



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

Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou

Faculté des sciences Biologique et des Sciences Agronomiques

Département de Biochimie-Microbiologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Science de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Thème

**Etudes des propriétés physico-chimiques,
biochimiques et sensorielles des miels
monofloraux de divers régions d'Algérie**

Réalisé par :

M^{elle} Ait adi chahrazad

M^{elle} Rami dehbia

Soutenu le : 30/09/2019

Devant le jury :

Présidente : Mme Ben azzouz kenza

MAA U.M.M.T.O

Promoteur: Mr ouelhadj Akli

MCA U.M.M.T.O

Co-promotrice: M^{elle} Nakib Rifka

doctorante U.M.M.T.O

Examineur: Mr Hargaz Hamza

MAA U.M.M.T.O

Année universitaire : 2018/2019



Remerciements

Nos remerciements s'adressent premièrement et avant tout au « bon dieu » tout puissant, qui nous a donné la santé pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier vivement notre promoteur Dr : Ouelhadj Akli et Copromotrice Nakib rifka, pour leur précieux conseils, leur encouragement et leur disponibilité a toutes heure pour mener à temps notre.

Nous remercions aussi les membres de jury qui ont bien voulu examiner notre travail et l'apprécier à sa juste valeur.

Nous remercions infiniment Monsieur Hargaz pour son aide et sa disponibilité.

Nous remercions chaleureusement les ingénieurs de laboratoire chimie physique et chimie pharmaceutique de la faculté des science technologie.

Nous adressons aussi nos remerciements à toutes la promotion de biotechnologie microbienne de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Nous remercions vivement et sans exception tous nos directeurs, administrateur et enseignants du département des sciences biologiques et la bibliothèque centrale.

Nous tenons également à remercier les apiculteurs et les dégustateurs pour leur aide et leur disponibilité.

Dédicaces

Avec mes sentiments de gratitudes les plus profonds,

Je dédie ce modeste travail:

A la prunelle de mes yeux, l'espoir de ma vie, celle qui m'a entourée de son amour et de sa tendresse, a ma chère mère que dieu la garde et la protège ;

A celui qui m'a toujours appris comment réfléchir avant d'agir, a celui qui m'a soutenu tout au long de ma vie scolaire, a celui qui n'a jamais épargné un effort pour mon bien, mon cher père que dieu me le garde ;

Ames très chères sœurs Samira, Zaina, Ryma et Lilia ainsi leur maris Amara, Hacene, Salim et Mounir.

A mes chers frères Samir et Belaid ainsi qu'à leur petite famille ;

A mes très chères grandes mères Zaina et Djouhar ;

A mes meilleurs amis Chafaa et Nadia ;

A mes copines de chambres Nabila et Kahina ;

A toutes la promotion de biotechnologie microbienne 2018|2019 ;

A tout ce qui mont aider de près et de loin ;

A tout ce qui me sont chers.

Chahrazad.



Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Mes chers parents que je remercie
Infiniment pour leur aide et d'être
toujours à mes côtés.*

*Mes chers frères, Ali, Lounes et Idir,
qui sont toujours à mes côtés.*

Ma meilleure amie: ourdia.

*A tous ce qui m'ont aidé de près ou de
loin dans la réalisation de ce travail.*

Dehbia.

Liste des abréviations

Kcal: kilo calories

Meq : milliéquivalent.

HMF : hydroxy méthyl-furfural.

Ms : milli siemens

ANOVA : Analyse de la variance a un seul critère de classification

ACP : analyse en composant principale

IHC: International honey commission

SFM : Swiss Food Manual

HPLC : la chromatographie en phase liquide à haute performance

GC-MS : chromatographie en phase gazeuse avec spectrométrie de masse

UE : union européenne

IHC : international honey commission

DN : nombre de diastase

COV : composants organiques volatils

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Exemples de nectaires..... | 4 |
| Figure 2 : Origine et formation du miel | 6 |
| Figure 3 : Cadre de miel operculé | 7 |
| Figure 4 : Ruches dans une zone de rhododendrons | 7 |
| Figure 5 : Les échantillons du miel analysé | 26 |
| Figure 6 : Méthodologie expérimentale adoptée pour la caractérisation des échantillons du miel..... | 26 |
| Figure 7 : Refractomètre portable utilisé..... | 28 |
| Figure 8 : Conductimètre portable | 30 |
| Figure 9 : Représentation graphique de pH des échantillons du miel étudié | 36 |
| Figure 10 : Représentation graphique des valeurs d'acidité des échantillons de miel Etudiés..... | 38 |
| Figure 11 : Représentation graphique des valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel étudiés..... | 39 |
| Figure 12 : Représentation graphique des valeurs de degré de brix des échantillons de miel étudiés..... | 41 |
| Figure 13 : Représentation graphique des valeurs de conductivité électrique des échantillons de miel étudiés..... | 42 |
| Figure 14 : Représentation graphique des valeurs de teneur en cendres des échantillons du miel étudié | 43 |
| Figure 15 : Représentation graphique des couleurs des échantillons du miel étudié..... | 45 |
| Figure 16 : Représentation graphique des valeurs de HMF des échantillons de miel étudiés .. | 46 |
| Figure 17 : Représentation graphique des valeurs de teneur en protéines des échantillons du miel étudié..... | 48 |
| Figure 18 : Représentation graphique des valeurs de teneur en proline des échantillons du miel étudié..... | 49 |
| Figure 19 : Résultats de l'analyse sensorielle pour la couleur | 54 |
| Figure 20 : Résultats de l'analyse sensorielle pour l'aspect..... | 55 |
| Figure 21 : Résultats de l'analyse sensorielle pour l'odeur | 56 |
| Figure 22 : Résultats de l'analyse sensorielle pour la sucrosité..... | 57 |
| Figure 23 : Résultats de l'analyse sensorielle pour la saveur..... | 59 |
| Figure 24 : Résultats de l'analyse sensorielle pour l'intensité de la saveur | 60 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 25 : Résultats de l'analyse sensorielle pour l'arrière-gout..... | 61 |
| Figure 26 : Résultats de l'analyse sensorielle pour origine végétal du miel..... | 62 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau I : Échantillons du miel analysés | 25 |
| Tableau II : Préparation de la solution aqueuse de miel..... | 31 |
| Tableau III : Protocole pour le dosage de la proline | 33 |
| Tableau IV : projection des variables sur l'axe 1 | 50 |
| Tableau V : projection des individus sur l'axe 1 | 50 |
| Tableau VI : projection des variables sur l'axe 3 | 50 |
| Tableau VII : projection des individus sur l'axe 3 | 51 |
| Tableau VII : projection des variables sur l'axe 2..... | 51 |
| Tableau IX : projection des individus sur l'axe 2..... | 51 |
| Tableau X : résultats de l'analyse sensorielle | 52 |
| Tableau XII : résultats de l'analyse sensorielle pour les caractères des miels | 53 |

Sommaire

Les abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Miel monofloral, obtention et intérêt 3

I. Définition du miel 3

II. Origine et formation de miel 3

II.1. Origine du miel 4

II.1.1. Miel du nectar 4

II.1.2. Miel du miellat 5

II.2. Formation du miel 6

III. Transhumance et miel monofloral 7

III.1. Transhumance (l'apiculture pastorale) 7

III.2. Miel mono floral 8

IV. Intérêt des miels mono floraux 9

IV.1. Intérêt économique..... 9

IV.2. Intérêt nutritionnelle et thérapeutique..... 10

IV.3. Intérêt organoleptique 11

IV.3.1. Couleur 11

IV.3.2. Odeur 11

IV.3.3. Texture..... 12

IV.3.4. Gout et Arôme 12

Chapitre II: Méthodes de caractérisation du miel 13

I. Normes généraux du miel 13

I.1. Qualité du miel 13

I.1.1. Définition de la qualité 13

I.1. 2. Qualité de base..... 13

I.2. Méthodes basales 14

I.2.1. Analyses méliissopalynologiques (polliniques)..... 15

I.2.2 Analyse sensorielle 16

I.2.2.1. Jury d'analyses sensorielles 17

II. Analyses physico- chimiques 18

Sommaire

| | |
|---|----|
| II.1. Mesure du pH | 18 |
| II.2. Teneur en eau(Humidité) | 18 |
| II.3. Conductivité électrique | 19 |
| II.4. Acidité libre | 19 |
| II.5. Degré de Brix | 19 |
| II.6. Indice de réfraction | 20 |
| II.7. Hydroxyméthyl furfural (HMF) | 20 |
| II.8. Taux de Cendres | 21 |
| II.9. Nombre de diastase..... | 21 |
| II.10. Densité et viscosité | 21 |
| II.11. Proline..... | 22 |
| II.12. Dosage des Sucres | 22 |
| III. Méthodes complémentaires | 22 |
| III.1. Composés azotés..... | 22 |
| III.1.1. Protéines | 23 |
| III.2. Composés phénoliques..... | 23 |
| III.3. Composés volatiles | 23 |
| III.4. Sucres détectés par HPLC..... | 24 |
| III.5. Métaux lourd | 24 |
| Etude expérimentale | |
| Chapitre III: Matériels et méthodes | 25 |
| I. Echantillon du miel..... | 25 |
| II. Analyses effectué | 26 |
| III. Caractérisation physico-chimique..... | 27 |
| III.1. Mesure du pH..... | 27 |
| III.2. Acidité libre | 27 |
| III.3. Détermination de la teneur en eau et le degré de brix..... | 28 |
| III.3.1. Teneur en eau | 28 |
| III.3.2. Degré de brix..... | 28 |
| III. 4. Teneur en cendre..... | 28 |
| III. 5. Conductivité électrique..... | 29 |
| III. 5. Couleur..... | 30 |
| IV. Dosage biochimique | 30 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| IV.1. Détermination de l'hydroxy-Méthyl-Furfural (HFM) | 30 |
| IV.2. Dosage des protéines totaux | 32 |
| IV.3. Dosage de la proline | 32 |
| V. Analyse sensorielle..... | 33 |
| VI. Analyse statistique | 35 |
| Chapitre IV: Résultats et discussion..... | 36 |
| I. Caractérisation physico-chimique..... | 36 |
| I.1. pH | 36 |
| I.2. Acidité libre | 38 |
| I.3. Teneur en eau | 39 |
| I.4. Brix | 40 |
| I.5. Conductivité électrique | 42 |
| I.6. Teneur en cendre..... | 43 |
| I.7. Couleur..... | 44 |
| II. Dosage biochimique | 46 |
| II.1. HMF | 46 |
| II.1. Protéines | 47 |
| II.2. Proline..... | 48 |
| III. Corrélation entre les paramètres étudiés | 49 |
| III.1. Projections des variables et individus sur le plan factoriel (1 * 2). | 50 |
| III.2. Projections des variables et individus sur le plan factoriel (3 * 1) | 50 |
| III.3. Projections des variables et individus sur le plan factoriel (3 * 2)..... | 51 |
| IV. Analyse sensorielle | 52 |
| IV.1. Avis des apiculteurs..... | 52 |
| IV.2. Caractérisation des miels..... | 53 |
| IV.2.1. Couleur | 53 |
| IV.2.2. Aspect..... | 55 |
| IV.2.3. Odeur | 56 |
| IV.2.4. Gout et arôme | 57 |
| IV.3. Origine végétale..... | 61 |
| V. Conclusion et perspective | 62 |

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

Le miel est un produit précieux offert par la nature, il est connu et utilisé par l'homme depuis les temps passés. Il est élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar des fleurs aussi bien que du miellat. Cette substance présente l'une des denrées alimentaire les plus appréciées, grâce à ces propriétés nutritionnelles, thérapeutique et organoleptiques.

L'Algérie possède des capacités mellifères très abondantes et variées, et un climat favorable pour toute exploitation apicole. L'apiculture joue un rôle important dans le nord du pays. Il existe une apiculture migratoire pour la production de miel, mais les abeilles généralement ne sont pas transportées pour la pollinisation.

En Algérie La production apicole annuelle de miel est de l'ordre 30.000 tonnes (**Badreau, 2016**) et La production mondiale annuelle est de l'ordre 1.1 million de tonnes. La chine est le premier pays producteur de miels (217 000 tonnes). Vienne les Eta-Unis (87 000 tonnes), le Mexique (56 000 tonnes) et la Russie (48 000 tonnes) (**Ghout, 2011**).

Le miel monofloral est le couronnement de la sélection de la récolte et de sa pureté. Il excite les papilles gustatives, réjouit les yeux et crée une relation avec la plante et la région de la récolte. Les miels monofloraux développent des propriétés organoleptiques, microscopiques et physico-chimiques typiques, découlant des caractéristiques spécifiques des fleurs ou plantes correspondantes. Dans des pays tels que la France ou l'Italie, jusqu'au 50 % des miels offerts sur le marché sont monofloraux. Le consommateur a ainsi le choix entre une large gamme de parfums et de goûts sous les formes et les couleurs les plus diverses. Les miels monofloraux sont vendus à des prix supérieurs à ceux des miels de mélange.

Différentes qualités de miel monofloral sont produites en Algérie. Les abeilles butinent les fleurs et donnent la propriété du miel. Ainsi les spécialistes en dénombrent dans notre pays pas moins de dix sortes différentes. Il s'agit de miel d'oranger, d'eucalyptus, de la carotte sauvage, du romarin, de lavande, de jujubier, de loubaina, de mirtre et de l'arbousier.

Le miel monoloral est sujet à des tentatives de fraude comme beaucoup d'autres produits alimentaires. L'établissement des normes d'identification et d'appréciation des miels ; s'avère une obligation, ceci se fait par une série d'analyse dont l'analyses sensorielles fait partie.

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et leur sens de vue, de l'odorat, du gout, du toucher, et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques et l'acceptabilité de produits alimentaires ; ainsi que de nombreux autre produits. Aucun instrument ne peut reproduire ou remplacer la réaction humaine, ce qui fait que l'élément « évaluation sensorielle » de toute étude alimentaire est essentiel. C'est dans cet

Introduction

objectif, que notre travail se base essentiellement sur les analyses physicochimiques, dosage biochimique et sensorielles. Celles –ci nous permettent de vérifier la conformité qualitative aux normes international des échantillons de miel monofloraux et de s'approcher à une identification préliminaire de leur origine botanique selon les noms commerciaux attribué par les apicultures.

Pour cela trois parties seront développées dans la présente étude :

- La première est une partie théorique qui vise à présenter les généralités de miel et son intérêt ainsi que les différentes analyses et méthodes qui peuvent être effectuer sur le miel afin de déterminer les fraudes et son authenticité ;
- La deuxième partie est consacrée sur la présentation du matériels d'étude et les méthodes analytiques utilisées pour les analyses physico-chimique, les dosages biochimiques et l'analyse sensorielle ;
- La troisième partie présentera les résultats obtenus et leurs discussions.

Synthèse bibliographique

De nombreuses espèces d'abeille à l'échelle mondiale sont productrices du miel: *Apis florea*, *Apis dorsata*, *Apis cerana* et *Apis mellifera*, (l'abeille européenne), répandue par l'homme dans le monde entier (**Schmidt, 2013**). Cette dernière avec sa production la plus importante est la source du miel en Algérie et l'Afrique du nord en général. Le miel, ce cadeau de la nature issue du mariage du monde animal avec le monde végétal, est connu et utilisé par l'homme depuis la plus haute antiquité, Ce produit noble de la ruche a une importance économique dans le monde entier et représente l'une des denrées alimentaires les plus appréciées par l'homme, ceci grâce à ses propriétés nutritives et thérapeutiques.

I. Définition du miel

Le miel est un liquide visqueux remarquable, produit surtout par les abeilles d'espèce *Apis Mellifère* à partir du nectar ou à partir du miellat laissé sur les parties vivantes de plantes par les insectes butineurs, et que les abeilles récoltent, transforment en les assemblent avec leurs sécrétions de substances spécifiques, déposent, déshydratent, stockent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche ou combinant avec des matières propres, conservent et laissent mûrir. Cette aliment peut être épaisse, fluide ou cristallisée (**Codex Alimentarius, 2001**).

Le miel a une composition complexe composée d'une concentration élevée de sucres combinés avec des minéraux, des acides aminés libres, des enzymes, des vitamines, des composés phénoliques et de nombreux composés volatils (**Da Silva et al.,2016**).

II. Origine et formation de miel

La connaissance de l'histoire de la fabrication du miel depuis le butinage jusqu'au conditionnement par l'apiculteur est un préalable indispensable si nous voulons caractériser le produit et expliciter notamment les notions de miel de nectar et de miel de miellat (**Yin Yang, 2014**).

II.1. Origine du miel

En fonction de l'origine de la matière première végétale, les miels peuvent être classés en deux catégories : les miels de fleurs ou miels de nectar et les miels de miellat : (**Décret n°2003-587, 2003**).

II.1.1. Miel du nectar

Le nectar est un liquide sucré plus ou moins visqueux (Marchenay *et al.*, 2007), qui est en générale la source principale des butineuses pour la fabrication du miel. Il est Produit par les plantes nectarifères, au niveau de tissus glandulaires spécialisés appelés Nectaires, elles produisent le nectar à partir de la sève brute ou élaborée afin d'attirer les insectes pollinisateurs destinés à provoquer la fécondation de la fleur (Bruneau, 2011 ; Gharbi, 2011).

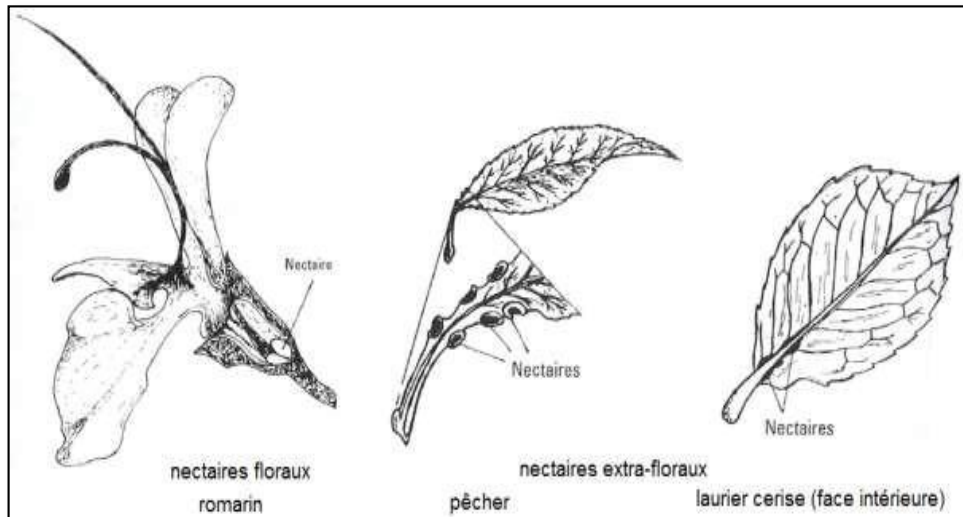


Figure 1 : Exemples de nectaires (Gharbi, 2011).

En fonction de sa teneur en eau, le nectar contient environ 90% de sucres, les plus courants étant le saccharose, le glucose et le fructose. Il contient également des acides organiques (acides fumarique, succinique, malique, oxalique, etc.), des protéines, notamment des enzymes, des acides aminés libres (Acides glutamique et aspartique, méthionine, sérine, tyrosine, etc.), et des composés inorganiques (comme les phosphates). On peut également retrouver dans certains nectars des composés huileux, des alcaloïdes ou des substances bactéricides (Pham-Délègue, 1999 ; Marchenay *et al.*, 2007).

