels est caractériser une région donnée.

### 4.2.1. Spectre polliniques des miels locaux

La fréquence de la présence des pollens des taxons identifiés dans les échantillons des miels locaux est illustrée au niveau du tableau 6 Les pollens sont répartis en quatre classes de fréquences polliniques : Pollens dominants à +45%, Pollens secondaires entre 16- 45%, Pollens tertiaires entre 3-15%, et pollens rares à -3%.

L'analyse des spectres polliniques met en évidence la dominance du jujubier *Ziziphus lotus* dans deux échantillons de miels de miel Djelfa et de Tiaret pour un miel (E4, E5) et *citrus sp* (E8). Ainsi 6 échantillons sont des miels de toutes fleurs (T) sans dominance pollinique apparente. +45%, Le reste des pollens sont soit secondaires avec une fréquence pollinique entre 16- 45%; tertiaires entre 3-15%, ou de fréquence rare à moins de -3% (Tableau 6).

**Battesti (1990)**, signale que les pollens présents dans les miels sont des marqueurs du milieu floristique et, que les taxons les plus représentatifs d'une région sont ceux qui ont à la fois une distribution de présence maximale et une fréquence pollinique importante. **Vonderohe et al. ,(2004)** soulignent qu'un miel est considéré comme unifloral si la fréquence relative du pollen de ce taxon est supérieure à 45%. Selon les mêmes auteurs, il existe des variations au niveau des types de pollens qui peuvent être sous ou surreprésentés en fonction de l'espèce.

**Tableau 6** : Fréquence de la présence des types de pollen des taxons dans les miels locaux (%).

Ech	45%	16-45%	3-15%	-3%
1		<i>Eucalyptus sp</i> , <i>Rhamnaceae</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Citrus sp</i>	<i>Malva sativa</i> , <i>Artemisia sp</i> ,	<i>Olea europea</i> , <i>Pinus sp</i> ,
2		<i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Hydysarum coronarium</i> , <i>Erica</i> , <i>Lavandula sp</i>	<i>Asphodelus microcarpus</i> , <i>Liliaceae</i> , <i>Cistaceae</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Echium sp</i> , <i>Ononis sp</i> , <i>Calandula sp</i> , <i>ceratonia siliqua</i> ,	<i>Acacia sp</i> , <i>Olea europea</i> , <i>Quercus sp</i>
3		<i>Ziziphus lotus</i> (24, 62%)	<i>Brassicaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Peganum harmala</i>	<i>Retama reatam</i> , <i>Echium sp</i> , <i>Cistaceae</i> , <i>Thapsia garganica</i>
4	<i>Ziziphus lotus</i> (89,62%)		<i>Asteraceae</i> , <i>Brassicaceae</i>	<i>Plantaginacea</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Thapsiagarganica</i> , <i>Peganumharmala</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Euphorbia bupleuroides</i>
5	<i>Ziziphus lotus</i> (87,93%)	<i>Brassicaceae</i> , <i>Cistaceae</i> , <i>Retama retam</i>	<i>Euphorbia bupleuroides</i>	<i>Echium sp</i> , <i>Palmeae</i> , <i>Cistaceae</i> , <i>Thapsia garganica</i> , <i>Peganum harmala</i> , <i>Lamiaceae</i>
6		<i>Apiaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Cistaceae</i> , <i>Brassicaceae</i> ,	<i>Daucus carota</i> , <i>Acacia sp</i> , <i>Vicia sativa</i> , <i>Citrus sp</i> , <i>Rosaceae</i>	<i>Poaceae</i> , <i>Lamiaceae</i> , <i>Chenopodiaceae</i>
7		<i>Brassicaceae</i> , <i>Echium sp</i> , <i>Scolymus hispanicus</i> , <i>Centaurea sp</i>	<i>Calandula sp</i> , <i>Thapsia garganica</i>	<i>Ceratonia siliqua</i> , <i>Olea europea</i>
8	<i>Citrus sp</i>	<i>Liliaceae</i> , <i>Reseda alba</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Oxalis cernua</i> ,	<i>Calandula</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Ononis sp</i> , <i>Echium sp</i>	<i>Scolymus hispanicus</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Vicia monantha</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Plantaginaceae</i> , <i>Centaurea sp</i>
9		<i>Carduus sp</i> , <i>Oxalis cernua</i> , <i>Olea europea</i> , <i>Echinops sp</i> , <i>Scolymus hispanicus</i> .	<i>Reseda alba</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Plantaginaceae</i>	<i>Asphodelus microcarpus</i> , <i>Liliaceae</i> , <i>Cistaceae</i> , <i>Brassicaceae</i> , <i>Echium sp</i> , <i>Ononis sp</i> , <i>calandula sp</i> ,

Les miels sans dominance pollinique se caractérisent par la présence de pollens secondaires et tertiaires de plusieurs taxons nectarifères, dont nous citons les pollens de :

*Eucalyptus sp*, *Rhamnaceae*, *Trifolium repens*, *Citrus sp* *Rosmarinus officinalis*, *Hydysarum coronarium*, *Erica*, *Lavandula sp* *Ziziphus lotus* (24, 62%) *Brassicaceae*, *Cistaceae*, *Retama retam*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Cistaceae*, *Echium sp*, *Scolymus hispanicus*, *Centaurae sp*, *Reseda alba*, *Carduus sp*, *Oxalis cernua*, *Olea europea*, *Echinops sp*, *Scolymus hispanicus*. *Malva sativa*, *Artemesia sp*, *Asphodelus microcarpus*, *Liliaceae*, *Ononis sp*, *Calandula sp*, *ceratonia siliqua*, *Peganum harmala* , *Euphorbia bupleuroides*, *Daucus carota*, *Acacia sp*, *Vicia sativa*, *Rosaceae* , *Thapsia garganica*, *Ononis sp*, *Reseda alba*, *Poaceae*, *Plantaginaceae*

#### 4.2.2. Spectre polliniques des miels importés

La fréquence de la présence des pollens des taxons identifiés dans les échantillons de miel importés est illustrée au niveau du tableau 7. Tous ces miels sont sans dominance polliniques. Ces miels sont caractérisés par une faible variabilité pollinique comparant avec ceux des miels locaux et aussi par la présence de forme de certains pollens indéterminés.

**Tableau 7:** Fréquence de la présence des types de pollen des taxons dans les miels importés(%)

Ech	45%	16-45%	3-15%	-3%
10	////		<i>Brassicaceae</i>	<i>Asteraceae</i> , pollen indéterminé
11	////	<i>Acacia sp</i> , <i>Brassicaceae</i> ,	<i>Cistaceae</i>	<i>Olea europea</i>
12	////			
13	////		<i>Citrus sp</i> , <i>Rosaceae</i> , <i>Asteraceae</i>	pollen indéterminé
14	////			
15	////		<i>Acacia</i> , <i>citrus sp</i> , <i>Trifolium repens</i>	<i>Brassicaceae</i> , <i>Asteraceae</i> , <i>Pinus sp</i> ,

Nous soulevons que dans échantillons 12 et 14 nous n'avons retrouvé aucun grains de pollens ce qui nous laisse douter sur l'origine sécrétoire de ces miels. Nous pouvons aussi expliquer la faible présence des pollens dans ces miels par la pratique de l'ultrafiltration qui est très répandue pour les miels de commerce.

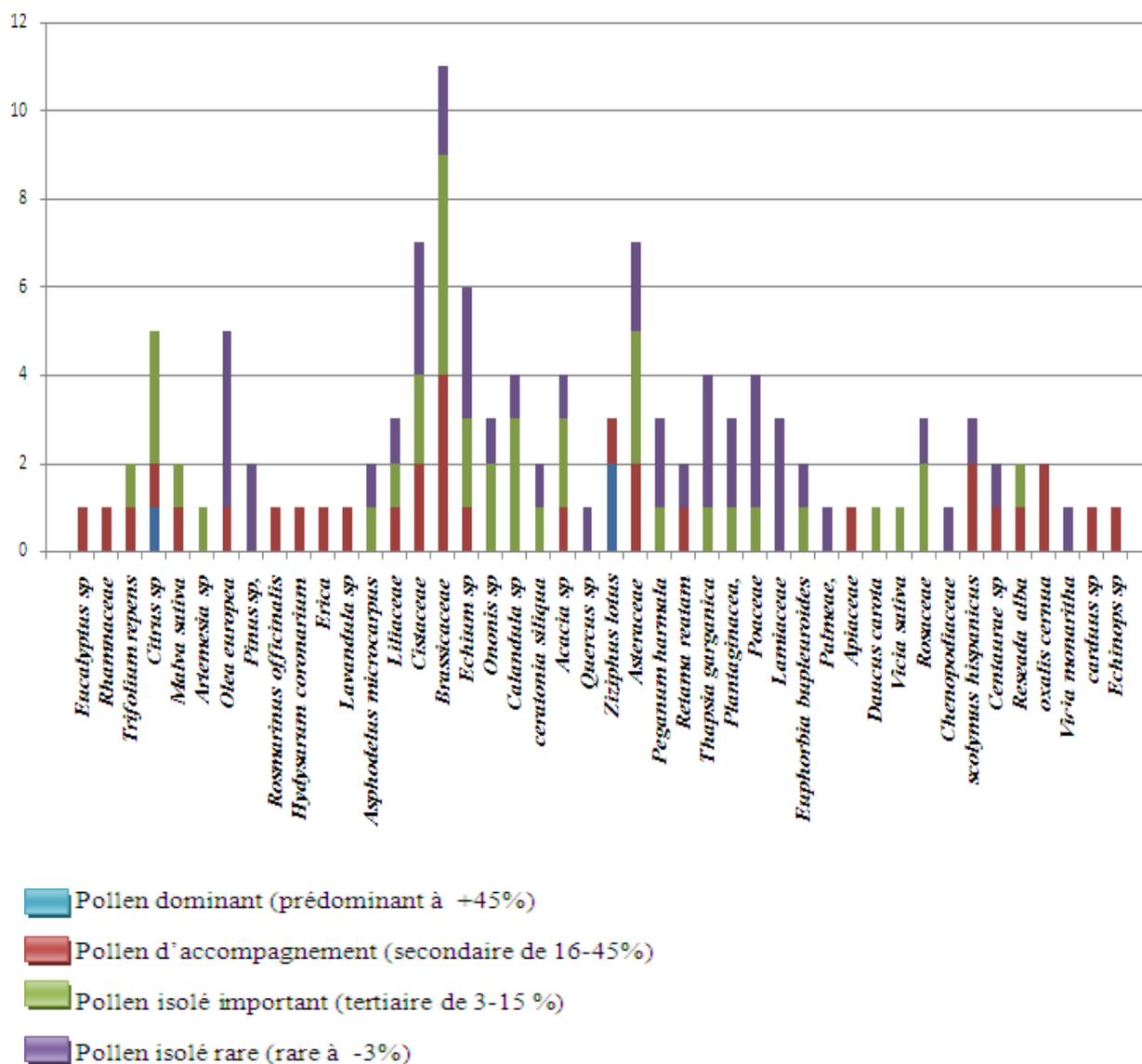
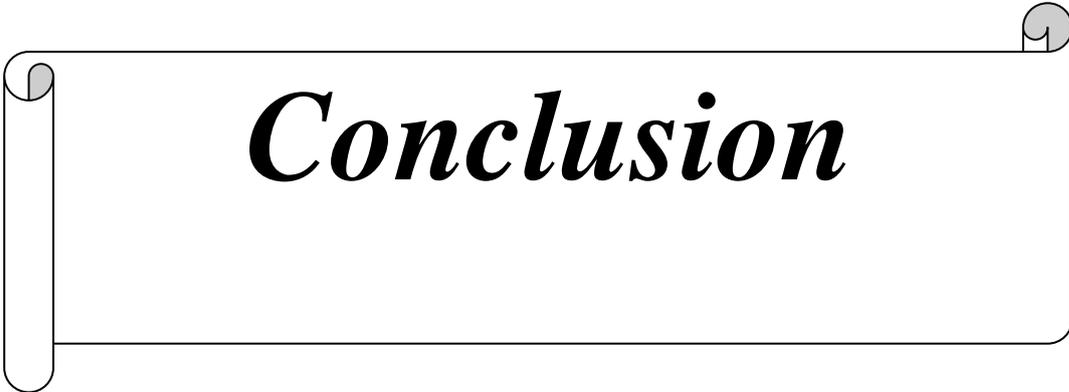