Le miel de fleur est caractérisé par une valeur moyenne des sucres totaux supérieurs à celle des miels de miellat (Terrab *et al.*, 2003 ; Conti *et al.*, 2007; Bentabol-Manzanares *et al.*, 2011). Contenant de plus grandes quantités de glucose et de saccharose (Ni *et al.*, 2016). Les miels de fleurs sont lévogyres. Ceci est une conséquence de la prépondérance normale du miel de fleur de fructose, qui a une rotation spécifique négative par rapport à celle du glucose (Garcia-Alvarez *et al.*, 2002).

C'est dans cette catégorie, nous distinguons les miels mono-floraux et les miels multi-floraux. Les premiers sont essentiellement produits à partir du nectar d'une seule espèce

végétale alors que les seconds appelés aussi « miels toutes fleurs » sont élaborés à partir de plusieurs espèces mellifères (Persano et al., 2004).

II.1.2. Miel du miellat

Le miellat est un liquide sucré produit par plusieurs espèces d'insectes parasites vivant sur la plante, tels que des pucerons, des cochenilles ou de cicadelles par exemple (Bruneau, 2004). Ces insectes piquent le végétal, pour prélever l'élément azoté de la sève, et rejettent des gouttelettes sucrées qui se fixent sur les feuilles (Clément, 2002). Il est constitué d'azote, de minéraux, d'acide organiques, de glucose et de fructose ainsi que d'autres sucres tels que la mélézitose, le raffinose et L'iso maltose (Bogdanov, 2004).

Les miels de miellat sont caractérisés généralement par une forte saveur, une couleur très foncée et une cristallisation très lente (Bonté et Desmoulière, 2013). Son goût est agréable, il est très riche en sels minéraux, contrairement aux nectars, les miellats contiennent beaucoup d'éléments indigestes pour l'abeille y compris certains sucres polyholosides (Schweitzer, 2004).

Le miellat est récolté par les abeilles en complément ou en remplacement du nectar afin de produire un miel plutôt sombre, moins humide que le miel de nectar (Pham-Délégue, 1999 ; Clément, 2002).

Ce type de miel n'est pas aussi sucré que le miel de fleur (Castro-Vazquez et al., 2006). Les propriétés antioxydantes et antibactériennes du miel de miellat sont supérieures à celles de la plupart des miels de fleurs (Prodoliet et Hischenhuber, 1998). En outre, le miel de miellat contient beaucoup plus d'oligosaccharides (Doner, 1977 ; Prodoliet et al., 1998), des valeurs plus élevées de CE, de pH, d'acidité et de cendre que le miel de fleur (Thrasyvoulou et al., 1995 ; Golob et al., 1999 ; Terrab et al., 2003 ; Diez et al., 2004 ; Soria et al., 2004, 2005 ; Vela et al., 2007 ; Bentabol et al., 2011). Des exceptions sont toujours notées.

II.2. Formation du miel

Chaque jour, l'abeille butineuse quitte sa ruche à la recherche du nectar et/ou du miellat, elle s'arrête sur 500 à 1100 fleurs par jour pour produire 10 g de miel (Koudama, 1985). L'élaboration du miel commence dans le jabot de l'abeille butineuse qui ajoute de la salive au nectar ou au miellat qu'elles recueillent, ce qui le rend fluide et surtout l'enrichit-en enzymes, catalyseurs biochimique à l'origine de la transformation des sucres dans le miel.

Elle remplit leurs jabots puis transporte le miellat ou nectar jusqu'à leurs ruches. Là, elles distribuent aux ouvrières d'intérieur. Miellat et nectar passent à plusieurs reprises d'une abeille (phénomène de trophallaxie) à une autre en subissant chaque fois une addition de salive qui transforme les sucres (Alvarez, 2010).

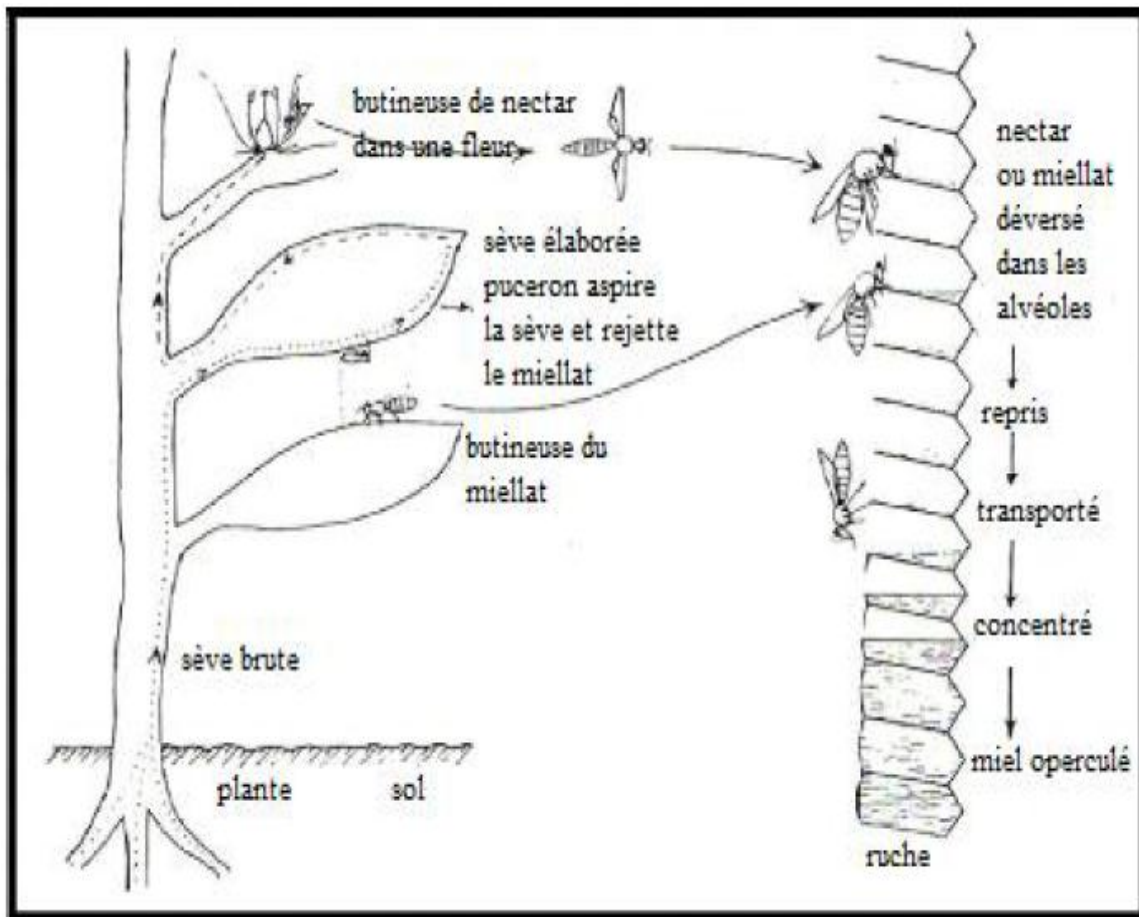
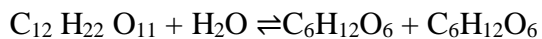


Figure 2 : origine et formation du miel (Prost, 2005).

Lors de ses échanges, la teneur en eau s'abaisse et le liquide s'enrichit de suc gastriques et de substances salivaires : invertase, diastase et glucose-oxydase. Simultanément, d'autres sucres sont synthétisés, qui n'existaient pas au départ comme l'arlose et la raffinose.

Les enzymes apportées par la salive (en particulier l'invertase) hydrolysent le saccharose en glucose et fructose (Popa, 1962) selon la réaction suivante :



La solution sucrée transformée, qui contient 50% d'eau d'environ, va subir une nouvelle concentration par évaporation, qui se fait sous la double influence : D'abord de la chaleur régnant dans la ruche qui d'environ 36 degrés, Ensuite de la ventilation par le travail des ventileuses qui entretient un puissant courant d'air ascendant par un mouvement très rapide de leurs ailes (Gonnet, 1982 ; Lobreau-callen et al., 1999).

Quand la teneur en eau du miel est inférieure à 19%, le miel est mur et il sera operculé par une couche de cire (Huchet, 1996).



Figure 3: cadre de miel operculé (Lequet, 2010).

III. Transhumance et miel monofloral

Pour qu'un miel soit considéré comme monofloral, il doit être composé entre 50 à 80 % d'une même espèce végétale. Afin d'obtenir ce résultat, les ruches doivent être placées près de l'espèce végétale considérée (Élodie Cavalier, 2013).

III.1. Transhumance (l'apiculture pastorale)

C'est le déplacement des ruches sur des courtes ou de longues distances (500 km) mais toujours à plus de trois kilomètres au moins de l'emplacement initial pour bénéficier de miellées plus généreuses. Le voyage s'effectue tard le soir, à la tombée de la nuit ou avant le lever du soleil, afin que toute la colonie soit rentrée dans la ruche avant de réaliser le déplacement. Le transport des ruches présente de nombreux impératifs car les abeilles sont sensibles à la chaleur, à la lumière et aux conditions d'aération. Il faut absolument être arrivé à destination au petit matin, sinon la chaleur et l'excitation qui règnent dans les ruches risquent de provoquer l'asphyxie des colonies (Pham-Délègue, 1999 ; Bérard Marchenay, 2007).



Figure 4: Ruches dans une zone de rhododendrons (Bogdanov et al., 2005).

III.2. Miel mono floral

Un miel mono floral est un miel récolté par les abeilles sur une espèce végétale unique de tels miels sont exceptionnels, car il est rare que l'abeille ne butine qu'une seule espèce mellifères (**Chabri, 2011**). Pour inciter les abeilles à confectionner ce type de miel, il suffit d'installer les ruches à proximité directe des plantes recherchées : les butineuses iront alors naturellement vers la source la plus proche et la plus abondante (**Fournier, 2009**).

Le miel mono floral peut contenir du nectar de diverses autres fleurs, mais le nectar des principales sources est dominant (**CBI Market Intelligence, 2015**).

La production du miel mono floral n'est possible que dans les conditions suivantes: (**CBI Market Intelligence, 2015**).

- L'origine du nectar cible doit être dominante dans la zone.
- Les abeilles doivent avoir peu d'alternatives à la collecte de nectar.
- Les apiculteurs doivent préparer les ruches et les colonies pour la collecte de ce nectar

y compris l'enlèvement de tout autre miel afin d'éviter la «contamination» par d'autres nectars.

On peut ainsi citer plusieurs exemples de miels mono floraux :

- **Les miels de colza et de tournesol** : qui représentent près de la moitié de la production française globale.
- **Les grands crus (miel non chauffé fabriqué en grand quantité)** : miels de lavande, d'acacia, de romarin, de tilleul, de châtaignier, ou de pissenlit, ils sont fabriqués en quantité non négligeable et sont très appréciés pour leur goût.
- **Les crus rares (miel non chauffé fabriqué en petite quantité)**: miels de framboisier, de serpolet ou de rhododendron, ils ont une production plutôt limitée puisqu'ils sont généralement récoltés dans des zones restreintes (**Clément, 2011**).

IV. Intérêt des miels mono floraux

L'origine botanique du miel est l'un des paramètres les plus importants de la qualité du miel (**Tucak et al. 1998, 2000, 2004**). La qualité et les prix du miel sont déterminés par ses origines florales et géographiques, et les consommateurs se concentrent davantage sur le miel d'étiquettes d'origine spécifique (**Mehryar et al., 2011 ; Zhou et al., 2014**).

IV.1. Intérêt économique

A l'heure actuelle, la science et le commerce s'intéressent à l'étude des miels monofloraux qui présente l'avantage de concurrencer les miels polyfloraux à bas prix (**Escriche et al., 2014**).

Le miel monofloral est de plus en plus populaire au Royaume-Uni, où les consommateurs apprécient les miels d'origine unique tels que le miel d'Acacia. D'autres variétés, telles que les miels de manuka et de sarrasin, sont également très populaires et offrent de grandes possibilités pour les exportations des pays en développement. Le miel de Manuka est très apprécié pour ses propriétés antibactériennes et anti-inflammatoire, comme l'ont prouvé les recherches scientifiques. La demande de miels monofloraux dépasse de loin l'offre. Par conséquent, les prix des miels monofloraux se traduisent par des primes importantes pouvant aller jusqu'à 100% et plus, la volonté des consommateurs de payer les primes au prix fort dépend largement du goût, de l'aspect et de leurs connaissances de la source florale (**CBI Market Intelligence, 2015**).

En Algérie, la production en miel est très faible en comparaison à celle des pays voisins (**Bourkache et al., 2014**). Elle est de l'ordre de 30.000 tonnes par ans (**Badreu, 2016**) ce qui est très faible par rapport aux potentialités mellifères qu'offre notre pays (**Oudjet, 2012**).

Par ailleurs, la production est limitée généralement à des miels monofloraux, recherchés par le large public et connus par l'élévation de leurs prix en fonction de leurs appellations (origine botanique) et présentent donc une valeur commerciale différente. Ceci a eu pour conséquence, le découragement de sa consommation par la majorité des gens à revenu modeste (**Itelv, 2004**).

L'apiculture est pré-dominante dans les régions suivantes (**Oudjet, 2012**):

- Zone du littoral : les principaux miels sont agrumes et eucalyptus.
- Montagnes : les principaux miels sont lavande, carotte sauvage et bruyère.
- Hauts plateaux : miel de Romarin.
- Sublittoral : miel Sainfoin.
- Maquis et forêt : miel toutes fleurs et miellat.

IV.2. Intérêt nutritionnelle et thérapeutique

Le miel est considéré comme une partie importante de la médecine traditionnelle (**Bogdanov et al., 2008**), plusieurs vertus sont attribuées au miel grâce à leur propriétés thérapeutique et antimicrobienne, cicatrisantes et antioxydants, qui sont utiles pour le traitement

des brûlures, des blessures, des troubles gastro-intestinaux, des ulcères et autres (**Lobreau-Callen et al., 2000 ; Al-Mamary et al., 2002**).

Le miel est utilisé comme source naturelle d'antioxydants (**Meda et al., 2005**) qui contribue à la prévention de plusieurs troubles aigus et chroniques tels que le diabète (**Erejuwa et al., 2010**), les différents processus d'inflammations, les maladies cardiovasculaires et le cancer. Parmi les composés responsables de l'activité antioxydante du miel sont les flavonoïdes, les acides phénolique, l'acide ascorbique, la catalase, la peroxydase et les caroténoïdes (**Bertoncelj et al., 2007**).

Le miel peut inhiber la croissance d'un large spectre de bactéries, champignons, protozoaires et virus sans que ces derniers ne puissent développer de résistance (**Delphine, 2010**). Et cela du fait de son osmolarité conséquente et de sa forte teneur en sucre crée un appauvrissement de l'eau disponible pour les bactéries mettant en péril leur vie. Par sa viscosité, le miel forme une barrière protectrice sur les plaies qui prévient ainsi la formation du biofilm (agrégat complexe de nombreuses espèces bactériennes). Par son acidité il permet l'inhibition de nombreux pathogènes (**Lavoine, 2012**).

Les composés du miel limitent aussi la prolifération des cellules cancéreuses mais également, leur propagation par voie sanguine ou lymphatique. Également prouvé, le miel lutte efficacement contre le cancer de la vessie (**Anso, 2012**).

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

Il est donc conseillé, autant que possible, de remplacer dans l'alimentation le sucre par du miel car il a non seulement de bonnes propriétés nutritives, mais surtout de bonnes propriétés Thérapeutiques (**Lequet, 2010**).

Chaque sorte de miel possède les vertus thérapeutiques spécifiques de sa fleur d'origine (**Desmouliere et al., 2013**).

IV.3. Intérêt organoleptique

Le terme organoleptique représente toutes les descriptions des caractéristiques physiques en général du miel, telles qu'elles sont perçues par nos sens : goût, texture, odeur et couleur (**Xavier, 2018**).

IV.3.1. Couleur

La couleur du miel est l'un des facteurs qui détermine son prix sur le marché mondial et son acceptabilité par le consommateur (**Lynn et al., 1936**). Les miels ont des multiples couleurs qui sont déterminées par les espèces des fleurs butinées. Les tournesols, par exemple, donne un miel jaune d'or ; le trèfle donne un miel sucré et blanc. Le miel foncé a généralement un goût plus prononcé et sa teneur en sels minéraux est élevée ; le miel clair a une saveur plus délicate (**Bradbear, 2005**).

Les pigments responsables de la coloration des miels sont principalement les caroténoïdes et les flavonoïdes (**Irina et al., 2010**). La quantité et le type de flavonoïdes varient selon la source florale et la couleur des miels dépend de son origine botanique (**Moniruzzaman et al., 2013**).

IV.3.2. Odeur

L'odeur du miel est variable et dépend des fleurs (**Blanc, 2010**). En général, le miel a une odeur très appréciée par les consommateurs à l'exception de quelques-uns qui dégagent une odeur peu appréciable (miel amer ou naturellement acide). La plante mellifère dominante confère au miel une odeur qui lui est spécifique. En principe, cette odeur permettrait de reconnaître l'origine botanique du miel (**Mahouachi, 2008**).

IV.3.3. Texture

La texture est largement tributaire de la provenance du nectar, elle influence l'expérience gustative qui suivra et représente un trait caractéristique du miel. Celui-ci peut-être liquide, crémeux, visqueux ou même granuleux (**françois, 2017**).

Les consommateurs souhaitent souvent avoir un miel crémeux. Il est possible de diriger la cristallisation afin d'obtenir une texture crémeuse. La méthode utilisée le plus fréquemment s'appelle l'ensemencement ; il s'agit de travailler avec un mélangeur un miel à grains fins cristallisés jusqu'à l'obtention de la texture recherchée (**Clémence, 2005**).

IV.3.4. Gout et Arôme

Le goût et l'arôme varient et dépendent de l'origine végétale, mais le miel ne doit pas présenter de goût étranger ou d'odeur étrangère (fumée, etc.) ni avoir commencé à fermenter (**Lequet, 2010**). En générale le miel mono floral a une valeur plus que le miel mélangé car il offre un choix de caractéristique de goût et de qualité distinctes (**Mehryar, 2011 ; Zhoo, 2014**)

Chaque miel uni floral à un arôme distinct en raison de composés volatils spécifiques pouvant être dérivés du nectar floral, sa qualité organoleptique dépend principalement de la source florale d'origine (**Kaskoniene et al., 2010**).

Les différences de propriétés sensorielles du miel uni floral permettent d'établir une relation entre les principales espèces présentes dans les miels et un ou plusieurs composés responsables de l'arôme du miel et d'autres composés volatils identifiés par analyse chimique (**Piasenzotto et al., 2003 ; Bogdanov et al., 2003, 2004 ; Manyi-Loh et al., 2011**).

Les miels monofloraux développent des propriétés organoleptiques, microscopiques et physico-chimiques typiques, découlant des caractéristiques spécifiques des fleurs ou plantes correspondantes (**Bogdanov et al., 2005**).

I. Normes général du miel

Les critères de qualité du miel sont spécifiés dans une directive européenne EEC (1974) et dans la norme du (**Codex Alimentarius, 1994**). Les auteurs de cette revue sont membres de la IHC, créée en 1990 pour réviser les méthodes et les normes applicables au miel. La commission a rassemblé les méthodes d'analyse actuellement utilisées dans le contrôle de routine du miel et effectué des essais en collaboration avec la commission du miel du SFM (**Swiss Food Manual, 1995**).

I.1. Qualité du miel

I.1.1. Définition de la qualité

Le terme « qualité », sa définition a été précisée au niveau de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO). Selon cette dernière, la qualité est « *l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences* » (*in ISO 9000*) (**Ismael, 2014**).

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 de polluants divers, antibiotiques, pesticides, métaux lourds ou autres produits de notre civilisation industrielle (**Schweitzer, 2004**).