Figure 17 : présence des pollens de 44 taxons identifiés dans les échantillons de miel représentée dans les quatre classes de Fréquence pollinique.

Dans figure ci dessus (figure 17), nous synthétisons la présence des pollens identifiés dans tous les échantillons de miel. Au total, 44 taxons sont identifiés. Les miels locaux sont caractérisés par une grande diversité pollinique, avec les 44 taxons. Ces pollens sont

caractéristiques de leurs lieux de récolte, et ils informent sur la présence de la flore mellifère de ces régions. Les miels importés présente une faible diversité pollinique avec seulement 9 taxons sont identifiées.



***Conclusion***

### Conclusion

L'étude que nous avons menée décrit les caractéristiques physico-chimiques et polliniques de 15 échantillons de miels (9 locaux et 6 importés). Les résultats obtenus nous ont permis de distinguer la qualité des miels produits localement et ceux importés. Nous avons étudié certains paramètres qui influencent surtout leur conservation et leur stabilité dans le temps. L'analyse pollinique qualitative a été aussi étudiée pour donner des informations sur les espèces susceptibles de leur origine botanique et ou géographique.

Tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisées, relative à la teneur en eau. L'analyse de la variance montre une différence non significative ( $p > 0.05$ ) entre les miels locaux et les miels importés. Néanmoins, nous avons remarqué que les miels les plus pauvres en eau, sont des miels locaux récoltés dans les régions qui sont caractérisés par un climat chaud et sec (échantillons n°3, 4, 5, 6, 7,9).

Pour le reste des paramètres physicochimiques, l'analyse de la variance montre une différence très hautement significative ( $p < 0.001$ ) entre les miels locaux et les miels importés pour le paramètre l'hydroxyméthylfurfural. Les miels locaux ont un taux d'HMF presque nul, par contre les échantillons de miel importés ont présenté un taux d'HMF supérieur à la norme préconisée par le Codex Alimentarius et celle de l'UE qui est de 40mg/kg L'HMF est un indicateur du traitement à la chaleur des miels, de la mauvaise conservation et de sa fraîcheur.

Pour le pH, l'analyse de la variance montre une différence significative ( $p < 0.05$ ). Les miels importés présentent un pH plus faible (3.66 à 4.32) que ceux des miels locaux qui ont un pH moyen qui varie entre (4.20 à 5.28). Les miels analysés ont des origines botaniques et géographique différents ainsi les normes de la qualité préconisée par le Codex Alimentarius et celle de l'UE indiquent que le pH doit être 3.50 à 4.50 pour le miel de nectar et 5 à 5.50 pour le miel de miellat.