I.1. 2. Qualité de base

Un miel doit être authentique élaboré par les abeilles à partir du nectar ou du miellat, sans aucune addition ni élimination, qui ne risque pas d'affecter le consommateur c'est à dire absence de risques microbiologiques et des substances naturellement toxiques: *Rhododendron ponticum* et *Alcaloïdes pyrrolizidiniques*. Absence de contamination chimique de l'environnement, la ruche et les phases d'extraction (**Lucia, 2016**).

Des soustractions indésirables par exemple: Si on surchauffe le miel ou on le conserve trop longtemps à températures élevés, il perd ses particularités, Le parfum des fleurs et les substances fragiles avec activité biologique (**Lucia et Piana, 2016**).

Pour la Directive Européenne le miel est trop dégradé quand son index de diastase est inférieur à 8. Sa teneur en HMF est majeure de 40 mg/kg. Un miel hors de ces valeurs n'est pas dangereux pour la santé; Mais il a perdu sa spécificité. Les changements se produisent à vitesse différente la température de conservation la composition l'exposition à la lumière (**Lucia et al., 2016**).

L'IHC a créé une nouvelle norme mondiale pour le miel, elle est au cours de rectification et à jours avec toute analyse essentielle (**International Honey Commission, 2009**).

Toutes les méthodes modernes d'analyse de routine du miel ont été testées en collaboration et compilées en tant que "méthodes harmonisées de la Commission européenne du miel", publiées dans Apidologie, numéro supplémentaire, pages 1-59, 1997. Sur cette base, la norme du Codex Alimentarius et la directive de l'UE sur le miel ont été révisées (**Livia-Persano, 2004**).

I.2. Méthodes basales

En raison du coût du miel et de sa progressive raréfaction, il est légitime d'en effectuer des analyses afin de détecter d'éventuelles fraudes (**Justine et al., 2014**).

I.2.1. Analyses méliissopalynologiques (polliniques)

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

Le pollen provient de l'élément fécondant mâle des fleurs produit par les étamines (**Dany, 1983**). C'est un gamétophyte, contenu dans l'anthère de la plante à l'extrémité des étamines (**Nicolson et al., 2011**). Ce sont des grains microscopiques que l'abeille va récolter en se frottant sur les fleurs, leurs formes sont différentes suivant les espèces végétales (**Cherbuliez, 2001**).

La méliissopalynologie est une science qui consiste à une détermination microscopique quantitative et qualitative du pollen présent dans le miel, qui aide à déterminer l'origine florale

ou botanique, essentielle à la standardisation du miel et à son origine géographique (**Oliveira et al., 2006 ; Van Den Berg et al., 2010**) ce qui est d'un grand intérêt dans la détermination des appellations et la détection des fraudes concernant l'étiquetage des produits (**Clément, 2002**).

L'analyse du pollen aide également à déterminer si le miel a été contaminé par le pollen toxique ou frelaté (**Bryant et al., 1990**). Cependant, la méliissopalynologie prend du temps, coûte cher et est fortement influencée par la capacité subjective de l'analyste à interpréter les données (**Baroni et al., 2006 ; Stanimirova et al., 2010**). De plus, la quantité de pollen trouvée dans le miel n'est pas toujours directement corrélée à l'apport en nectar d'une espèce, car par exemple, lorsque les miels sont dérivés de plantes stériles, l'analyse du pollen est absolument inutile (**Guyot et al., 1999**). Le miel d'une seule espèce végétale est souvent plus précieux que le miel provenance de multiples espèces (**Nair, 2014**).

La méliissopalynologie est la technique traditionnelle présente des limites d'application pour la détermination de l'origine botanique des miels (**Molan, 1998**).

Par conséquent, des études sur le miel et la recherche de méthodes de caractérisation plus rapides, qui conviendraient à des analyses de routine, impliquant notamment de nombreux échantillons sur une courte période de travail, sont maintenant effectuées à l'aide de nouvelles techniques instrumentales, telles que l'HPLC (**Andrade et al., 1997**), GC-MS (**Alissandrakis et al., 2007 ; Aliferis et al., 2010**).

I.2.2. Analyse sensorielle

Les paramètres analytiques physico-chimiques ne suffisent pas à cerner les caractéristiques organoleptiques d'un produit. L'analyse sensorielle est la troisième composante de l'évaluation de la qualité du miel (**Piana et al., 2004**).

L'analyse sensorielle ou métrologie sensorielle représente l'ensemble des méthodes, des outils et des instruments qui permettent d'évaluer les qualités organoleptiques d'un produit, c'est-à-dire les caractéristiques faisant intervenir les organes des sens de l'être humain : le goût, l'odorat, la vue, le toucher et l'ouïe (**Jean-François, 2003**).

Dans l'analyse sensorielle quatre sens sont utilisés lors de la dégustation :

1. Cristallisation: La cristallisation du miel est un processus naturel, sa vitesse dépend surtout de la teneur en glucose du miel. Les miels dont la teneur en glucose est < 28 g/100 g ou dont le rapport glucose/eau est $< 1,7$ restent plus longtemps liquides. (**Bogdanov et al., 2003**).

2. Odorat: Dans les différents miels, les odeurs varient considérablement mais s'évaporent très rapidement. Elles sont végétales, florales ou fruitées, puissantes ou non, fines, lourdes, vulgaires. Une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut (**Mokeddem, 1997**).

3. Goût: Il s'agit des arômes, de la saveur (acide, sucrée, salée, amère) et de la flaveur par voie rétro nasale. Ils sont végétaux, floraux, empyreumatiques, fins, puissants ou persistants et exogènes. L'arrière-goût peut être amer ou acide et laisser en fin de bouche de tanin, de rance, de fumée... (**Mokeddem, 1997**).

4. Saveur: concernant la sensation sucrée, elle est différente selon le type de sucre. Tous les sucres présentent une perception différente, il est possible de classer ainsi les sucres du plus faiblement perçu au plus fort (**Site 1**).

I.2.2.1. Jury d'analyses sensorielles

Le jury d'analyse sensorielle constitue un réel « appareil de mesure » et par suite, de ses membres dépendront les résultats des analyses sensorielles réalisées. Les évaluations sensorielles peuvent être réalisées par trois différents types de personnes :

- les sujets naïfs : la personne qui ne répond pas à aucun critère particulier (**ISO 8586-2, 1994**).

- les sujets qualifiés : le sujet choisi pour sa capacité à effectuer un essai sensoriel (**ISO 8586-2, 1994**).

- les experts: la personne qui, par ses connaissances et son expérience, a la compétence requise pour fournir un avis dans les domaines sur lesquels il est consulté (**ISO 8586-2, 1994**).

Règles générales de la dégustation de miel selon **Lucia et al. (2008)**:

- Les dégustateurs de miel ne doivent ni fumer, ni manger, ni boire autre chose que de l'eau 30 minutes avant la dégustation.
- Ne pas utiliser de dentifrices aromatisés, de cosmétiques qui puissent influencer le caractère neutre du local de dégustation.
- Le nombre d'échantillons à analyser par séance de dégustation doit être limité (maximum 7). Faire des pauses de 30 minutes entre les séances.
- Effectuer les dégustations 2 heures après les repas principaux. Les meilleurs résultats sont obtenus en milieu de matinée et d'après-midi. Pour acquérir la faculté de différencier sensoriellement les miels monofloraux des miels de mélange, il faut un entraînement régulier. Il faudrait connaître divers miels monofloraux de la même variété, afin de mémoriser le spectre normal d'un miel monofloral. L'entraînement est confié de préférence à un responsable de jury formé (**Lucia et al., 2008**).

II. Analyses physico- chimiques

L'évaluation des propriétés physico-chimiques du miel est importante car elle garantit sa qualité et son authenticité (**Amri, 2007**).

Les principaux paramètres de miel sont l'humidité, la teneur en cendres, la conductivité électrique, le pH et l'acidité libre, la densité et viscosité, la teneur en HMF, l'activité de l'amylase également appelé indice diastasique, degré de brix et l'indice de réfraction (**Bogdanov et al., 1997**).

II.1. Mesure du pH

Le pH ou potentiel d'hydrogéné ou indice de Sorensen est défini comme le cologarithme de concentration en ions H dans une solution, pour le miel est un indice de la « réactivité acide » du produit (**Vanhanen et al., 2011; Louveaux, 1985**). Le pH est mesuré directement sur une solution aqueuse de l'échantillon de miel à l'aide d'un pH-mètre (**AOAC, 2012**). Sa valeur varie en général entre 3,5 et 5,5 (**Bogdanov et al., 2004**) avec quelques exceptions toujours. Selon **Schweitzer, (2005)**, les miels de nectar sont plus acides, leur pH compris entre 3,5 et 4,5. Les

miels de miellats, moins acides, ont un pH supérieur à 4,5 (**Juszczak et al., 2009; Ajlouni et al., 2010 ; Leon-Ruiz et al., 2011; Sant'Ana et al., 2012**).

II.2. Humidité

La teneur en eau est très importante pour la durée de conservation du miel pendant le stockage (**Bogdanov et al., 1997**), et ça dépend de leur origine florale, de la saison, de l'intensité de miellée, la force de colonies d'abeilles et de la technique de récolte (**Louveaux, 1985**). Les fortes teneurs en eau proviendraient d'une récolte trop précoce (**Tchoumboue et al., 2001**) ou sont seulement dues à l'hygroscopicité du miel. En excès, l'humidité est souvent responsable de la fermentation du produit et provoque donc un goût désagréable d'alcool de prune (**Cereser, 2010**). Lorsque les abeilles opercules le miel au niveau des alvéoles, la teneur en eau de celui-ci est de l'ordre de 17 % à 18%. L'humidité dans le miel a été déterminée avec un réfractomètre à 20 ° C et en obtenant le pourcentage (**Chataway, 1935**).

II.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique représente la capacité d'un corps à permettre le passage du courant électrique. Elle dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel; plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée (**Bogdanov, 2011**). Elle montre une grande variabilité liée à l'origine florale, et considéré comme l'un des meilleurs paramètres pour la différenciation entre les miels de différents origines florales (**Terrab et Heredia, 2004; Terrab et al. 2004**), et aussi permet de distinguer entre les miels des miellats et les miels des fleurs, d'après **Downey et al., (2005)**. D'autre part la conductibilité électrique d'un miel est en rapport avec sa couleur, selon **Gonnet, (1984) ; Kašonienė et al., (2010) ; Louvaux, (1980)**, les miels foncés conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs.

II.4. Acidité libre

L'acidité du miel est due à la présence d'acides organiques, en particulier de l'acide gluconique, en équilibre avec leurs lactones ou leurs esters et d'ions inorganiques tels que les phosphates et les chlorures (**Al-Khalifa et Al-Arif, 1999**). Certains de ces acides proviennent du nectar et d'autres de miellat, mais leur origine principale est recherchée du côté des sécrétions salivaires de l'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentatifs (**Bogdanov et al.,**

2004). L'acidité libre c'est un paramètre légal et indice de fermentation de miel qui est un critère important de la qualité. La valeur moyenne de l'acidité autorisée proposée par le (**Codex Alimentarius, 2001**) ne dépassait pas 50 milliéquivalent d'acide / kg. L'acidité libre de solutions aqueuses à 20% est mesurée en neutralisant les composants acides du miel avec une solution standard d'hydroxyde de sodium (**AOAC, 1995**).

II.5. Degré de Brix

Au 19ème siècle, le scientifique allemand Adolf F. Brix (1798-1870) a mis au point une échelle hydrométrique permettant de mesurer directement le pourcentage de sucre et d'autres solides dissous dans des solutions. Dans de nombreux cas, on suppose que tout le soluté dissous soit du sucre (**McGee, 2004**). La Lecture est faite par un réfractomètre, sur l'échelle qui indique le degré de BRIX qui se trouve en parallèle avec l'échelle de l'indice de réfraction. Toutes les mesures effectuées à la température ambiante et les lectures ont été corrigées pour une température standard de 20 °C (**AOAC, 1990**).

II.6. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction du miel c'est le résultat de chacun de ses constituants. La plupart des miels ont un indice de réfraction compris entre 1,47 et 1,50 pour une teneur en eau d 13 à 18 % (**Dailly, 2010**).

II.7. HMF (hydroxy méthyl-furfural)

C'est un excellent indicateur de la qualité; Cette molécule apparaît au cours du processus de vieillissement naturel du miel. Ce processus est accéléré si les miels sont chauffés ou s'ils sont très acides. L'analyse de la quantité d'HMF est donc une excellente méthode pour apprécier la qualité d'un miel (**Deschamps, 1998**). Se forme dans le miel par déshydratation de l'hexose et réaction de Maillard (**Tosi et al., 2002**). Le miel frais contient de faibles quantités de HMF (**Sancho et al., 1992 ; Tosi et al., 2002**). Par conséquent, le HMF est utilisé comme indicateur de la fraîcheur et du degré de traitement thermique appliqué lors du traitement du miel (**Fallico et al., 2003**).

Le miel à haute teneur en HMF est vendu comme ingrédient pour la production alimentaire (**Kilic, 2009**). La concentration maximale d'HMF pouvant être présente dans le miel

est de 40 mg / kg selon le codex national (**Anonyme, 2005**), avec les exceptions 80 mg / kg est autorisé pour le miel provenant de pays ou de régions à températures tropicales, tandis qu'une limite inférieure pour 15 mg / kg seulement sont autorisés pour le miel à faible teneur enzymatique. Les concentrations élevées d'HMF auraient provoqué des activités mutagènes qui peuvent être dangereuses pour l'homme si elles sont consommées (**Surh et al., 1994 ; Kubiš et Ingr, 1998 ; Janzowski et al., 2000**). La Commission internationale du miel (1999) recommande trois méthodes pour la détermination du HMF.

- Méthode HPLC appliqué par **Jeuring et Koppers, 1980**; le miel est simplement dissous dans de l'eau et après filtration le HMF est déterminé sur une colonne de HPLC en phase inverse par élution isocratique avec de l'eau et du méthanol en phase mobile.
- Méthode spectrophotométrique (White) implique la mesure de l'absorbance UV de solutions aqueuses clarifiées de miel avec et sans bisulfite.
- Méthode spectrophotométrique (Winkler) implique la mesure de l'absorption UV de solutions de miel additionnées d'acide barbiturique et de p-toluidine (**IHC, Stefan Bogdanov, 1999**).

II.8. Taux de Cendres

La teneur en cendres est un critère de qualité pour l'origine botanique du miel, les miels de fleurs ayant une teneur en cendres inférieure à celle des miels de miellat (Vorwohl, 1964).

La variabilité de la teneur en cendres a été associée de manière qualitative à différentes origines botaniques et géographiques des miels, (**El-Sherbiny et Rizk, 1979; Crane, 1975**).

II.9. Nombre de diastase

Le miel contient de faibles concentrations d'un certain nombre d'enzymes, les plus importantes étant la diastase, l'invertase (α -glucosidase), la glucose-oxydase, la catalase et la phosphatase acide. Ces enzymes proviennent d'un certain nombre de sources, notamment le nectar et les liquides salivaires et les sécrétions des glandes pharyngiennes d'abeilles domestiques (**Huidobro et al., 1995**). Selon les normes de qualité du miel et les normes réglementaires internationales de la Commission internationale du miel, l'activité de la diastase ne doit pas être inférieure ou égale à 8, exprimée en DN. Il a été démontré que la très faible

activité de la diastase indique que le miel a été exposé à des températures défavorablement élevées (Schade *et al.*, 1958).

II.10. La Densité et la viscosité

La densité d'une substance est exprimée par le rapport entre le poids et le volume pour une température constante. Par rapport au miel, la densité est comprise entre 1,39 et 1,44 à 20 ° C (Bogdanov, 2001 ; CIM, 1997 ; Codex Alimentarius, 1998). En général, plus le miel est riche en eau, moins il est dense et inversement (Guerzou *et al.*, 2002).

La viscosité est l'une des caractéristiques physiques et sensorielles les plus importantes du miel, qui affecte la qualité du miel. La viscosité est la résistance interne des fluides à une force externe, en raison de sa forte concentration en sucre (Junzheng et Changying, 1998 ; Lazaridou *et al.*, 2004; Mossel *et al.*, 2000 ; Sopade *et al.*, 2000). La viscosité du miel est influencée ainsi que par la présence de cristaux et de colloïdes dans le produit (Bhandari *et al.*, 1999 ; Juszczak et Fortuna, 2006).

II.11. dosage de la Proline

La proline provient surtout des sécrétions salivaires des abeilles *Apis mellifera* durant la conversion du nectar en miel (Amri et Ladjama, 2013). Un miel mûr, non falsifié enregistre une valeur minimale de proline de 180 mg/par kg (Von Der Ohe *et al.*, 1991). Des valeurs plus basses indiquent une falsification au moyen d'un nourrissage au sucre ou un ajout de sucre dans le miel.

II.12. Dosage des Sucres

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

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

III. méthodes complémentaires

Les approches dites complémentaires visent à identifier des marqueurs chimiques de l'origine botanique les principales familles de métabolites utilisés sont des composés azotés, des composés polyphénoliques et les composés volatils (**Kaskoniené et al., 2010a**).

III.1. Composés azotés

Le miel est constitué de composés azotés tels que des enzymes et des protéines en quantités infimes. Les protéines et les acides aminés dans les miels sont attribués à la fois à des sources animales et végétales, y compris aux sécrétions de nectar des glandes salivaires et du pharynx des abeilles domestiques (**Escuredo et al., 2013; Sak-Bosnar et Sakac, 2012**), qui jouent un rôle important dans la formation du miel (**Krell, 1996**). Mais la source principale de la protéine est le pollen. La quantité de protéines dans le miel varie de 0,1 à 0,6% (**Nazarian, 2010**).

III.1.1. Les protéines

La méthode utilisée est celle de Bradford développée en 1976 est un dosage colorimétrique basé sur le changement de l'absorbance. C'est une méthode quantitative qui permet de doser des protéines même à l'état de traces (**Bradford, 1976**). Et on peut utiliser aussi la méthode de Lowry elle est essentiellement basée sur la méthode du biuret (**Lowry, 1951**). Et comme méthode conventionnelle on peut citer l'électrophorèse décrit la migration de particules chargées sous l'influence d'un champ électrique (**Querci, 2005**). L'électrophorèse SDS-PAGE, repose sur la séparation de molécules chargées dans un champ électrique. Une cuve à électrophorèse est reliée à deux bornes une cathode (-) et une anode (+) alimentées par un générateur électrique; les molécules que l'on intercale dans ce champ migreront, selon leur charge, vers le pôle complémentaire (**Laemmli, 1970**).

III.2. Composés phénoliques

La composition des composés phénoliques du miel dépend de la source florale utilisée pour recueillir le nectar, des facteurs saisonniers et environnementaux, de l'origine géographique, des conditions de stockage; de plus, le traitement peut également avoir un effet sur l'activité antioxydante du miel, qui est due à la composition en composés phénoliques

(Anklam, 1998; Joshi *et al.*, 2000). La caractérisation des composés phénoliques dans des miels de différents types et origines est fortement basée sur l'HPLC avec la détection à barrette de diodes (DAD) (Dimitrova, *et al.*, 2007; Jasicka-Misiak *et al.*, 2012 ; Socha *et al.*, 2011).