L'analyse de la variance montre une différence hautement significative ( $p < 0.001$ ) pour l'acidité libre. Néanmoins, pour tous les échantillons, l'acidité libre est inférieure 50 méq/Kg, de là nous pouvons dire que pour ce paramètre, tous nos échantillons de miel sont conformes aux normes de qualité préconisées par le Codex Alimentarius et l'UE.

La comparaison des moyennes de la conductivité électrique révèle une différence très significative ( $p < 0.01$ ) entre les miels locaux et les miels d'importation. Les miels analysés peuvent avoir des origines sécrétoires différentes. Les normes de qualité préconisées par le

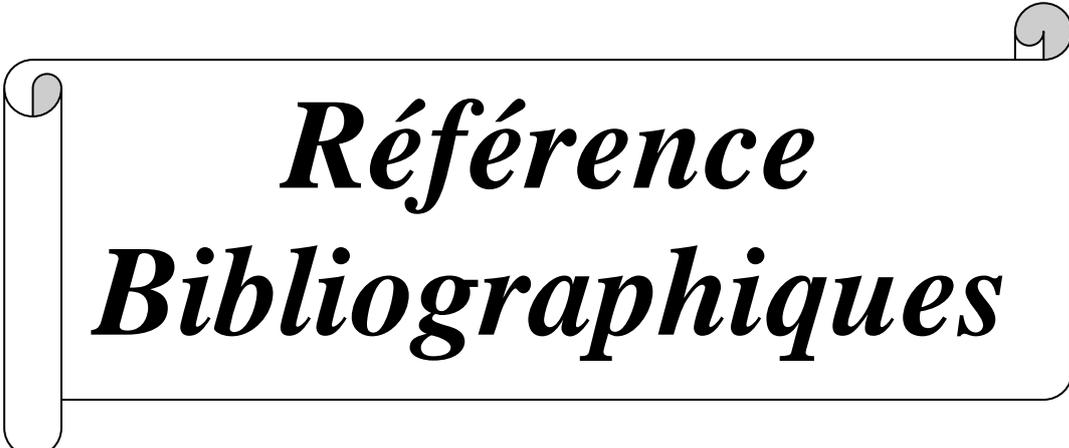
Codex Alimentarius et l'UE indiquent que la conductivité électrique doit être inférieure à 0,80 mS/cm pour les miels de nectar. Les miels de miellats ou les mélanges de miel de nectar et miellat est supérieure à 0,80mS/cm. Comparativement aux normes relatives à la conductivité électrique des miels, nous pouvons conclure que les miels locaux sont des miels de nectar des fleurs sauf (échantillons n°3,4 ,5 ,7) peuvent être considéré comme mélange de nectar et de miellat. Tandis que les miels importés, sont des miels de nectar des fleurs.

L'analyse pollinique des miels est un bon indicateur sur les espèces mellifères butinées par l'abeille dans un milieu donné, avec les autres paramètres physico-chimiques et organoleptiques, elle permet de vérifier l'origine géographique et/ou botanique des miels. Elle donne des indications précieuses sur la diversité floristiques dans les zones de production.

Les résultats obtenus montrent que les miels importés sont pauvre en pollens avec une faible diversité pollinique. Ces miels peuvent subir un traitement d'ultrafiltration, mais cela devrait être mentionné sur l'étiquette ce qui n'est pas le cas. Les miels locaux sont caractérisés par une grande diversité pollinique, avec les 44 taxons identifiés. Ces pollens sont caractéristiques de leurs lieux de récolte, et ils informent sur la présence de la flore mellifère, source de miels dans ces régions.

Tous les résultats obtenus nous révèlent certaines caractéristiques des miels locaux et importés. Nous avons constaté que tous les miels locaux répondent aux normes requises du *Codex alimentarius (2001)* et celle de la UE, ils sont naturels, avec une grande diversité pollinique et n'ayant subis aucun traitement technologique qui pourra nuire à leurs qualité. Par contre, certains miels introduits sont des miels ultrafiltres avec une absence ou une faible concentration pollinique et avec un taux d'HMF très élevé. Ces informations sont utiles pour la valorisation des miels locaux et le contrôle de qualité des miels commercialisés.

Dans le but de compléter ce travail, il serait intéressant d'optimiser d'autres paramètres influençant sur la qualité des miels (sucre, polyphénol, antioxydant,...), aussi d'effectuer ces analyses sur une large gamme d'échantillons des miels du pays afin de dégager des normes pour les miels spécifiques de l'Algérie ;



***Référence  
Bibliographiques***

## Références bibliographiques

- **Azeredo L. C., Azeredo M. A. A., Souza S.R. et Dutra V.M.L. 2003.** Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food chemistry*. 80: 249-254.
- **Assie B., 2004.** Le miel comme agent cicatrisant. Thèse Pour Le Diplôme D'état De Docteur En Médecine. Toulouse : Toulouse III. 79 p.
- **Anchling F., 2005.**Sommet de développement des colonies. *Revue l'abeille de France*. N° 915.7p.
- **Amri A., 2006.**Évaluation physico-chimique et détermination De l'origine botanique de quelques variétés de miel produites à l'Est. Thèse de doctorat en Biochimie Appliquée «Application en Agro-Alimentaire Et Santé». Université Badji Mokhtar .Annaba. 123 p.
- **Acquarone C., Buera A.P., Elizalde B., 2007.**Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry*, 101: 695–703.
- **Amri A., Ladjama A., Tahar A., 2007.**Etude de quelques miels produits à l'est Algérien: Aspect physicochimique et biochimique. *Revue Synthèse* N° 17.
- **Anso J., 2012.** Du miel à volonté. *D2A*, N°. 1, 23 p
- **Achour Y.H., Khali M., 2014.**Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Science*, 10(2): 127 – 136.
- **Bogdanov S., Martin P., Lü Ilman C., Borneck R., Morlot M., Heritier J., Vorwohl G., Russmann H., Persano-Oddo L., Sabatini A G., Marcazzan G L., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A et Ivanov T., 1997.** Harmonised Methods of The European Honey Commission. *Apidologie* .1– 59.
- **Bogdanov S., 1999.**Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel. Centre suisse de recherche apicoles.05p
- **Bogdanov S., Lullmann C Et Martin P., 1999.** Qualité Du Miel Et Norme International Relative Au Miel. Rapport De La Commission International Du Miel Du Miel. *Abeille Cie* N° 71-4.1 2.
- **Bruneau E., 2002.**Les produits de la ruche .Ed : RUSTICA. p354-384.

- **Bogdanov S., Bieri K., Gremaud G., Känzig A., Seiler K., Stöckli H et Zürcher K., 2003.** Produits Apicoles. In : « Manuel Suisse Des Denrées Alimentaires ».Chapitre 23.
- **Bogdanov S., Bieri K., Gremaud G., 2004.** Produits apicoles, Pollen, Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP), Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Berne, 6p.
- **Bogdanov S., Bierri K ., Gallman P., 2005.** Miels monofloraux suisses, Centre de recherches apicoles, Station de recherches en production animale et laitière. 55p.
- **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.
- **Bruneau E., 2005.**La roue des arômes. Apprentissage des saveurs et des références olfactives. [enligne], AdresseURL : [http://www.cari.be/medias/permanent/cours\\_roue.pdf](http://www.cari.be/medias/permanent/cours_roue.pdf) (page consultée le 16/5/2019).
- **Blanc M. (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. thèse docteur en pharmacie. Universite De Limoges.
- **Bogdanov S., 2011.** The honey book. Chapter 5, Honey composition. Bee Product Science, 1-10.
- **Bonté F., Désmolière A., 2013.** « Le miel, quel intérêt en cicatrisation? ». Le miel origine et composition. Actualités phamaceutiques, 18-21
- **BelayA., SolomonW.K., Bultona G., Adgaba N., etMelakuS.2013.**Physicochemical of the Hareenna forest honey, Bale, Ethiopia. Food Chemistry, 141: 3386-3392.
- **Chauvin R., 1968.**Produit de la ruche in traité de biologie de l’abeille.Tome 3.Edition Massonet cie .16p.
- **Codex norme pour le miel codex stan ., 1981.**norme adoptée en 1981. Révisions en 1987 et 2001.
- **Cerceau-Larrival M.TH et Hidioux M., 1983.**Pollens de quelques plante médicinales du Rwanda, Agence de coopération culturelle et technique. Imprimerie Boudin. Paris.58p.
- **Codex., 2001.**Programme Mixte FAO/OMS Sur Les Normes Alimentaires. Commission Du Codex Alimentarius. Alinorm 01/25, 1-31.
- **Commission Européenne., 2002.** Directive 2001/110/EC du 20 décembre 2001 relative au DPPH radicals. Nutrition Research, 22(4): 519-526.
- **Cartel B., 2003 .**Les dents de l’hiver .revue abeille de France, N°898.519-523p

- **Clémence H., 2005.** Le Miel: De La Source A La Thérapeutique. Thèse Pour L'obtention De Diplôme D'état De Docteur En Pharmacie. Université Henri-Poincaré-Nancy.
- **Cetam-lorraine.,2006** .informations sur les différentes analyses des miels, laboratoire des analyses et d'écologie apicole, 6p.
- **Cavia M M., Fernandez-Muino M A., Alonso-Torre SR., Huidobro J F et Sancho MT., 2007** .Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. Food Chem.100, 1728-1733.
- **Chouia A., 2014.** Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout. Mémoire de Magistère de Biologie en Biochimie Appliquée .Université Mohamed Khider, Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie, Biskra, pp.6-7.
- **Cuvillier Alexandre M., 2015.** Miel, Propolis, Gelée Royale: Les Abeilles Alliées De Notre Système Immunitaire. Thèse Pour Le Diplôme D'état De Docteur En Pharmacie, Université De Lille 2.
- **Carine M., 2016.** 2-2016 N°171 Abeilles & Cie Analysent des miels étoilés.
- **Delayens G Et Bonnir G., 1970** .Cours complets d'apiculture et conduite d'un rucher isolé. Collections nouvelles, flores 4<sup>ème</sup> trimestre.480-485p.
- **Donadieu Y., 1982.** Pollen thérapeutique naturelles. 5<sup>ème</sup> Ed Maloine S.A Paris. 31p.
- **Dobson, 2000.**The ecology and evolution of pollen odors. Plant systematic and evolution, v.222, p.1-4.
- **Domerego R., 2009.** Chapitre X : Santé, Bien-Etre, Apithérapie In Clément H. et al. Le Traité Rustica De L'apiculture Editions Rustica, Paris, 390-417.
- **Delphine I., 2010** .Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Utilisation dans les plaies Doctorat en pharmacie. Facultéde pharmacie. Universitéde Limoges, pp. 56-57.Facultéde pharmacie.Universitépoincarède Nancy 1, pp.17-37
- **Doukani K., Tabak S., Derriche A., Hacini Z., 2014** .Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. Ecologie-Environnement, 10 :37-49.
- **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.