III.3. Composés volatiles

Le miel contient de nombreux composants organiques volatils (COV) ayant une structure chimique différente (Ayoub *et al.*, 2009; Baroni *et al.*, 2006). Plus de 600 composés volatils ont été identifiés (Montenegro *et al.*, 2009). En règle générale, les (COV) peuvent provenir de la plante ou du nectar, du chauffage ou de la manipulation pendant la transformation et le stockage du miel, ou d'une contamination microbienne ou environnementale (Guyot-Declerck *et al.*, 2002 ; Jerković *et al.*, 2011; Jerković *et al.*, 2009). Des composés volatils spécifiques peuvent être considérés comme des empreintes digitales d'arôme, car ils fournissent des informations sur l'origine botanique du miel (Alissandrakis *et al.*, 2005 ; Escriche *et al.*, 2009). L'extraction de ces composés par chromatographie en phase gazeuse a été réalisée par différentes méthodes (Soria, 2002), extraction liquide-liquide à l'aide de différents solvants organiques (Wootton *et al.*, 1978; D'Arcy *et al.*, 1988).

III.4. Sucres détectés par HPLC

Les sucres représentent de 95 à 99% de la matière sèche des miels. Chaque miel susceptible de contenir une bonne dizaine de sucres ce sont des mono, di,tri,ou polysaccharides ; le glucose et le fructose, dominant nettement (Gleiter *et al.*, 2006). La composition du sucre est déterminée par chromatographie en phase gazeuse ou liquide (Bogdanov *et al.*, 1997; Bogdanov et Martin, 2002).

III.5. Métaux lourd

La teneur en minéraux et en métaux toxiques du miel a été utilisée comme indicateur de qualité (Citak, 2012). Selon certains travailleurs italiens, le miel pourrait être considéré comme un marqueur environnemental (Leita *et al.*, 1996). Les teneurs en métaux toxiques du miel dépendent de l'origine biologique et géographique (Madejczyk et Baralkiewicz, 2008) elles sont déterminées à l'aide d'un système de spectrophotométrie d'absorption atomique à flamme (FAAS) (Varian 240FS, Agilent, USA).

Partie expérimentale

Les analyses des échantillons ont été réalisées à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou au laboratoire physico-chimique commun II de la faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques, laboratoire de chimie physique et laboratoire chimie pharmaceutique de la faculté des sciences technologiques. Laboratoire d'hydro bromatologie de la faculté de médecine d'une durée s'étalant du 7 avril jusqu'au 30 juin.

I. Échantillons du miel

20 échantillons de miels monofloraux de l'année 2018 conditionnés à 4°C présentés dans le tableau 1 et la figure 1, provenant des diverses régions de l'Algérie codifiés comme suit : (M1, M2, M3....., et M20), et conservés dans des pots hermétiquement fermés, à l'abri de la lumière et de l'humidité.

Tableau I : Échantillons du miel analysés.

| Echantillons | Origine floral | Origine géographique | Origine végétale |
|--------------|----------------|---|---------------------|
| M1 | monofloral | Khenchela située à l'Est de l'Algérie à 1152 mètres d'altitude. | Moutarde |
| M2 | monofloral | Khenchela | Moutarde |
| M3 | monofloral | Oued Souf située au nord-est du Sahara algérien à 67 m d'altitude. | El markh |
| M4 | monofloral | Oued Souf | El markh |
| M5 | monofloral | Ouargla Toguourt | El markh |
| M6 | monofloral | Laghouat située au Nord du Sahara algérien à 750 m d'altitude. | El markh |
| M7 | monofloral | Skikda située au nord-est de l'Algérie à 25 m d'altitude. | Thapsia |
| M8 | monofloral | Biskra située au nord-est du Sahara algérien à 112 m d'altitude | Maguramane |
| M9 | multifloral | Mostaganem située au nord-ouest de l'Algérie à 102 m d'altitude. | Multi floral |
| M10 | monofloral | Biskra | Acacia |
| M11 | monofloral | Biskra | Rettem |
| M12 | monofloral | Biskra | Rettem |
| M13 | monofloral | El Bayadh située à l'ouest de l'Algérie à 1304 m d'altitude. | Chawk essor |
| M14 | monofloral | El Bayadh | Chawk essor |
| M15 | monofloral | El Naàm située à l'ouest de l'Algérie à 1176 m d'altitude. | Chawk essor |
| M16 | monofloral | Tlemcen situé au nord-ouest de l'Algérie à 1032 m d'Altitude. | Chawk essor |
| M17 | monofloral | Tlemcen | Chawk essor |
| M18 | monofloral | Tlemcen | Chawk essor |
| M19 | monofloral | Tlemcen | Chawk essor |
| M20 | monofloral | Laghouat | Arbousier + Thapsia |

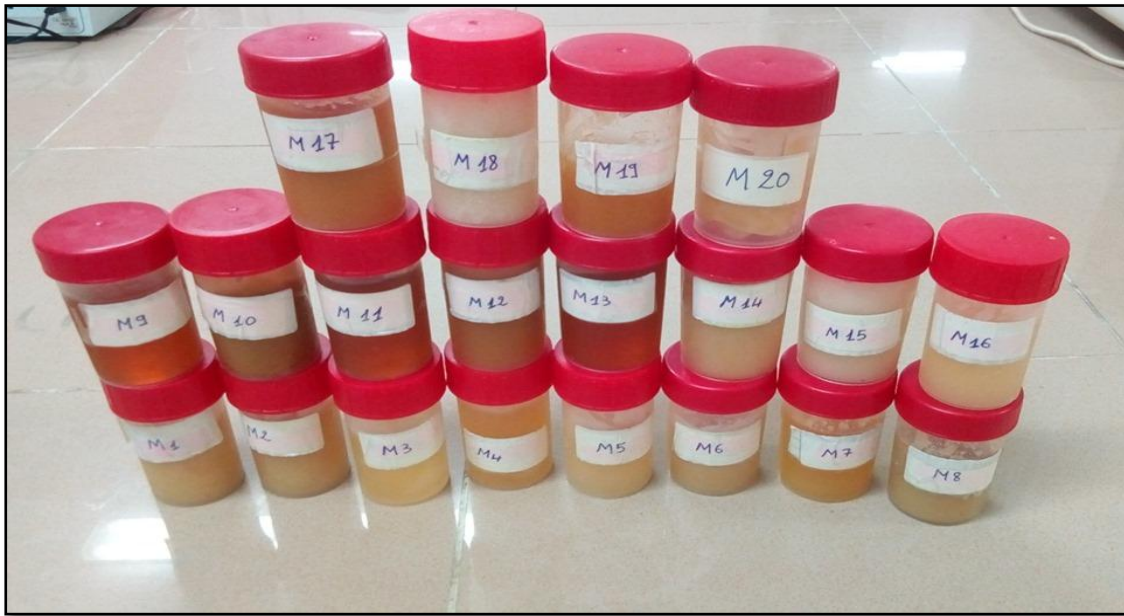


Figure 5 : Les échantillons du miel analysé.

II. Analyses effectuées

Sept analyses physico-chimiques à savoir pH, acidité libre, conductivité électrique, couleur, teneur en eau, degré de Brix, teneur en cendres ; teneur en protéines, teneur en proline et HMF ; ainsi que des analyses sensorielles ont été effectuées sur les vents échantillons de miel étudiés.

Le protocole expérimental est résumé dans le schéma ci-dessous.

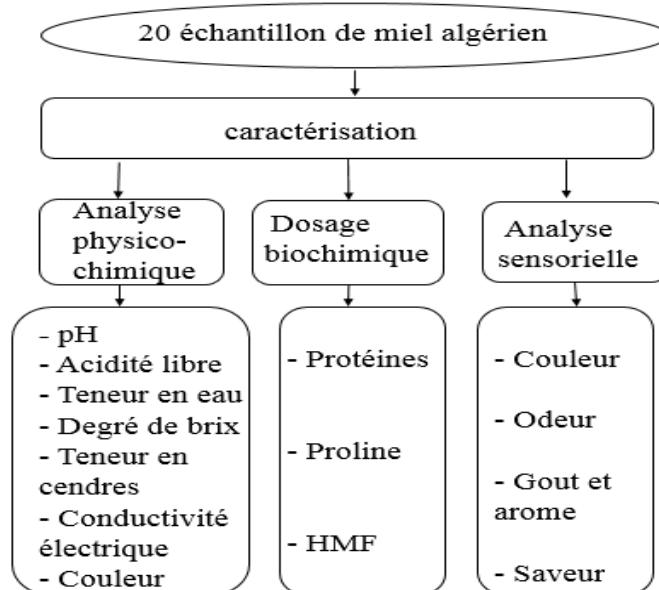


Figure 6 : Méthodologie expérimentale adoptée pour la caractérisation des échantillons du miel.

III. Caractérisation physico-chimique

III.1. Mesure du pH

Le pH est déterminé selon la méthode du **Codex Alimentarius, (2001)** sur une solution de miel à 7,5%.

➤ **Mode opératoire**

Une quantité de 10 grammes de miel est dissoute dans 75 ml d'eau distillée. La solution est homogénéisée avec un agitateur magnétique, puis l'électrode du pH-mètre est immergée en dedans. Les mesures du pH ont été répétées 2 fois.

➤ **Expression des résultats**

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

III.2. Acidité libre

L'acidité des échantillons du miel a été déterminer en utilisant un pH-mètre selon la méthode de **Bogdanov (2009)**. Les valeurs de l'acidité libre sont obtenues en traçant la courbe de neutralisation du miel par une solution d'hydroxyde de sodium (0,1N) et en déterminant le point équivalent par la méthode des tangentes parallèles.

➤ **Mode opératoire**

10 grammes de miel sont dissouts dans 75 ml d'eau distillée. Après agitation à l'aide d'un agitateur magnétique ou vortex, l'électrode du pH-mètre est immergée dans la solution de miel et le pH initial est lu. La solution est ensuite titrée avec la solution de soude à 0,1N jusqu'à $\text{pH} = [8,30 - 9]$ et les volumes de NaOH utilisés sont enregistrés. Les mesures de l'acidité en ont été répétées 2 fois.

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en milliéquivalent par kilogramme de miel et l'acidité libre est calculée en suivant la formule ci-dessous :

$$\text{Acidité libre (milliéquivalents / Kg de miel)} = 1000 * V * N / P$$

Où :

V : Volume en ml de soude à 0,1N versé pour atteindre le pH du point équivalent ;

N : Normalité de NaOH (0,1N) ;

P : Masse en gramme du miel (10g).

Les mesures de l'acidité en ont été répétées 2 fois.

III.3. Détermination de la teneur en eau et le degré de brix

Le degré de brix et la teneur en eau des échantillons de miel sont obtenues par le réfractomètre portable ATC qui est instrument servant à mesurer trois paramètres : Le degré baumé, degré Brix et le taux d'humidité.

III.3.1. La teneur en eau

La teneur en eau est déterminée selon la méthode de **Bogdanov (1997)**. Le miel analysé doit être parfaitement liquide. Si le produit est présenté à l'état cristallisé, il est nécessaire de le refondre avec précaution dans un bain marie à une température comprise entre 45 à 50 °C. Après refroidissement à la température ambiante, une goutte de miel est déposée sur la platine du prisme du réfractomètre (préalablement étalonnée avec de l'eau distillée) et répartie en couche mince. Les mesures ont été répétées 2 fois.

➤ Expression des résultats

La lecture est faite directement à travers l'oculaire du réfractomètre au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure (bleue) et les résultats sont exprimés en pourcentage.

III.3.2. Le degré de brix

La lecture est faite directement sur l'échelle qui indique la teneur en solide soluble ou degré brix qui se trouve en parallèle avec l'échelle de l'humidité (**Bogdanov, 1977**).



Figure 6 : Réfractomètre portable utilisé.

III. 4. La teneur en cendre

La teneur en cendres du miel est réalisée selon la méthode du Journal **Officiel Français (1977)** et de **Bogdanov (1999)**.

➤ **Mode opératoire**

Trois grammes de miel sont pesés dans une capsule puis incinérée dans un four à moufle à 625 °C jusqu'à obtention de cendres de couleur blanchâtre. Après refroidissement au dessiccateur, la capsule contenant les cendres est pesée, puis les cendres sont écartées et la capsule vide est repesée.

➤ **Expression des résultats**

La teneur en cendres (W) est calculée selon la formule suivante :

$$W(\text{g}/100\text{g}) = (M1-M2/M0)*100$$

M0 (g) : Prise d'essai ;

M1 (g) : Poids de la capsule avec cendres ;

M2 (g) : Poids de la capsule vide après incinération.

III. 5. Conductivité électrique

Selon **Louveaux (1985)** ; C'est la mesure à 20°C de la conductivité électrique prise dans une solution aqueuse de miel à l'aide d'un conductimètre portable.

➤ **Mode opératoire**

Dans un petit bécher 10g du miel dissoudre dans 75ml d'eau distillé. Bien mélanger jusqu'à homogénéisation avec un agitateur. Plonger l'électrode du conductimètre dans la solution. Les mesures de la conductivité ont été répétées trois fois.

➤ **Expression des résultats**

Effectuer la lecture de la valeur qui s'affiche à l'écran. La conductivité du miel est mesurée en micro siemens par cm.



Figure 7 : Conductimètre portable (original, 2019).

III. 5. Couleur

La détermination de l'intensité de la couleur du miel s'est faite selon la méthode rapportée par **Bath et Singh (1999)**.

➤ Mode opératoire

1,5 g de miel est dissout dans 5 ml d'eau distillé ensuite la solution est filtrée à l'aide d'un papier filtre. Les mesures ont été répétées 2 fois.

➤ Expression des résultats

Lire l'absorbance de la solution à 420 nm contre l'eau distillé.

IV. Dosage biochimique

IV.1. Détermination de HFM

La détermination de la teneur en HFM est basée sur la détermination de l'absorbance de La solution échantillon et celle de référence a deux longueur d'onde (284 nm et 336 nm) en utilisant un spectrophotomètre (**Bogdanov, 2002**).

➤ Mode opératoire

Dissoudre 5g de miel dans 25 ml d'eau distillé dans un bécher. Puis transférer cette quantité dans une fiole de 50 ml.

Ajouter 0.5 ml de la solution de carrez I (hexacyanoferrate de potassium ($C_6FeK_4N_6$; K_4) à 15%) et mélanger.

Ajouter 0.5 ml de la solution de carrez II (acétate de zinc ($C_4H_6O_4Zn$) à 30%) et mélanger puis on complète avec de l'eau distillé jusqu'au trait de jauge.

Additionner une goutte de l'éthanol pour éliminer la mousse ensuite on filtre la solution à l'aide d'un papier filtre. Après filtration les premières dizaines du filtrat sont écartés.

Pipeter 5 ml dans deux tubes à essai :

- Dans le premier tube, on ajoute 5 ml d'eau distillé c'est la solution échantillon.
- Dans le deuxième, on ajoute 5 ml de la solution bisulfite c'est la solution de référence.

L'ensemble est homogénéisé puis laissé au repos pendant une heure de temps. Les mesures ont été répétées deux fois.

Tableau II : Préparation de la solution aqueuse de miel (Amri et al., 2007).

| Solution ajouter au tube à essai | Tube 1 (solution échantillon) | Tube 2 (solution de référence) |
|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Solution initiale de miel | 5 ml | 5 ml |
| Eau distillé | 5 ml | 0 ml |
| Solution de bisulfate de sodium | 0 ml | 5 ml |

➤ Expression des résultats

Lire l'absorbance de la solution échantillon et celle de référence à 284 et 336 nm. Si la valeur de l'absorbance à 284 dépasse la valeur 0.6, on dilue la solution échantillon avec de l'eau et la solution de référence avec le bisulfite de sodium.

La teneur en HMF est donnée par l'équation suivante :

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

D : facteur de dilution ;

M : masse de l'échantillon de miel (g) ;

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

149,7 : constante ;

IV.2. Dosage des protéines totaux

Le dosage des protéines est réalisé selon la méthode colorimétrique de **Bradford (1976)** en utilisant comme réactif le bleu de coomassie G250 et le sérum albumine bovine (SAB) à 1 mg/ml comme standard. Cette méthode est basée sur la variation de l'absorbance à 595 nm, se manifestent par le changement de couleur de bleu de coomassie après liaison avec des acides aminés basique (arginine, histidine, lysine.) et les résidus hydrophobes des acides aminés présent là où il y a les protéines.

➤ **Mode opératoire**

- **Solution standard**

Dissoudre 2 mg de sérum Albumine bovine (SAB) dans 1 ml de l'eau distillé (solution mère), Puis on réalise 6 dilutions (2, 2/2, 2/4, 2/8, 2/16, 2/32). Prendre 0.1 ml de chaque dilution et les mettre dans 5ml de la solution de Bradford (**Annexe 1**) puis on mesure l'absorbance à 595 nm et on trace la courbe d'étalonnage.

- **Les échantillons**

Une solution de miel à 50 % est préparée en introduisant 1 g de miel dans 1 ml de l'eau distillée. Un volume de 0.1 ml de chaque solution de miel est homogénéisé avec 5 ml de réactif de Bradford dans un tube à essai. Après 2 min, l'absorbance est lue à 595 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

➤ **Expression des résultats**

La teneur en protéine est déterminée par référence à une courbe d'étalonnage réaliser avec le sérum albumine bovin (**Annexe 2, figure 1**), les résultats sont exprimés en mg par 100 g du miel.

IV.3. Dosage de la proline

La teneur en proline est déterminée au moyen du dosage colorimétrique à la ninhydrine, selon la méthode de **Bogdanov et al. (1997)**.

➤ **Mode opératoire**

1ml d'acide formique et 1ml de ninhydrine (à 3 pourcent) sont additionnés à trois tubes : le premier contient 5 ml de la solution du miel à 5 pourcent (c'est l'échantillon), Le deuxième contient 0.5 ml d'eau distillé (c'est le banc) et le troisième contient 0.5 ml de la solution standard de proline(**Annex1**). Après agitation pendant 15 min, les tubes sont placés au bain marie à 95 degré pendant 15 min, puis transférer dans un autre bain marie à 70 degré. Après 10 min, 5ml

de 2-propanol (50 pourcent) sont additionner à chaque tube et l'absorbance est lue à 510 nm après 45 min. Les mesures ont été répétées 2 fois.

➤ **Expression des résultats**

La teneur en proline est obtenue selon la formule suivante :

$$\text{Proline (mg/kg de miel)} = \frac{E \cdot E1 \cdot 80}{Ea \cdot E2}$$

E : absorbance de l'échantillon du miel ;

E1 : mg de proline pour la solution standard ;

Ea : absorbance de la solution standard de la proline ;

E2 : quantité du miel (g) ;

80 : facteur de dilution ;

Tableau III : Protocole pour le dosage de la proline

| | Solution d'échantillon. | Solution du banc. | Solution standard de proline. |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Solution du miel | 5 ml | / | / |
| Eau distillée | | 0,5 ml | / |
| Solution de proline (0,8mg/25ml) | / | 0,5 ml | / |
| Acide formique | 1 ml | 1 ml | 1 ml |
| Solution de la ninhydrine | 1 ml | 1 ml | 1 ml |
| agitation | 15 min | 15 min | 15 min |
| bain marie a 100 degré | 15 min | 15 min | 15 min |

V. Analyse sensorielle

L'Analyse sensorielle est un ensemble de méthode permettant de mesurer les perceptions sensorielles. Cette analyse porte sur les points suivants :

- L'apparence qui fait appel au sens d'observation (couleur, aspect, consistance, etc.) ;
- Un examen olfactif qui permet de perçoit les odeurs et les arômes ;

- La dégustation qui permet d'apprécier les saveurs du miel et de distinguer les différents goûts à savoir goût sucré, acidité ou amertume, on peut aussi apprécier la finesse et cristallisation.