- **Ferreres F.,Garciavigueru C.,Tomaslorente F.,Tomasbarberan F.A et Hesperetin C.,1993** .A marker of the floral origin of citrus honey. Journal of the science of food and agriculture. 61; 121-123.
- **Gonnet M., 1982** : Le miel ; composition, propriétés, conservation. INRA
- **Gonnet M., 1986.** *L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité.* Bul. Tech. Apic, 54, 13(1). Pp 17-36.
- **Guinot L., Coustel J et Huchet E., 1996** : les constituants chimiques du miel. Méthodes d'analyses. Département science des aliments.
- **Guerriat H., 1996.** Être performant en apiculture .Edit ISNB .pp416
- **Guerriat H., 2000.** « Etre performant en Apiculture». Édition Rucher du Tilleul. 415p.
- **Guerzou M., Nadji N., 2002** .Etude comparative entre les miels locaux et les miels importés .mémoire d'ingénieur d'Etat en agropastoralisme, faculté des sciences, université de Djelfa
- **Gomes S., Dias L.G., Moreira L.L., Rodrigues P., Estevinho L., 2010.** Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. Food and Chemical Toxicology. 48 (2): 544-548.
- **Habari M., 1983.** Morphologie Des Grains De Pollen De Quelques Especies Anemogames Des Environs De Kisangani ( Haut-Zaire ). Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de Licencié en Sciences. Université De Kisangani.47p
- **Horn H et lüllmann C.,1992.** Das grosse honigbuch, ehrenwirth, münchen.
- **Huchet E., Coustel J et Guinot L., 1996.** Les constituants chimiques du Miel. Méthodes d'analyses chimiques - Département Science de l'Aliment. 2<sup>ème</sup> Edition. OPIDA, pp.168-172.
- **Hoyet C., 2005.** Le miel: De la source à la thérapeutique. Thèse de pharmacie en pharmacie. Faculté de pharmacie. Université poincare de Nancy 1, pp.17-37.
- **Habib H.M., Meqbali F.T., Kamal H., Souka U.D., Ibrahim W.H., 2014.**Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. Food Chemistry, 153, 35–43.
- **Jeffrey A.E., Echazarreta C.M.,1996** . Medical uses of honey. Revista Biomédica, 7(1): 43 – 49.
- **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., Maurizio A., Vorwohl G., 1970** .Commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B. Les méthodes de la méliko-palynologie. *Apidologie*, 1, (2), 211-227.
- **Louveaux J., Maurizio A., Vorwohl G., 1978**.Methods of melissopalynolgy. *Bee World*,59, 139-157
- **Louveaux J., Abed L.,1984**. Les miels d'Afrique du Nord et leur spectre pollinique. *Apidologie*1984 ; 15 :145-70.
- **Louveaux J., 1985** .Les abeilles et leur élevage. Edition Opida .Pp : 165-181.
- **Laaidi K., Laaidi M., Besancenot JP., 1997**. Pollens, pollinoses et météorologie. *La Météorologie*. 8(20):41.
- **Lobreau-Callen D., Clément M-C ., Marmion V., 1999**. Les miels. In «Techniques de l'ingénieur », 1-20.
- **Lazarević K.B., Andrić F., Trifković J., Tesić Z., et Milojkovic-Opsenica D.,2012** .Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters. *Food Chemistry*, 132: 2060-2064.
- **Molan P., Russel K., 1988**. Non-peroxide antibacterial activity in some New Zealand honeys. *Journal of apicultural research*, 27(1): 62-67.
- **Marceau J., Noreau J Et Houle E., 1994**. *Les HMF et la qualité du miel*. Volume 15 numéros 2. Fédération des Apiculteurs du Québec .service de zootechnie, MAPAQ.04p.
- **Makhloufi C., Kerkvliet D., Ricciardelli-D'albore G., Choukri A., Samar R., 2010**. Characterization of Algeriean honeys by palynological and physicochemical Methods. *Apidologie*, 41: 509-521.
- **Mekious S., Houmani Z., Bruneau E., Masseaux C., Guillet A.et Hance T., 2015** . Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie.*Biotechnol Agron Soc Environ*.19 .3 :221-231
- **Nair S., 2014**. Identification des plantes en mellifères et analyses physicochimiques des miels algériens thèse Doctorat en biologie .faculté de sciences de la nature et de la vie, Université D'ORAN, Page 6
- **Prost P., 1987**.L'apiculture .Connaître l'abeille .conduire le rucher. 6<sup>ème</sup> édition Lavoisier.597p.
- **Piazza M-G.,Accorrti M et Persanooddo L., 1991**.électrical conductivityash, colour and specific rotatory power in iltalian unifloral honeys. *Apicultura* 7,51.63.
- **Prost P., 2005**. L'piculture ; Connaitre l'abeille, Conduire Le Rucher (7<sup>ème</sup>édition).

Edition Tec & Doc. p : 379-419.

- **Reille M., 1990.** Leçons de palynologie et d'analyse pollinique, Ed.C.N.R.S. Paris.206p.
- **Rossant A., 2011.** «Le miel un composé complexe aux propriétés surprenantes». Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en pharmacie. Limoges.
- **Schweitzer p., 2001.** la couleur du miel .revue l'abeille de france n°872 .laboratoire d'analyse et d'écologie apicole.08p.
- **Schweitzer P., 2004.** Mauvaise herbe et apiculture, Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, Rev. L'abeille de France. pp : 9 -11
- **Schweitzer P., 2005.** miel étranger. Revue l'abeille de France N°920 .laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 04p.
- **Terrab A., Diez M J., Heredia FJ., 2002.** Characterization of moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food chem. 79:373-379.
- **Tojonirina R R., 2008.** Caractéristiques nutritionnels et organoleptiques de quelques variétés de miel de Madagascare. Mémoire en vue de l'Obtention du Diplôme d' Etudes Approfondies en Biochimie appliquée aux sciences de l'alimentation et de la nutrition. Faculté des Sciences .Université d' Antananarivo , p.3.
- **Tomczak. C, 2010 :** Utilisation Du Miel Dans Le Traitement Des Plaies. Revue Bibliographique. Thèse De Doctorat Vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon.
- **Vorwohl G., 1964 .**Die Beziehung zwischen der elektrischen leitfähigkeit der honige und ihrer trachtmassigen herkunft . Ann de Abeille 7,301-309.
- **Vonderohe W., Persano Oddo L., Piana ML., Morlot M., Martin P.,2004.** harmonized methods of melissopalynology, apidologie 35 (suppl.1):s18–s25.
- **White J., Subers M., Schepartz M., 1962.** The identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxyde and its origin in a honey glucose oxidase system. Biochim. Biophys. Acta: 57-70.



***Annexes***

## Annexe I : Résultats des analyses physicochimiques.

Tableau 1 : les valeurs de la Teneur en eau

Miels locaux	N°Ech	Teneur en eau %
	1	15.5
	2	14.75
	3	16.5
	4	14
	5	14.25
	6	14.5
	7	15.75
	8	15
	9	14.25
Importé	10	17.25
	11	15.5
	12	16
	13	17.25
	14	17.125
	15	13.5
<b>Moyenne</b>		<b>15.40</b>

Tableau 2: les valeurs de la conductivité électrique

Miels locaux	N°Ech	CE ms/cm <sup>-1</sup>
	1	0.74
	2	0.42
	3	0.82
	4	0.87
	5	0.9
	6	0.58
	7	0.84
	8	0.19
	9	0.36
Importé	10	0.12
	11	0.39
	12	0.10
	13	0.28
	14	0.18
	15	0.13
<b>Moyenne</b>		<b>0.46</b>

## Annexe I : suite 1

Tableau 3: les valeurs du pH obtenues

<b>Miels locaux</b>	<b>N° Echa</b>	<b>PH</b>
	1	4.41
	2	4.2
	3	4.99
	4	5.07
	5	5.28
	6	4.45
	7	4.59
	8	4.48
	9	4.5
<b>Importé</b>	10	3.66
	11	4
	12	4.32
	13	4.22
	14	4.13
	15	4.16
<b>Moyenne</b>		<b>4.43</b>

Tableau 4 : les valeurs de l'acidité libre

<b>Miels locaux</b>	<b>N°Ech</b>	<b>Acidité libre (méq/kg)</b>
	1	9.38
	2	10.37
	3	6.73
	4	5.80
	5	5.76
	6	8.82
	7	7.21
	8	8.5
	9	7.99
<b>Importé</b>	10	16.7
	11	16.35
	12	10.90
	13	12.98
	14	15.46
	15	13.29
<b>Moyenne</b>		<b>10.41</b>

**Annexe I : suite 2****Tableau 5** : les valeurs de l'HMF

<b>Miels locaux</b>	<b>N° Ech</b>	<b>HMF (mg/kg)</b>
	1	3.7
	2	4.5
	3	3.1
	4	2.5
	5	1.6
	6	4.5
	7	4.6
	8	6.6
	9	14.1
<b>importé</b>	10	54.5
	11	41.3
	12	33.8
	13	32.6
	14	34.9
	15	18.4
<b>Moyenne</b>		<b>17.38</b>

## Annexe II : Résultats des analyses des variances

Tableau 1: Analyse de variance à un seul facteur de classification (Humidité)

Analyse de la Variance de la teneur en eau. Effets très significative marqués à $p > 0.05$					
Source de variation	SCE	DDL	CM	F obs.	p
Factorielle	4,842	1	4,842	3,862	0,071123