L'analyse sensorielle a été menée par un jury de dégustateurs composé de 8 individus, ces derniers sont des connaisseurs en miels (apiculteurs ou revendeurs du miel), les échantillons sont présentés dans des pots en plastique, le nom des miels donnés par les apiculteurs n'est pas mentionné sur les pots, leur nomenclature est codée est établi en fonction de l'origine des miels. Les échantillons sont manipulés avec une cuiller en plastique. Après chaque dégustation, un bain de bouche avec de l'eau minérale est nécessaire afin de ne pas être influencé par le goût précédent.

➤ **Les différentes phases de la dégustation effectuée**

1. Phase visuel

Les dégustateurs examinent la couleur, la fluidité, limpidité, la cristallisation, l'homogénéité et la propreté du miel.

2. Phase olfactive

Les dégustateurs déterminent le caractère végétal, floral ou fruité, la puissance de l'odeur et ces défaut (fumée, fermentation, etc).

3. Phase gustative

Les dégustateurs recherchent les saveurs (sucré, acide, amer, salé) et la flaveur par la voie retro-nasal. Ils déterminent ainsi la sensation tactile sur la langue (cristallisation), la puissance, la persistance et les caractères botaniques. Ils essaient donc de prédire les origines botaniques des miels étudiés afin qu'on puisse les comparer aux noms commerciaux attribués par les apiculteurs producteurs, aussi pour avoir une idée sur le professionnalisme de quelques apiculteurs agréés qui font la renommée de la région de Tizi Ouzou, dans la production à l'échelle du pays.

Cette technique consiste à prendre un peu du miel avec une spatule et le garder dans la bouche en insalivation quelques secondes puis le projeter vers le fond de la bouche pour percevoir les arômes et les arrière-goûts.

Pour réaliser ces différentes analyses un questionnaire est mis à la disposition de chaque dégustateur afin qu'il puisse instantanément noter tout ce qu'il perçoit (**Annexe 3**).

VI. Analyse statistique

L'analyse descriptive des résultats des paramètres physico-chimiques et des dosages biochimiques ont été réalisées avec le logiciel Microsoft Office Excel 2016, pour déterminer les moyennes et les écarts.

Afin de mettre en évidence les différences Significatives au seuil $p < 0,05$ entre les échantillons du miel pour chaque paramètre à l'exception des protéines on a utilisé le logiciel statistica pour l'analyse de la variance a un seul critère de classification (ANOVA).

Les relations entre les différents paramètres sont déterminées par l'emploi de l'ACP. Les résultats sont donnés sous forme de graphes : un graphe de variables(paramètres) et un graphe d'individus (échantillons). Les graphes des variables sont donnés par le cercle des corrélations, de rayon $R=1$. Ils permettent de voir quelles variables sont expliquées par les axes factoriels, qui sont corrélées les unes avec les autres et celles qui ne sont pas corrélées.

Le graphe des individus est lu simultanément avec celui des variables, il permet de déduire l'individu qui donne la meilleure (ou la plus faible) valeur de la variable considérée dans la lecture. Le nombre d'axes factoriels à, retenir est celui qui permet de restituer le max de variance (en gl, $> 75\%$).

A la fin, nous avons utilisé le logiciel Microsoft Office Excel 2016 pour tracer les graphes.

Résultats et discussion

I. Caractérisation physico-chimique

I.1. pH

La connaissance du pH d'un miel permet de fournir une bonne indication sur son origine et d'apporter de précieux indices sur son aptitude à résister plus ou moins bien à la dégradation au cours de stockage (**Jeanne, 2005**). Les valeurs des pH des échantillons de miel obtenues sont représentées par la figure 18.

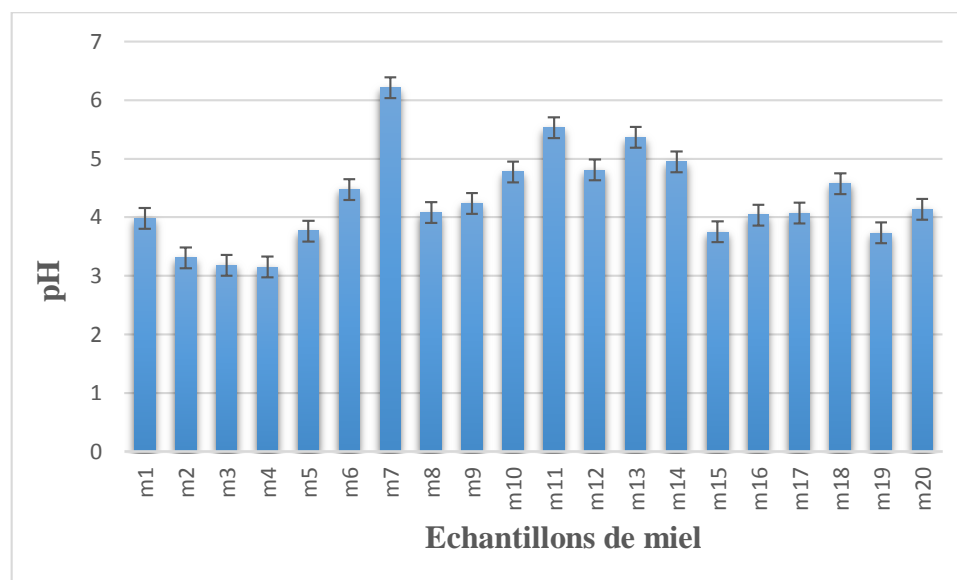


Figure 9 : Représentation graphique de pH des échantillons de miel analysés.

Selon **Cavia et al. (2007)** tous les miels sont acides, avec des valeurs de pH généralement comprises entre 3,2 et 5,5. L'examen des résultats montre que le pH mesuré varie entre $3,15 \pm 0,15$ (M4) à $6,21 \pm 0,01$ (M7) avec une moyenne de $4,304 \pm 0,033$. Cela confirme que le pH de la majorité des miels analysés est dans la norme à l'exception des échantillons M3, M4 et M7.

L'échantillon M7 de la région de Skikda présente une valeur de pH plus élevée à celle des autres miels testés. Ce résultat est relativement supérieur à la valeur maximale fixée par le **codex alimentarius** (6,10).

Selon **Chauvin, (1968)** les miels de nectar ou mélangés avec peu de miellat ont un pH faible (3,15 à 4,5), tandis que les miels de miellat ont un pH un peu plus élevé, cela confirme que les échantillons qui ont un pH qui n'excède pas 4,5 peuvent avoir comme origine le nectar.

Selon les apiculteurs tous les miels ont comme origine le nectar, mais il y a toujours des exceptions telle que les échantillons M7, M10, M11, M12, M13 et M14 qui peuvent être issu de miellat ou bien c'est des cas exceptionnels de nectar.

Le pH influence fortement la vitesse de dégradation des sucres et des enzymes. Les miels plus acides vont se décomposer rapidement au cours de stockage (Singh *et al.*, 1997). De ce fait les échantillons M2, M3 et M4 sont considérer comme des produits fragiles pour la conservation à cause de leur forte acidité par rapport a d'autre échantillons.

Les résultats obtenus différent de ceux rapportés par Ouchemoukh *et al.* (2007) sur les miels de l'Algérie (3,49 à 4,43), Abselami *et al.* (2018) sur les miels de Maroc (3,53 à 4,94), Chakir *et al.* (2011) sur les miels de Maroc (3,91 à 4,93), et Abdul-Rahman *et al.* (2016) sur les miels de la République du Yémen (3,83 à 6,97).

L'analyse statistique des résultats de mesure de pH des échantillons du miel révèle que la normalité est vérifiée ($p > 0,05$). Un teste de ANOVA a un seul facteur a été réaliser et on a trouvé une $p\text{-value} < 0,05$ puis on a continué l'analyse avec le complément d'analyse d'ANOVA qui va classer les échantillons selon un ordre croissant et indique les échantillons qui présente une différence significative et ceux qui ne présente pas de différences significative.

Le Ph des miels étudiés est classé selon l'ordre croissant suivant (Annexe 3) :

$M4=M3=M2 < M19=M15=M5 < M1=M16=M17=M8=M20=M9 (M9 > M1) < M6=M18 < M10=M12=M14 < M13 < M11 < M7$.

Selon les apiculteurs les échantillons M3, M4, M5 et M6 ont la même origine botanique.

D'après le complément d'analyse d'ANOVA les 2 échantillons d'oued souf (M3 et M4) ne présentent pas de différences significative mais se différent significativement avec les échantillons de la région de Toguort (Ouargla) (M5) et de Laghouat (M6). Cela confirme que le ph est lié à l'origine géographique.

Les échantillons M1 et M2 qui ont le même origine botanique et géographique (khenchela) présente une différence significative. Cette différence peut être dû au :

- Erreurs de manipulation au niveau de laboratoire ;
- Précision du pH mètre ;
- Noms présumés attribués par les apiculteurs producteurs originaux ;
- Qualité du sol ;
- Condition de stockage.

Les échantillons M11, M12 et M13 qui partagent la même origine botanique présentent de différence significative. Les échantillons M10 et M12 issu de deux origine différentes ne présentent pas de différence significative.

L'échantillon d'El bayadh (M14) se différent significativement avec celui de Tlemcen (M19) malgré qu'ils ont le même origine botanique.

Ces variations significatives du pH entre les vingt échantillons du miel étudiés peuvent être dû à la flore butinée, a la sécrétion salivaire de l'abeille et au processus enzymatique et fermentatif pendant la transformation de la matière premier (**Doukani et al., 2014**).

I.2. Acidité libre

L'acidité est un critère de qualité important, elle donne des indications sur l'état du miel. Les valeurs de l'acidité des échantillons de miel obtenues représentées par la figure 19.

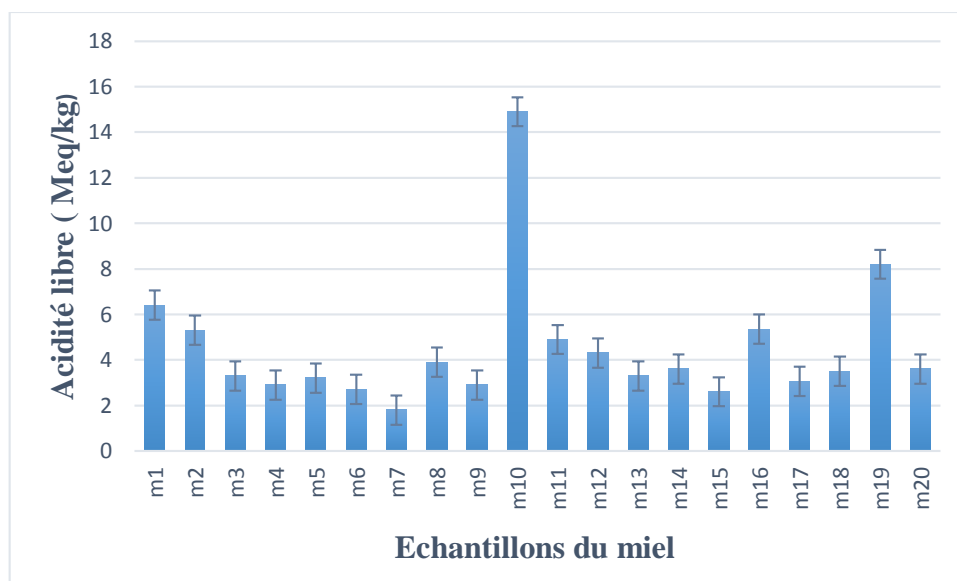


Figure 10 : Représentation graphique des valeurs d'acidité des échantillons de miel étudié.

L'examen des résultats montre que l'acidité mesuré varie entre $1,8 \pm 0 \text{ Meq/kg}$ (M7) a $14,00 \pm 0,3 \text{ Meq/kg}$ (M10) avec une moyenne $4,485 \pm 0,289 \text{ Meq/kg}$. Cela confirme que l'acidité des 20 échantillons se situait dans la plage autorisée proposée par le **Codex Alimentarius 2001** ($< 50 \text{ Meq/kg}$) et l'**union européenne 2002** ($< 40 \text{ Meq/kg}$).

La plus faible valeur de l'acidité est constatée avec l'échantillon M7 de la région de Skikda, alors que l'échantillon M10 de la région d'El Bayadh présente une valeur plus importante, ce qui indique que ce dernier est plus riche en acides organiques par rapport aux autres échantillons.

Aucun des échantillons n'a dépassé la limite autorisée, ce qui peut être considéré comme un indice de fraîcheur de tous les échantillons de miel analysés.

Les résultats obtenus sont proche de ceux trouvés par **Diafat et al. (2017)** sur les miels de l'Algérie (2,00 à 20,0 Meq/kg), inclus dans l'intervalle trouvé par **Bettar et al. (2015)** sur les miels de Maroc (0,5 à 16,65 Meq/kg).

Ces valeurs sont différentes de celle rapportées par **Kamal et al. (2019)** sur les miels de Bangladesh (24,32 à 37,55 Meq/kg), et **Nayar et al. (2017)** sur les miels de Tèlangana (11,5 à 34,5 Meq/kg).

Après avoir effectué le teste de normalité de Shapiro-wilk, nous avons obtenu une p-value $<0,05$, cela montre que la normalité n'est pas vérifiée (la variable ne suit pas une loi normale). Un teste de kruskal-wallis a été réalisé et on a trouvé une p-value= 0,02(**Annexe 4**), ce qui indique que nos valeurs d'acidité libre entre la majorité des échantillons de miel présentent des différences significatives au seuil de 5 %.

I.3. Teneur en eau

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et renseigne sur sa stabilité biochimique, notamment sa fermentation et une éventuelle cristallisation aux cours du stockage (**Kuku et al., 2007**).

La teneur en eau des différents miels analysés dans notre étude expérimentale sont présentés dans la figure 21.

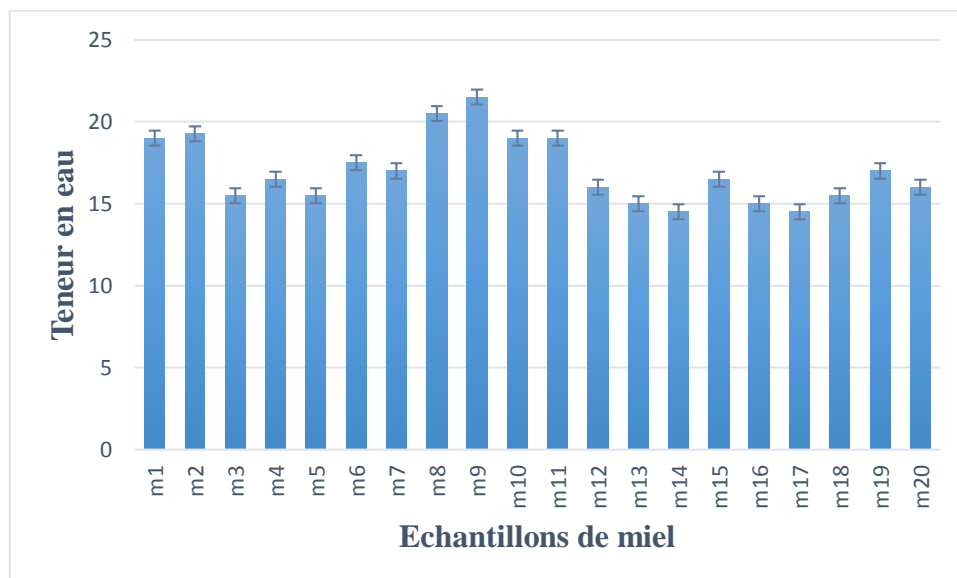


Figure 11 : Représentation graphique des valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel étudié.

La teneur en eau des échantillons de miel analysés varie de $14,5 \pm 0$ (M14) à $21,5 \pm 0$ (M9) avec une moyenne de $17,01 \pm 0,054$. Ces valeurs obtenues sont presque inférieures à la limite maximale fixée par le codex Alimentaire (2001), qui est de 20%. Cela indique que les échantillons de miel analysés sont révélés d'un bon stockage, d'une bonne maturation et d'un très faible risque de fermentation, à l'exception des échantillons M9 de la région de Mostaganem et M8 de la région de Biskra qui ont dépassés légèrement 20%, donc ces échantillons risquent de poser des problèmes de fermentation, cela peut être expliqué par :

- Une maturation incomplète dans les rayons, liée à une récolte précoce ou prématurée ;
- Un mauvais conditionnement car le miel est hygroscopique, il peut aussi bien absorber ou perdre l'humidité de l'air suivant l'atmosphère humide ou sèche.

Les échantillons M14 de la région d'El Bayadh et M17 de la région de Tlemcen, présente des teneuses inférieures à 15 %, ceci peut être expliqué par :

- L'extraction qui est effectuée durant une période très chaude ;
- Une déshydratation au cours de conservation et stockage.

Par contre ces derniers assurent ces capacités à résister à la fermentation quel que soit le nombre de levure présente dans le miel assurant ainsi sa meilleure qualité pour une longue durée de conservation. Ce qui a été confirmé d'ailleurs par **Gonnet (1982)**.

Nos résultats sont différents de ceux obtenus par **Makhloufi et al. (2010)** sur les miels de L'Algérie (13,9% à 20,2%), **Abdelami et al. (2018)** sur les miels de Maroc (15,39 à 19,37%), et proche de ceux rapportés par **Bettar et al. (2015)** sur les miels de Maroc (15,80 à 21,70%).

Ces valeurs sont différentes de celle rapportées par **Kazimir et al. (2018)** sur les miels de Serbie (14,00 à 19,22%), **Valdes-Silverio et al. (2018)** sur les miels d'Eucalyptus de la région andine de l'Équateur (11,74 à 19,42 %).

Selon le teste de normalité de Shapiro nous avons une p-value $< 0,05$ c'est-à-dire la normalité n'est pas vérifié, et de cela on a procédé à un teste de kruskal-wallis, on a obtenu une p-value $=0,004$ (**Annexe 6**), qui démontre qu'il y'a une différence significative entre la majorité des échantillons de miel.

Ces variations peuvent être due à l'origine florale (la teneur en eau de nectar et/ou de miellat), à la force des colonies d'abeilles, à la méthode de récolte et aux conditions environnementales (**Ouchemoukh, 2012**).

I.4. Brix

Le Brix est étroitement lié à la quantité de sucres existante dans le miel, ce qui en fait un marqueur essentiel de la falsification (**Habib et al., 2014**).

Les valeurs du degré de Brix obtenues sont présentées dans la figure 22.

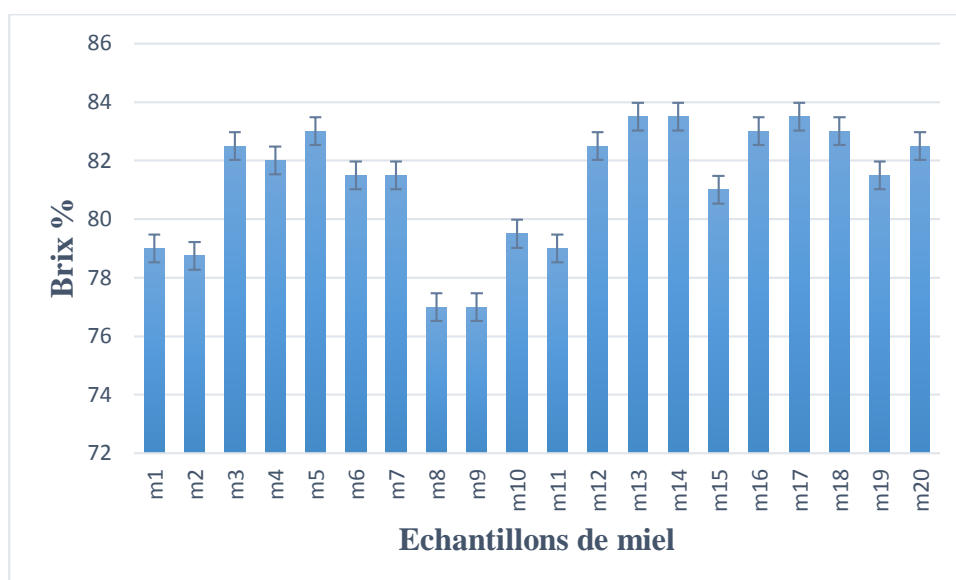


Figure 12 : Représentation graphique des valeurs de degré de brix des échantillons de miel étudiés.

Les valeurs de la matière sèche des miels étudiés sont comprises entre 77 ± 0 (M8 et M9) à $83,5 \pm 0$ (M13 et M14) avec une moyenne de $81,26 \pm 0,054$. Ces valeurs sont dans la fourchette fixée par le **Codex Alimentarius (2001)**, cela confirme que les échantillons de miel utilisés dans la présente étude sont vraisemblablement non adultérés.

L'analyse de ces résultats démontre que les échantillons M8 de la région de Biskra et M9 de la région de Mostaganem, présentent des valeurs plus faibles en matière sèche, cela peut être due à la conversion des sucres en acide inorganique ou la conversion du glucose en acides gluconique au cours de leurs stockages (**Moniruzzaman et al., 2013**).

Nos résultats sont proches de ceux obtenus par **Zerrouk et al. (2011)** sur les miels de l'Algérie (80,17 à 84,73 %), **Kumar et al. (2018)** sur les miels indiens (77,95 à 80,02%), similaires à ceux rapportés par **Habib et al. (2014)** sur les miels des régions aride de Emirats Arabes Unis (77,90 à 83 %), et inclus dans l'intervalle rapportés par **Kavanagh et al. (2019)** sur les miels de l'Irlande (65,42 à 85,42%).

Le teste de Shapiro révèle que la normalité n'est pas vérifiée, un teste de ANOVA de kruskal-wallis a été réalisé et on a obtenu un p-value $<0,05$ (**Annexe 7**), ce qui indique l'existence d'une différence significative entre la majorité des échantillons du miel.

Ces variations peuvent être dus à l'origine botanique des plantes à partir desquelles le miellat ou le nectar a été récolté, à l'environnement, au climat et au conditions de stockage (**Ouchemoukh et al., 2012**).

I.5. Conductivité électrique

La conductivité électrique est l'un des facteurs les plus importants pour déterminer les caractéristiques physiques du miel (**Serrano et al., 2004**). C'est également une mesure physicochimique importante pour l'authentification des miels mono floraux (**Mateo et al., 1998**). Elle peut être utilisée pour distinguer entre les miels de nectar et ceux du miellat (**Karabagias et al., 2014**).

Les résultats de la conductivité électrique sont présentés dans la figure 23.

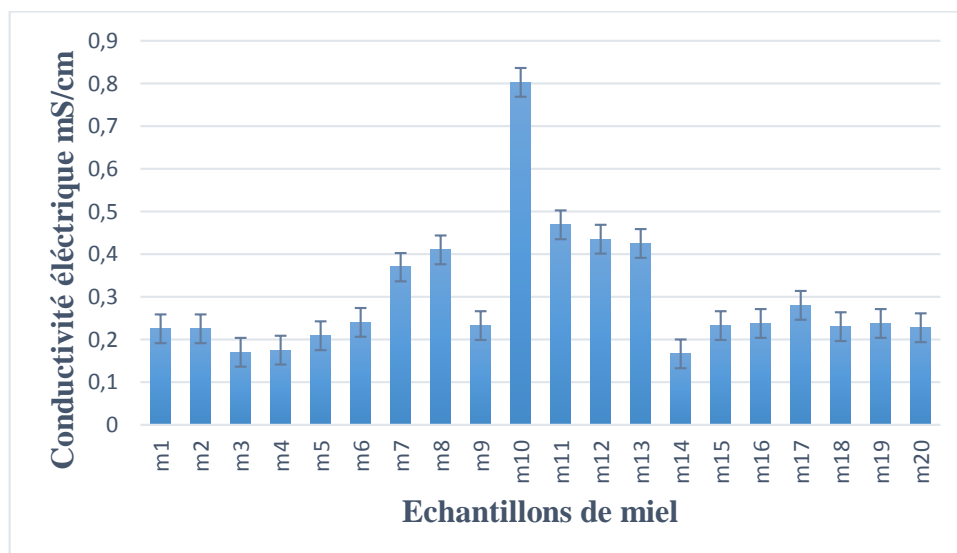


Figure 13 : Représentation graphique des valeurs de conductivité électrique des échantillons de miel étudiés.

La conductivité électrique des miels analysés oscille entre $0,166 \pm 0$ ms / cm (M3) à $0,802 \pm 0,00047$ ms / cm (M10) avec une moyenne de $0,299 \pm 0.0036$ ms / cm. Tous les échantillons mesurés ont une conductivité électrique au-dessous de la limite préconisée par le codex alimentarius (0,8 ms / cm) sauf l'échantillon M10 de la région de Biskra.

Selon **Doukani et al. (2014)**, Les miels de nectar doivent avoir des valeurs inférieures à 0,8 mS / cm, des valeurs plus élevées sont généralement associés aux miels de miellat et les valeurs médianes correspondent à des mélanges de deux origines. Vu que les miels étudiés ont eu des valeurs inférieures à 0,8 mS/cm, il était possible de dire que nos miels étaient issus du nectar à l'exception de l'échantillon M10 qui peut être issu de miellat ou bien c'est un cas exceptionnel de nectar.

Ces résultats sont différents de ceux rapportés par **Yaiche et al. (2014)** sur les miels algériens (0,24 à 0,56 mS/cm, **Lewoyehu et al. (2019)** sur les miels éthiopien (0,19 à 0,89),

Sajid et al. (2019) sur les miels de Pakistan (0,11 à 0,61 ms/cm) et inclus dans l'intervalle trouvé par **Chakir et al. (2011)** (0,129 à 1,119 ms/cm).

D'après l'analyse statistique la normalité n'est pas vérifiée ($p-v < 0,05$), donc on a procédé à un teste non paramétrique (kruskal-wallis) et on a obtenu une $p-v = 0,000$ (**Annexe 8**), qui indique une différence significative entre les valeurs de la conductivité électrique des échantillons du miel.

Ces variations peuvent être expliquées par la variabilité de l'origine botanique et de la composition chimique (teneur en minéraux, protéines et autres substances ionisables) de ces miels (**Ouchemoukh, 2012**).

(Azonwade et al., 2018), signale que la conductivité électrique est en relation avec la teneur en cendre, teneur en protéines et l'acidité du miel. Par ailleurs **Kamal et al. (2011)**, a constaté une corrélation positive entre la conductivité électrique et la teneur en cendres.

Cette conclusion est confirmée par les échantillons de miel étudiés.

I.6. Teneur en cendre

La Teneur en cendres est un critère de qualité qui détermine l'origine botanique et géographique du miel (**Belay et al., 2013**). La teneur en cendres des miels de nectar est plus faible que celle du miellat. En fait, les miels provenant du nectar ont une teneur en cendre ne dépassant pas 0,6 %, tandis que celle des miels de miellat ou mélangé avec du nectar, est comprise entre 0,6 et 1 % (**Ouchemoukh, 2003**).

Les résultats de la teneur en cendres sont présentés dans la figure 24.

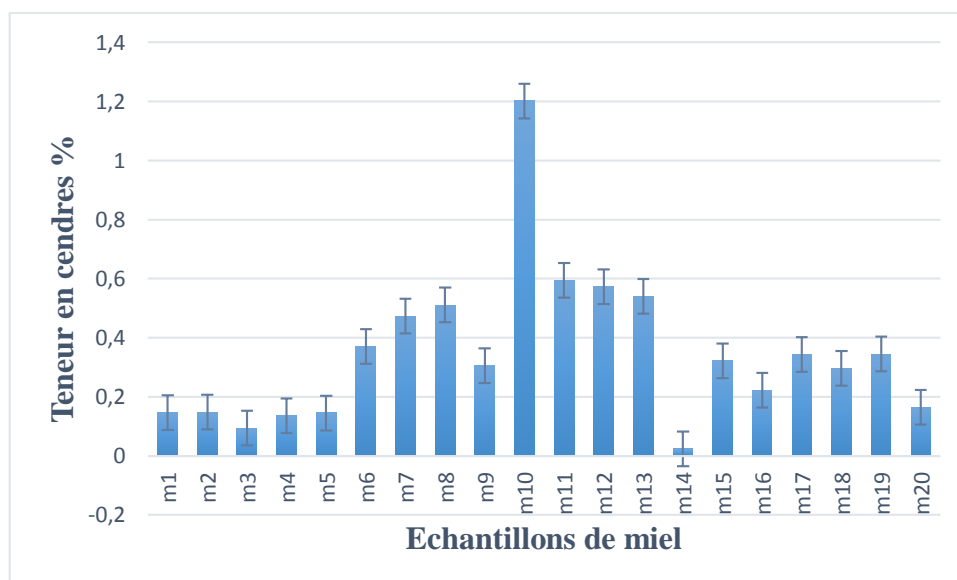


Figure 14 : Représentation graphique des valeurs de teneur en cendres des échantillons du miel étudié.

La teneur en cendres des échantillons de miel analysés varie de $0,024 \pm 0,005$ % (M14) à $1,202 \pm 0,002$ % (M10) avec une moyenne de $0,347 \pm 0,023$ %. Ces valeurs obtenues ont été inférieures à 0.6% sauf pour l'échantillon M10. Ceci indique que tous les miels étudiés sont susceptibles d'avoir comme origine le nectar, à l'exception de l'échantillon (M10) qui peut être issu de miellat ou c'est un cas exceptionnel de nectar ; puisque sa valeur est supérieure à celle exigée par le codex Alimentarius, qui établit un maximum de 0.6 pour les miels de nectar et de 1% pour les miels de miellat.

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

Cette conclusion est confirmée par les échantillons (M1, M2, M3, M4, M5, M14, M16, et M20) vu qu'ils sont les plus pauvres en minéraux.

Ces résultats diffèrent de ceux rapportés par **Bettar et al. (2015)** (0,03 à 0,30%), et **Aazza et al. (2017)** (0,02 à 0,20%) sur les miels de Maroc (0,02 à 0,20%), inclus dans l'intervalle trouvé par **Matovic et al. (2018)** sur les miels de la Serbie (0,05 à 1,71%)

D'après le test de Shapiro-wilk la normalité n'est pas vérifiée ($p < 0,05$) donc on a procédé à un test non paramétrique (kruskal-wallis) et on a obtenu une $p = 0,04$ (**Annexe 9**), qui indique une différence significative entre les valeurs de la teneur en cendre des échantillons du miel.

Ces variations peuvent être dues au climat, aux caractéristiques du sol, au processus de récolte et aux techniques de l'apiculteur (**Amri et al., 2013 ; Oroian et al., 2013 ; El Sohaimy, 2015**).

I.7. Couleur

La couleur est une caractéristique sensorielle primordiale des miels qui détermine le choix du consommateur, ils ont tendance à choisir les miels foncés et non pas les miels clairs, cette caractéristique dépend de l'origine de produit. D'après les ouvrages, les miels de couleur sombre possèdent des propriétés biologiques plus importantes que les miels de couleur claire (**Amiot et al., 1989**).

Les résultats de la couleur sont présentés dans la figure 25.

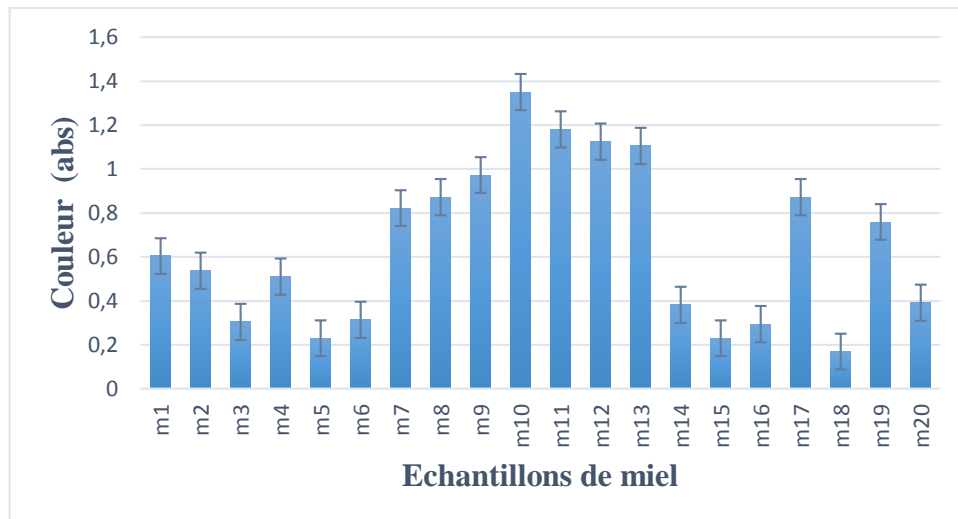


Figure 15 : Représentation graphique des couleurs des échantillons du miel étudié.

La couleur des miels analysés varie du blanc au marron. Les résultats obtenus pour ce paramètre enregistrent une coloration allant de $0,17 \pm 0,02$ (M18) à $1,35 \pm 0,01$ (M10) avec une moyenne de $0,65 \pm 0,08$.

Ces valeurs se rapprochent de celles obtenues par **Cimpoiu et al. (2013)** (0,210 à 1,228) sur les miels de romains, mais diffère des résultats obtenus par **Saxena et al. (2010)** (0,524 à 1,678) sur les miels indiens.

Selon l'analyse statistique la normalité est vérifiée ($p-v > 0,05$), donc on a procédé à un teste paramétrique (ANOVA a un seul facteur), on a trouvé une $p-v < 0,05$, ce qui détermine l'existence d'une différence significative entre la couleur de la majorité des miels étudié puis on a continué l'analyse avec le complément d'analyse d'ANOVA.

Les couleurs des miels étudié sont classés selon l'ordre croissant suivant (**Annexe 10**) :

$M18 < M5 = M15 < M16 = M3 = M6 < M14 = M20 < M4 = M2 < M1 < M19 < M7 < M8 = M17 < M9 < M13 = M12 < M11 < M10$.

Les échantillons M3(Oueds ouf), M6(Laghouat)et M16(Tlemcen)qui ne présente pas de différence significative, possèdent une couleur claire ceci peut être expliqué que ces miels appartiennent aux régions pauvre en végétation riche en pigments, cela confirme que la couleur est étroitement liée à l'origine botanique.

Les échantillons M13 (El Bayadh) et M12 (Biskra) de couleur marron et de même origine botanique ne présentent aucune différence significative ceci peut être interprété comme un indice fort de la présence des pigments et à la diversité florale des régions et même la richesse en composition chimique.

L'échantillon M18(Tlemcen) présente la valeur la plus faible, alors que la valeur maximale est attribuée à l'échantillon M10(Biskra). Ces variations peuvent être dus à

plusieurs facteurs : l'origine florale, la température, la durée de stockage, la teneur en minéraux, ainsi qu'à d'autres substances tel que les caroténoïdes et les flavonoïdes, qui sont également connus pour leurs propriétés antioxydantes (**Gonzalez-Mir et al., 2005 ; Isla et al., 2011**).

Selon **Moniruzzaman et al. (2013)** et **Doukani et al. (2014)**, la couleur change généralement avec le temps de conservation. Ce changement peut être due au contact avec des métaux et l'exposition soit à des températures élevées ou à la lumière d'où le déroulement des réactions d'oxydations.

II. Dosage biochimique

II.1. HMF

Le taux de HMF est un facteur de qualité important qui permet de situer le niveau de fraîcheur de miel, c'est le critère le plus important et le plus fiable pour détecter les miels surchauffés (**Karabourniotti et al., 2001**). Les valeurs de HMF des échantillons de miel obtenues sont représentées par la figure 20.

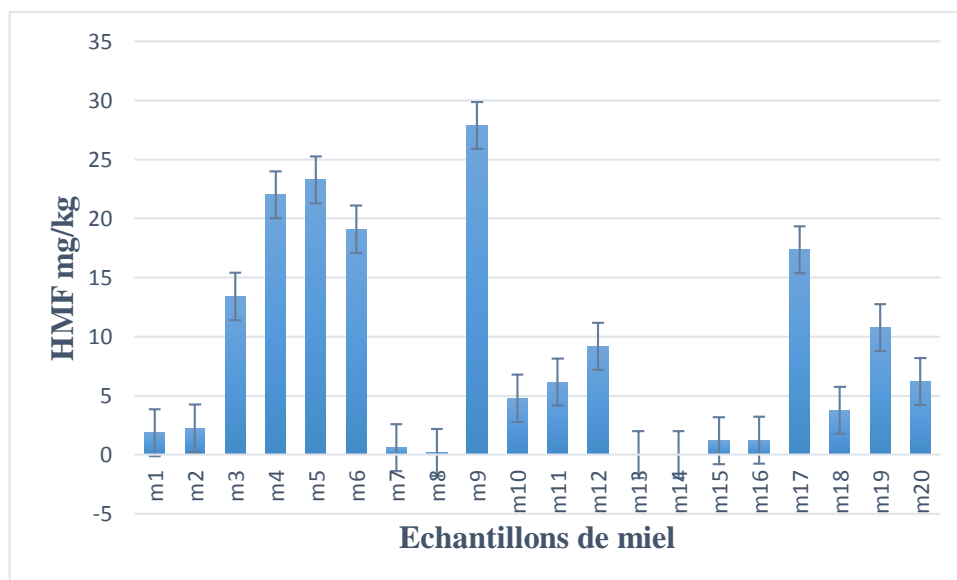


Figure 16 : Représentation graphique des valeurs de HMF des échantillons de miel étudié.

L'analyse spectrométrique des échantillons de miel révèle des teneurs en HMF qui sont situées entre 0 ± 0 (M13) (M14) et $27,865 \pm 1,28$ (M9) mg/kg.

Ces résultats montrent que tous les échantillons de miel analysés sont des miels frais vu que leur teneur en HMF sont conformes à la norme exigée par le **Codex Alimentarius (2001)**, qui est de 40 mg / kg.

On remarque des valeurs très faible (0,591 pour l'échantillon M7 de la région de Skikda et 0,187 pour l'échantillon M8 de la région de Biskra) et nulle pour les échantillons

M13 et M14 de la région d'El Bayadh, cela confirme que nos échantillons sont récoltés récemment et qui n'ont pas subis aucun traitement thermique pendant leur extraction ou durant leur conditionnement.

Nos résultats sont différents de ceux rapportés par **Khalil et al. (2012)** sur les miels Algériens (15,23 à 24,21 mg/kg), se rapprochent de ceux trouvés par, **Matovic et al. (2017)** sur les miels de Maroc (2,20 à 25,93 mg/kg), tandis que l'étude de **Boussaid et al. (2018)** sur les miels de Tunisie (12,07 à 25,49 mg/kg) est incluse dans l'intervalle des résultats qu'on a trouvés (0 à 27,865 mg/kg).

Ces valeurs sont différentes de celles obtenues par **Abdulaziz et al. (2012)** sur les miels de l'Arabie saoudite (2,21 à 168 mg/kg) et **Habib et al. (2014)** sur les miels des régions arides (0,17 mg/kg à 79,26 mg/kg).

Selon l'analyse statistique nous avons une $p\text{-value} < 0,05$, cela montre que la normalité n'est pas vérifiée, ce qui nous a permis d'effectuer le teste de kruskal-wallis. On a obtenu une $p\text{-value} = 0,04$ qui montre une différence significative au seuil de 5% entre les échantillons du miel (**Annexe 5**).

Selon **Ouchemoukh (2012)**, la formation d'HMF est d'autant plus rapide que les miels sont plus acides.