Tableau 2 : Analyse de variance à un seul facteur de classification (la conductivité électrique)

Analyse de la Variance de la conductivité électrique. Effets très significative marqués à $p < 0.01$					
Source de variation	SCE	DDL	CM	F obs.	p
Factorielle	0.682951	1	0.682951	14,80166	0,002018

Tableau 3 : Analyse de variance à un seul critère de classification (pH)

Analyse de la Variance de pH. Effets significative marqués à $p < .05000$					
Source de variation	SCE	DDL	CM	F obs.	p
Factorielle	1,2180	1	1,2180	12,075	0,004107

Tableau 4 : Analyse de variance à un seul facteur de classification : acidité libre

Analyse de la Variance de l'acidité libre. Effets très hautement significative marqués à $p < 0.001$					
Source de variation	SCE	DDL	CM	F obs.	p
Factorielle	149.305	1	149.305	42.2535	0,000020

## Annexe II : suite 1

**Tableau 5:** Analyse de variance à un seul facteur de classification : Hydroxy-méthyl-furfural(HMF)

Analyse de la Variance de la Hydroxy-méthyl-furfural. Effets très hautement significative marqués à $p < 0.001$					
Source de variation	SCE	DDL	CM	F obs.	P
Factorielle	3436.080	1	3436.080	55.36543	0,000005

العسل مادة غنية جدا بالسكريات ذو تركيب كيميائي متغير وخصائص متنوعة، الهدف من هذه الدراسة هو مراقبة جودة بعض أنواع العسل المسوقة في الجزائر. يتكون عملنا من التحليلات الفيزيائية والكيميائية لحبوب اللقاح على 15 عينة من العسل، 9 منها من العسل المحلي، أما الـ 6 الأخرى فهي عبارة عن عسل مستورد موجود في السوق. خلال تجربتنا، أجرينا التحليلات التالية: محتوى الماء، الموصلية الكهربائية، الرقم الهيدروجيني، الحموضة الحرة، معدل HMF، حاولنا أيضًا تحديد طبيعة حبوب اللقاح الموجودة في هذه العينات العسل. من خلال هذه التحليلات، لاحظنا أن جميع أنواع العسل المحلي تفي بالمعايير المطلوبة من الدستور الغذائي (2001)، فهي طبيعية ولم تخضع لأي علاج تكنولوجي يمكن أن يضر نوعيتهم. من ناحية أخرى، فإن بعض أنواع العسل المستورد عبارة عن عسل عالي التصفية يحتوي على نسبة عالية جدًا من HMF، هذا يخبرنا أن هذه الأنواع من العسل قد خضعت للمعالجة الحرارية.

**الكلمات المفتاحية:** العسل، التحليل الفيزيائي والكيميائي، تحليل حبوب اللقاح، معايير الجودة.

## Résumé

Le miel est une substance très riche en sucres ayant une composition chimique variable et des propriétés diverses. Notre étude a pour but d'évaluer la qualité de quelques variétés de miels commercialisés en Algérie. Notre travail consiste à faire des analyses physicochimiques et polliniques sur 15 échantillons de miel, dont 9 sont des miels produits localement et 6 sont des miels importés retrouvés dans le commerce. Durant notre expérimentation, nous avons effectué les analyses suivantes: la teneur en eau, la conductibilité électrique, le pH, l'acidité libre, le taux de l'HMF, Nous avons aussi essayé d'identifier la nature des grains de pollens contenus dans ces échantillons de miels. Les paramètres physico-chimiques sont analysés selon les techniques recommandées par la Commission Internationale du miel. Pour L'analyse pollinique, elle a été réalisée selon la méthode standard préconisée par la commission internationale de botanique apicole. Les résultats montrent que tous les miels locaux répondent aux normes requises du *Codex alimentarius* (2001) et l'UE, ils sont naturels n'ayant subis aucun traitement technologique qui pourra nuire à leurs qualités. Par contre, certains miels introduits sont des miels ultrafiltres avec un taux d'HMF très élevé.

**Mots clés :** miel, analyse physico-chimique, analyse pollinique, normes de qualité.

## Abstract

Honey is a very rich in sugars, substance with a variable chemical composition and diverse properties. The aim of this study is to evaluate the quality of some honey varieties marketed in Algeria. Our study consists in making the physical, chemical and pollinical analysis, on 15 samples of honey, of which 9 are local honeys, and the 6 others are the imported honeys, recovered in the trade. During our experimentation, we did the following analysis: the content in water, the electric conductivity, the pH, the free acidity, the rate of the HMF. We also tried to identify the nature of the grains of pollens contained in these samples of honeys. Physico-chemical parameters are analyzed according the recommendations of honey International Commission and for the pollinical parameters, the analyses are done by the standard method recommended by the Beekeeping Botany By this analysis, we noticed that all local honeys answer the norms required of the *Codex alimentarius* (2001), they are natural not having undergone no technological treatment that will be able to harm to their qualities. On the other hand, some introduced honeys are ultra-filtred honeys with a very high HMF level.

**Key words:** honeys, physicochemical analysis, pollinical analysis, quality standards.