Cette conclusion est confirmée par les échantillons de miel étudiés

II.2. Protéines

Le dosage des protéines de miel est un caractère qui ne figure pas dans les normes internationales. Cependant, leur richesse donne une valeur nutritionnelle aux miels. La quantification des protéines de chaque variété de miel a été réalisée à partir d'une courbe de référence présentée dans l'Annexe.

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 26.

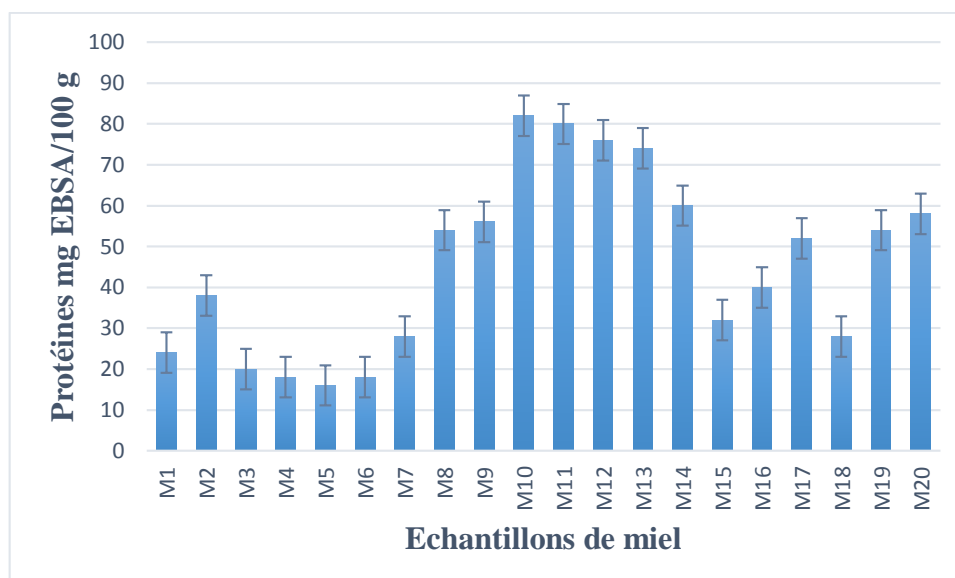


Figure 17 : Représentation graphique des valeurs de teneur en protéines des échantillons du miel étudié.

Les échantillons de miel analysés présentent des teneurs en protéine allant de 16 (M5) à 82 (M10) mg EBSA / 100 g avec une moyenne de 45,4 mg EBSA /100 g.

L'échantillon M10 de la région de Biskra présente la valeur la plus élevée qui peut être expliquée par la présence d'une concentration élevée en pollen qui est la source principale des protéines dans le miel. Cette richesse lui confère une valeur nutritionnelle élevée.

Ces valeurs sont distinctes de celle rapporté par **Ouchemoukh, (2012)** sur les miels algériens (45,26-251,27 mg EBSA/100 g), inférieures à celles obtenus par **Habbib et al. (2014)** sur les miels des régions aride de Emirats Arabes Unis (204,84 à 578,87 mg EBSA/100g), et proche de celles rapporté par **Alvarez-Suarez et al. (2010)** sur le miel de Cuba (12 à 92,3 mg EBSA/100 g). Ces différences peuvent être référées à l'origine botanique, au type de pollen et à la présence d'enzymes introduites par les abeilles elles-mêmes et d'autres dérivés du nectar (**Habibe et al., 2014 ; El Sohaimy et al., 2015**).

II.3. Proline

La proline est l'acide aminé libre le plus abondant dans le miel, qui est sécrété principalement dans la salive d'abeilles ouvrières pendant la conversion du nectar ou du miellat en miel après avoir consommé le pollen (**Ouchemoukh et al., 2007**). La détermination de la teneur en proline donne des informations sur la maturité du miel et peut servir à détecter des falsifications (**Amri et al., 2007**), Il est utilisé pour détecter les fraudes par ajout de sucres invertis aux miels. La teneur en proline varie naturellement dans un large intervalle mais des taux plus bas que 183 mg/kg indiquent une anomalie (**Mada et al., 2005 ; Haderbache et Mohammedi, 2015**).

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 27.

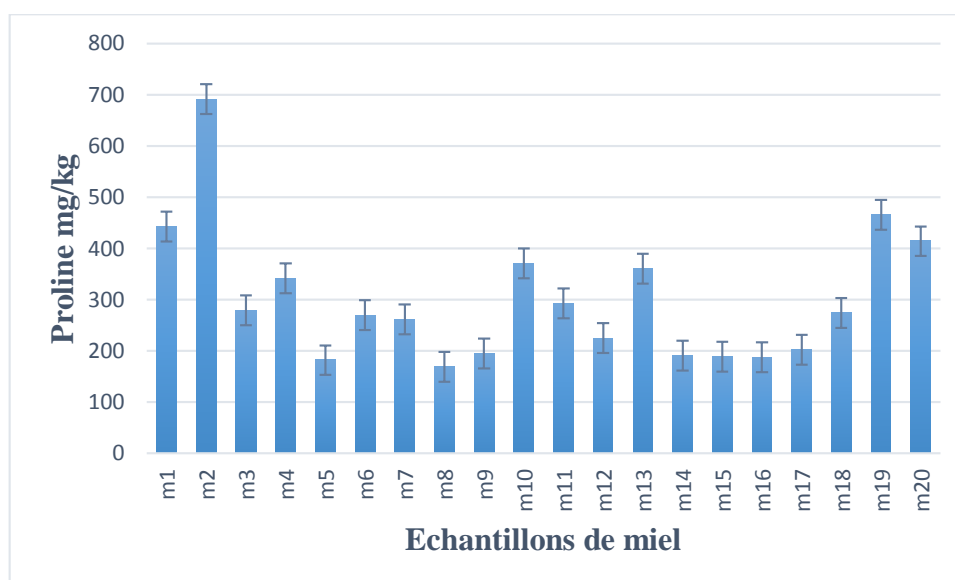


Figure 18 : Représentation graphique des valeurs de teneur en proline des échantillons du miel étudié.

Les concentrations en proline dans des différents miels analysés sont comprises entre $181,82 \pm 1,025$ (M5) à $691,36 \pm 3,082$ (M2) avec une moyenne de $300,14 \pm 1,13$ mg / kg. Ces valeurs obtenues sont au-dessus du seuil minimal recommandé par **Bogdanov et al. (1995)** (180mg/kg). Ce qui indique l'absence d'adultération et que ces miels sont mûrs.

Les résultats obtenus sont proche de ceux obtenus par **Ouchemoukh et al. (2007)** sur les miels algérien (202 à 680 mg/kg), distinctes de ceux trouvés par **Khalil et al. (2012)** sur les miels de l'Algérie (1692,18 à 2712,39 mg/kg), supérieurs à ceux rapportés par **Boussaid et al. (2018)** sur les miels de Tunisie (39,62 à 10,60 mg/kg), différent de ceux rapporté par **Aazza et al. (2017)** sur les miels de Maroc (337,80 à 924,98 mg/kg), **Sajid et al. (2019)** sur les miels de Pakistan (287,60 à 511,1mg/kg). Ceci peut être dû à la différence de l'origine botanique et à la force de la colonie d'abeille.

Selon l'analyse statistique la normalité n'est pas vérifiée ($p-v < 0,05$) donc on a procédé à un teste non paramétrique (kruskal-wallis) et on a obtenu une $p-v = 0,04$ (**Annexe 11**), qui indique une déférence significative entre les valeurs de la teneur en proline des échantillons du miel.

III. Corrélation entre les paramètres étudiés

III.1. Projections des variables et individus sur le plan factoriel (1 * 2) (Annexe 12).

Tableau IV : Projection des variables sur l'axe 1

| | |
|---|---|
| - | + |
| Protéines, conductivités, cendres, couleur et acidité. | |

Tableau V : Projection des individus sur l'axe 1

| | |
|-----------------|---|
| - | + |
| Echantillon M10 | |

L'analyse des résultats obtenus montre que la conductivité électrique, les protéines, la teneur en cendres, la couleur et l'acidité sont corrélés positivement. C'est-à-dire la conductivité électrique est en relation linéaire avec la teneur en cendres, la teneur en protéines, la couleur et l'acidité ; plus ces derniers diminuent plus la conductivité électrique correspondantes diminue. Ce résultat est en accord avec celui rapportés par **Al et al. (2009)** sur les miels de Roumanie. L'échantillon M10 présente la valeur la plus élevée en protéines, en conductivités électrique, en cendres, en acidité et une couleur plus foncée par rapport à d'autres échantillons.

Remarque : Les deux premiers axes ne suffisent pas pour bien représenter les variables parce que $20,36\% + 44,50\% < 75\%$, donc on considère 3 axes factoriels et l'interprétation se fait à partir des graphes donnés sur les 3 plans factoriels

III.2. Projections des variables et individus sur le plan factoriel (3 * 1) (Annexe 13).

Tableau VI : Projection des variables sur l'axe 3

| | |
|---------|-----|
| - | + |
| proline | HMF |

Tableau VII : Projection des individus sur l'axe 3

| | |
|----------------|----------------|
| - | + |
| Echantillon M2 | Echantillon M9 |

La proline et le HMF sont corrélés négativement. Autrement dit quand le HMF augmente la teneur en proline diminue. L'échantillon M9 présente la teneur la plus élevée en HMF et l'échantillon M2 présente la teneur la plus élevée en proline.

III.3. Projections des variables et individus sur le plan factoriel (3 * 2) (Annexe 14).

Tableau VIII : Projection des variables sur l'axe 2

| | |
|-----|------------|
| - | + |
| H2O | Brix et PH |

Tableau IX : projection des individus sur l'axe 2

| | |
|----------------|--------------------------------|
| - | + |
| Echantillon M9 | Echantillon M13, M14 et M7. |

Le Brix est corrélé positivement avec le pH et négativement avec la teneur en eau. Autrement dit quand le brix augmente le pH augmente. Cela peut être expliqué par le fait que lorsque la teneur en eau est élevée y'aura la conversion des sucres du miel en acide organique au cours du stockage, par l'action des micro-organismes (par exemple, une levure xérotolérante) ce qui augmente le niveau d'acidité totale. Les échantillons M13 et M14 présentent les valeurs les plus élevées en Brix et l'échantillon M7 présente la valeur la plus élevée en pH.

Ces résultats sont tout à fait logiques et concorde avec la littérature.

IV. Analyse sensorielle

Les jurés (apiculteurs) ont pu déguster les vingt (20) échantillons de miels et les a évalués à l'aide d'une fiche de dégustation mise au point en respectant une marche à suivre. Chaque juré a dégusté individuellement les différents miels, décrire précisément que possible leur couleur, aspect, odeur, leur saveur et leur arôme.

Sept apiculteurs ont participé à l'établissement des profils sensoriels des différents miels de la région de Tizi Ouzou.

IV.1. Les avis des apiculteurs

Les avis des apiculteurs sont présentés dans le tableau X suivant

Tableau X : Résultats de l'analyse sensorielle

| miel | | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 | M10 | M11 | M12 | M13 | M14 | M15 | M16 | M17 | M18 | M19 | M20 | |
|------------------------|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| couleur | Jaune pale | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 6 | | | | | | | 2 | | | 2 | | 2 | 2 | |
| | Jaune orangé | | | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | |
| | Très clair presque blanc | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | | | | | | | 5 | 4 | 6 | 1 | 4 | | 2 | |
| | Blanc | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 3 | 1 | | 3 | | 1 | |
| | Jaune d'or | 1 | | | | | | | | 2 | | 1 | | | | | | 2 | | 1 | 2 | |
| | Marron | | | | | | | | | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | | | | | | 2 | |
| | Marron foncé | | | | | | | | | 2 | 1 | 6 | 1 | 1 | 2 | | | | | | | |
| | Brun claire | | | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | | | | | | 1 | |
| aspect | Liquide | | | 4 | 3 | 1 | 1 | | 2 | 6 | 3 | 6 | 3 | 5 | 1 | | | | | 2 | 1 | |
| | Crémeux | 6 | 5 | 1 | 2 | 5 | 3 | 1 | 1 | | | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | | 5 | |
| | Pâteux | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | | | 2 | | | |
| | Cristallisé | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 6 | 4 | 1 | 3 | | 2 | 1 | 3 | 5 | 5 | 6 | 4 | 5 | 1 | |
| odeur | Puissante | 1 | | | 4 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | |
| | Fine | 5 | 7 | 6 | 3 | 6 | 3 | 4 | | 5 | 4 | 5 | 5 | 2 | 3 | 5 | 4 | 3 | 4 | 1 | 3 | |
| | lourde | | | 1 | | | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 2 | | |
| sucrosité | Forte | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | | 2 | 4 | | 1 | 2 | |
| | Bonne | | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | | 4 | 1 | |
| | Moyenne | 5 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 | | 6 | 2 | 4 | |
| | Faible | | | | | 1 | | | 4 | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | | | |
| saveur | Acide | 1 | 2 | | | 1 | | | | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 6 | 6 | |
| | Sucré | 5 | 4 | 6 | 7 | 5 | 4 | 7 | 1 | 7 | 5 | 5 | 5 | 6 | 5 | 5 | 7 | 6 | 6 | | 1 | |
| | Salé | 1 | 1 | 1 | | 1 | 2 | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | | |
| | Amer | | | | | | 1 | | 6 | | | | 1 | | | | | | | | | |
| Intensité de la saveur | Forte | 1 | 2 | 2 | 3 | | | 2 | 4 | 1 | | 1 | 2 | 2 | | 1 | 1 | 4 | | 3 | | |
| | Moyenne | 6 | 4 | 2 | 4 | 5 | 4 | 3 | | 6 | 6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 2 | 5 | 3 | 7 | |
| | faible | | 1 | 3 | | 2 | 3 | 2 | 3 | | 1 | 1 | | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | | |
| Arrière-gout | Acide | | | | 1 | | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | |
| | Tanin | 1 | | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | | 1 | 2 | 2 | 1 | |
| | Rance | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 2 | 1 | | 1 | 1 | |
| | Fumé | 1 | 3 | 5 | 3 | 6 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | |
| | Autre précession | 1 | 2 | | 2 | | 3 | 3 | 1 | 1 | | | 2 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 |

Remarque : Les chiffres représentent l’avis des sept apiculteurs.

IV.2. Caractérisation des miels

Nous rappelons que cet essai de type descriptif a pour finalité de définir les caractéristiques organoleptiques des miels.

Les résultats de la caractérisation des variétés selon l’avis majoritaire des dégustateurs (apiculteurs) sont comme suite dans le tableau XI.

Tableau XI : Résultats de l’analyse sensorielle pour les caractères des miels

| miel | Couleur | Aspect | odeur | sucrosité | saveur | Intensité de la saveur | Arrière-gout |
|------|----------------------------|-------------|-----------|-----------|--------|------------------------|--------------|
| M1 | Jaune pâle | Crémeux | Fine | Moyenne | sucrée | moyenne | rance |
| M2 | Jaune pâle | Crémeux | Fine | Forte | sucrée | moyenne | Fumé |
| M3 | Très clair, presque blanc | Liquide | Fine | Moyenne | sucrée | faible | Fumé |
| M4 | Très clair, presque blanc | Liquide | Fine | Forte | sucrée | moyenne | Fumé |
| M5 | Très clair, presque blanc | Crémeux | Fine | Bonne | sucrée | moyenne | Fumé |
| M6 | Jaune pâle | Crémeux | Fine | Moyenne | sucrée | moyenne | Fumé |
| M7 | Jaune pâle | Cristallisé | Fine | Forte | sucrée | moyenne | Fumé |
| M8 | Marron | Cristallisé | Lourde | Faible | Amer | forte | Acide |
| M9 | Marron | Liquide | Fine | Forte | sucrée | moyenne | Fumé |
| M10 | Marron foncé | Liquide | fine | Bonne | sucrée | moyenne | Acide |
| M11 | Marron | Liquide | Fine | Bonne | sucrée | moyenne | Fumé |
| M12 | Marron | Liquide | Fine | Forte | sucrée | moyenne | Fumé |
| M13 | Marron | Liquide | Puissante | Moyenne | sucrée | moyenne | Fumé |
| M14 | Très clair, presque blanc | Liquide | Puissante | Bonne | sucrée | moyenne | Tanin |
| M15 | Très clair, presque blanc | Cristallisé | Fine | Moyenne | sucrée | moyenne | Fumé |
| M16 | Très clair, presque blanc | Cristallisé | Fine | Moyenne | sucrée | moyenne | Fumé |
| M17 | Jaune pâle | Cristallisé | Fine | Bonne | sucrée | forte | Fumé |
| M18 | Très clair, presque blanc. | Cristallisé | Fine | Moyenne | sucrée | moyenne | Fumé |
| M19 | Marron | Cristallisé | Fine | Bonne | sucrée | moyenne | Fumé |
| M20 | Jaune pâle | Crémeux | puissante | moyenne | sucrée | moyenne | Fumé |

IV.2.1. Couleur

Les résultats du test de dégustation pour la couleur sont mentionnés dans la figure 28.

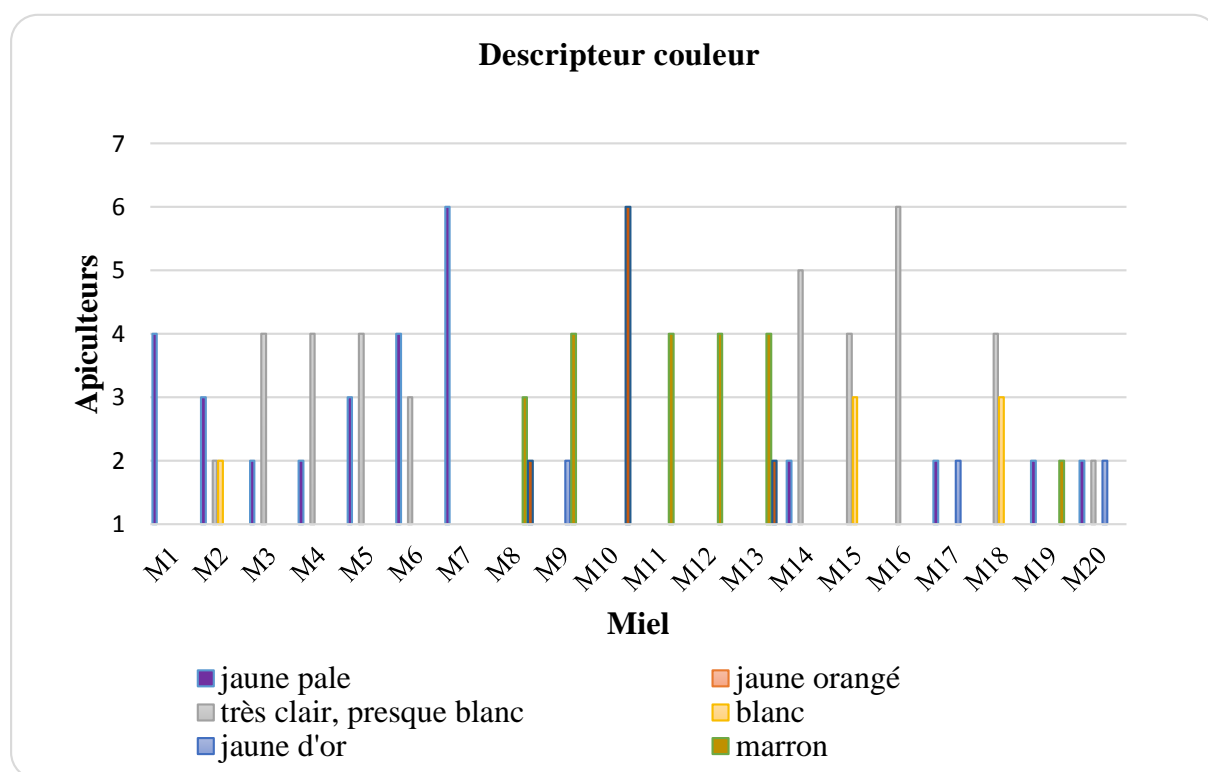


Figure 19 : Résultats de l'analyse sensorielle pour la couleur des miels.

D'après la figure ci-dessus les apiculteurs en jugés que :

Les miels M1, M2, M6, M7 et M20 sont Colorés en couleur jaune pâle. Les deux miels M1 et M2 ils sont du même origine géographique (Khenchela) aussi les miels M6 et M20 ils sont du même origine géographique (Laghouat).

Les miels M3, M4, M5, M14, M15, M16 et M18 sont Colorés en couleur très clair, presque blanc. Les miels M3, M4 et M5 ils sont du même origine géographique (Oued Souf) aussi Les miels M16 et M18 ils sont du même origine géographique (Tlemcen).

Les miels M8, M9, M11, M12, M13 et M19 sont Colorés en couleur marron. Les miels M8, M11 et M12 ils sont du même origine géographique (Biskra).

Le miel M10 est Coloré en couleur marron foncé.

La classification par la couleur des miels monofloraux est très importante pour les activités commerciales (**El Sohaimy et al., 2015**). La couleur provient de matières pigmentaires diverses du nectar (**Hooper, 1980**). La couleur des miels dépend de la teneur en éléments minérales de chaque miel, autrement dit plus le taux de matières minérales est élevé plus la couleur est foncée (**Louveaux, 1968**). Cela confirme que les miels M3, M4, M5, M14,

M115, M16 et M 18 ont moins de cendre et de de gout, par contre les miels M8, M9, M11, M12, M13, M20 et M19 ils ont riche en minéraux et en pollens et les plus commercialisé et préféré par les consommateurs.

Les miels M1, M2, M6, M7 et M20 ils ont une quantité moyenne de la cendre par apport aux miels précédents.

II.2.2. Aspect

Les résultats du test de dégustation pour l'aspect sont mentionnés dans la figure 29.

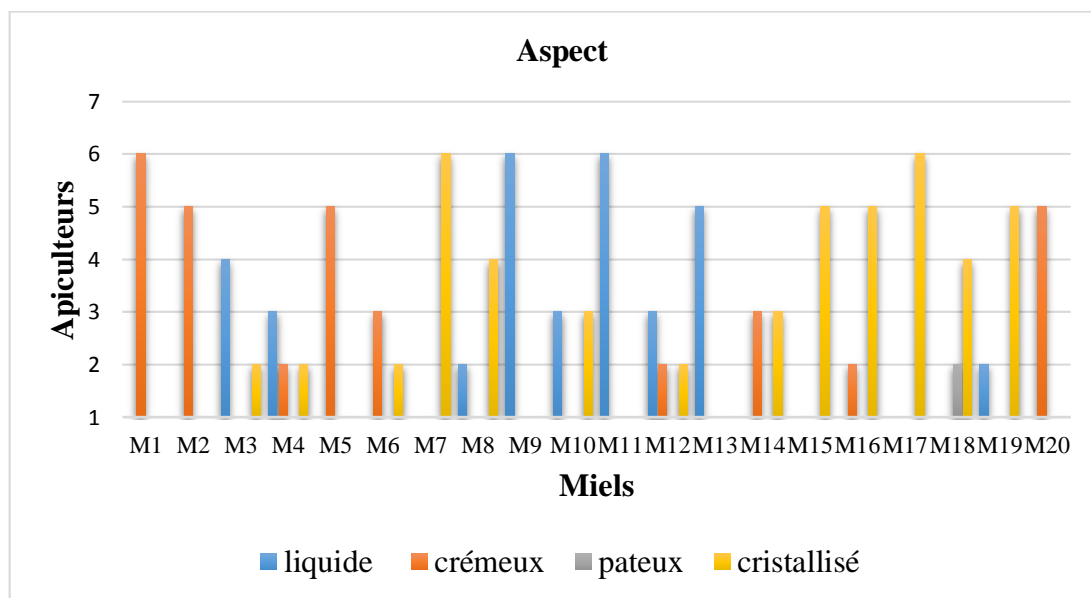


Figure 20 : Résultats de l'analyse sensorielle pour l'aspect des miels.

D'après la figure ci-dessus les apiculteurs en jugés que :

Les miels M7, M8, M15, M16, M17, M18 et M19 ont un aspect cristallisé.

Les miels M3, M4, M9, M10, M11, M12, M13 et M14 ont un aspect liquides.

Les miels M1, M2, M5, M6 et M20 ont un aspect crémeux.

Le miel est parfaitement fluide au moment de son extraction, ne reste cependant pas dans cet état de façon indéfinie (**White et al., 1962**).

Le pourcentage relatif de deux sucres majeurs glucose et fructose est la principale raison qui conduit à la cristallisation du miel, et détermine s'il cristallise rapidement ou lentement. Ce qui cristallise c'est le glucose, du fait de sa solubilité inférieure. Le fructose est plus soluble dans l'eau que le glucose qui reste fluide (**Phillips, 1929 ; Kodounis, 1962 ; Bogdanov, 1993**). Lorsque le glucose cristallise, il se sépare de l'eau et se présente sous la

forme de minuscules cristaux (**Bogdanov, 1993**). Vis-à-vis le consommateur, un miel granulé est généralement peu apprécié (**Assil et al., 1991**). D'après cette conclusion on peut déduire, que les miels M7, M8, M15, M16, M17, M18 et M19 cristallisés parce que ils contiennent une grande quantité du glucose par contre les miels M3, M4, M9, M10, M11, M12, M13 et M14 leur sucre dominant c'est le fructose.

Le miel crémeux a été défini par tabouret (1978) comme étant un miel cristallisé contenant des petits cristaux (diamètre inférieur à 30 μ m) inaperçus par le consommateur. Cela confirme que les miels M1, M2, M5, M6 et M20 qui sont crémeux contenant des petits cristaux inaperçus.

II.2.3. Odeur

Les résultats du test de dégustation concernant l'odeur sont mentionnés dans la figure 30

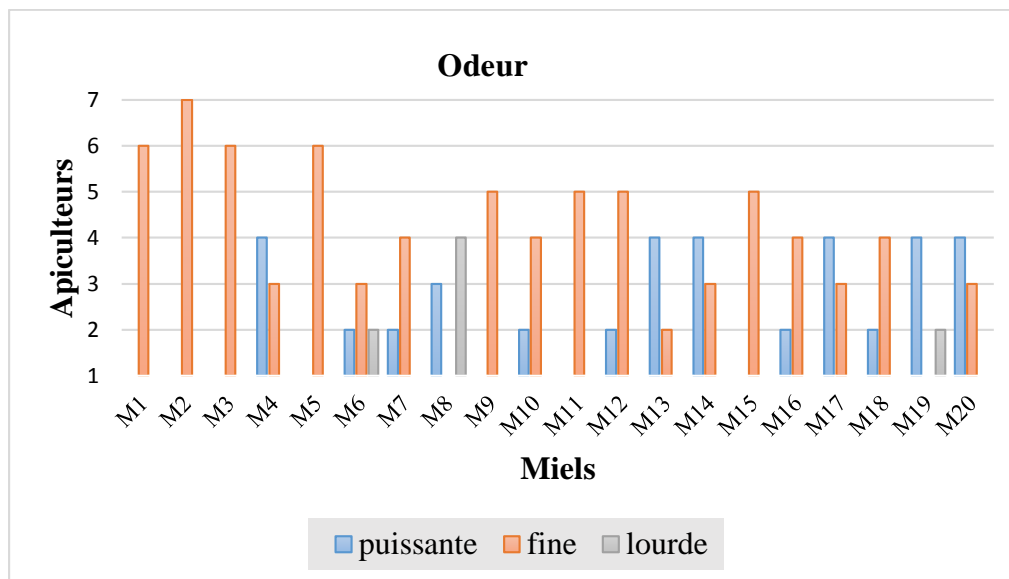


Figure 21 : Résultats de l'analyse sensorielle pour l'odeur des miels.

D'après la figure ci-dessus les apiculteurs en jugés que :

Les miels M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M9, M10, M11, M12, M15, M16, M17, M18 et M19 ont une odeur fine.

Les miels M13, M14 et M20 ont une odeur puissante qui peut être expliqué par leur origine florale.

Le miel M8 a une odeur lourde.

L'odeur du miel est variable (**Blanc, 2010**), Considérer comme deuxième élément pour déguster pleinement un miel est d'en capter les effluves dès l'ouverture du pot. Les odeurs varient considérablement mais s'évaporent très rapidement. Elles sont végétales, puissantes ou non, florale ou fruitées, fines, lourdes, vulgaires (**Guerzou et al., 2002**).

II.2.4. Gout et arôme

Il s'agit des arômes, de la saveur (acide, sucrée, salée, amère) et de la flaveur par voie rétro nasale. Ils sont végétaux, floraux, empyreumatiques, fins, puissants ou persistants, exogènes. L'arrière-goût peut être amer ou acide et laisse en fin de bouche de tanin, de rance, de fumée (**Mokeddem, 1997**).

II.2.4.1. Sucrosité

Les résultats du test de dégustation pour la sucrosité sont mentionnés dans la figure 31.

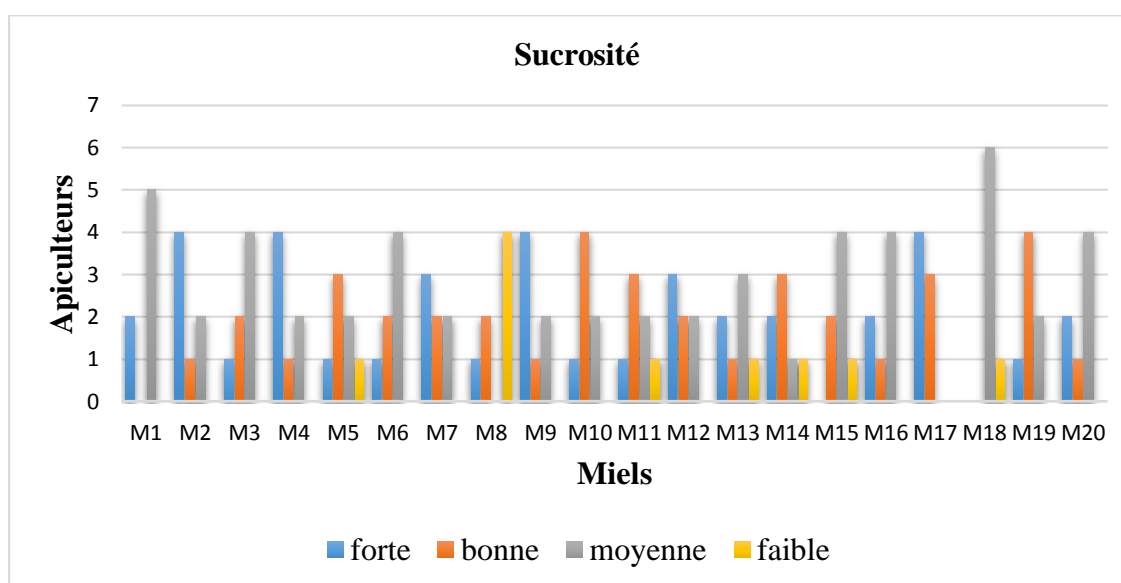


Figure 22 : Résultats de l'analyse sensorielle pour la sucrosité des miels.

D'après la figure ci-dessus les apiculteurs en jugés que :

Les miels M1, M3, M6, M13, M15, M16, M18 et M20 ont une sucrosité moyenne.

Les miels M2, M4, M7, M9 et M12 ils ont une sucrosité forte.

Les miels M5, M10, M11, M14, M17 et M19 ils ont une sucrosité bonne.

Le miel M8 a une sucrosité faible.

Les glucides sont présents en quantité de 78 à 80%. Les principaux glucides constitutifs du miel sont le fructose et le glucose avec une prédominance du fructose, et une petite quantité d'oligosaccharides, disaccharides et trisaccharides (**Delphine, 2010**). Certains

proviennent du nectar ou du miellat (d'origine végétale), d'autres apparaissent seulement comme des produits secondaires après transformation par les enzymes de l'abeille (**Lequet, 2010**).

Selon l'étude réalisée par **Boumedjel et al., (2002)**, la teneur en sucre a marqué une diminution significative comme conséquence de leur implication en réaction pendant le traitement thermique. D'autre part, **Gonnet et al., (1964)**, ont rapporté que la pasteurisation a causé une légère modification de la teneur en glucose de certains miels. D'après **cheftel, (1976)**, les sucres réducteurs qui peuvent participer dans la réaction de Maillard sont les aldoses, les cétooses, les acides uroniques, les disaccharides réducteurs, etc. les pentoses sont plus réactifs que les hexoses, les aldoses plus que les cétooses.

Le pouvoir sucrant du miel est de 120-135 environ. Il est supérieur à celui du saccharose (100) pris comme référence. Ceci est dû par la présence du fructose avec son pouvoir sucrant très élevé (173) (**Apfelbaum et al.,1993**). Le pouvoir sucrant du glucose est de 74.

D'après cette conclusion on peut dire que les miels qui ont une forte sucrosité comme les échantillons M2, M4, M7, M9 et M12 ils ont une quantité de sucre supérieure par apports a d'autres miels donc ils sont aussi riches en fructose plus que le glucose.

II.2.4.2. Saveur

Le goût spécifique de chaque variété de miel est dû aux caractères aromatiques de la fleur dominante butinée (**Mahouachi, 2008**).

L'arôme du miel dépend de sa composition en fraction volatile, qui est influencée par l'origine florale et la composition du nectar (**Glory et al., 2007**).

Les résultats du test de dégustation pour la saveur sont mentionnés dans la figure 32.

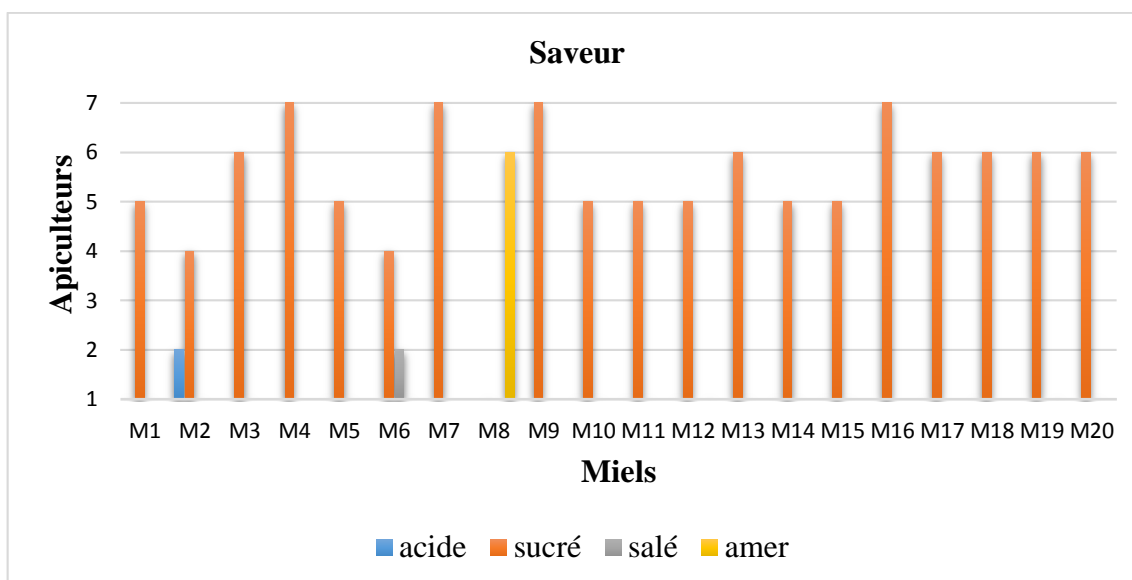


Figure 23 : Résultats de l'analyse sensorielle pour la saveur des miels.

D'après la figure ci-dessus les apiculteurs en jugés que :

Les miels M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18, M19 et M20 ont une saveur sucrée

Le miel M8 a une saveur amère qui est une saveur élémentaire qui peut provoquer par des solutions aqueuses diluées de diverses substances telles que la quinine et la caféine (**Norme ISO 5492,1992**).

II.2.4.3. Intensité de la saveur

Les résultats du test de dégustation pour l'intensité de la saveur sont mentionnés dans la figure 33.

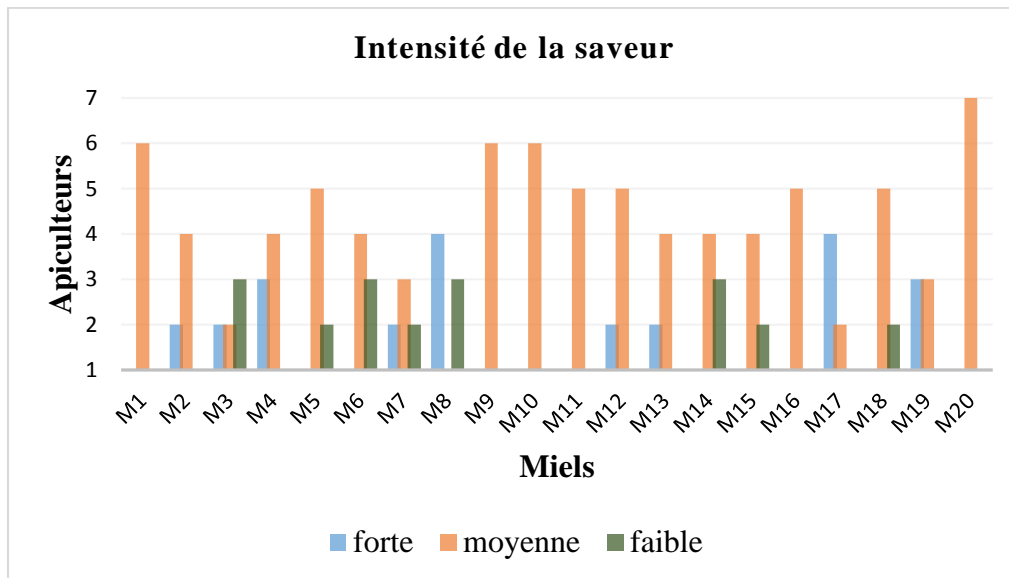


Figure 24 : Résultats de l'analyse sensorielle pour l'intensité de la saveur des miels.

D'après la figure ci-dessus les apiculteurs en jugés que :

Les miels M8 et M17 ont une intensité de saveur forte.

Les miels M1, M2, M4, M5, M6, M7, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, M18, M19 et M20 ont une intensité de saveur moyenne.

Le miel M3 il a une intensité de saveur faible.

Des substances aromatiques ont été détectés dans le miel. Ces arômes jouent un rôle important dans l'appréciation sensorielle du miel. Les substances aromatiques se conservent mieux si le miel est stocké au froid dans des récipients fermés (**Bogdanov et al., 2003**).

II.2.4.4. Arrière-goût

L'arrière-goût est une sensation olfacto - gustatif qui diffère des sensations qui étaient perçu quand le produit était on bouche ; l'arrière-goût indique la présence de sensations aromatiques dans la bouche qui subsistent après avoir avalé le produit et qui sont différentes de celles perçues initialement. La qualité des sensations peut être décrite avec la même terminologie que celle utilisée pour expliquer les sensations olfactives.

Les résultats du test de dégustation pour l'arrière-gout sont mentionnés dans la figure 34.

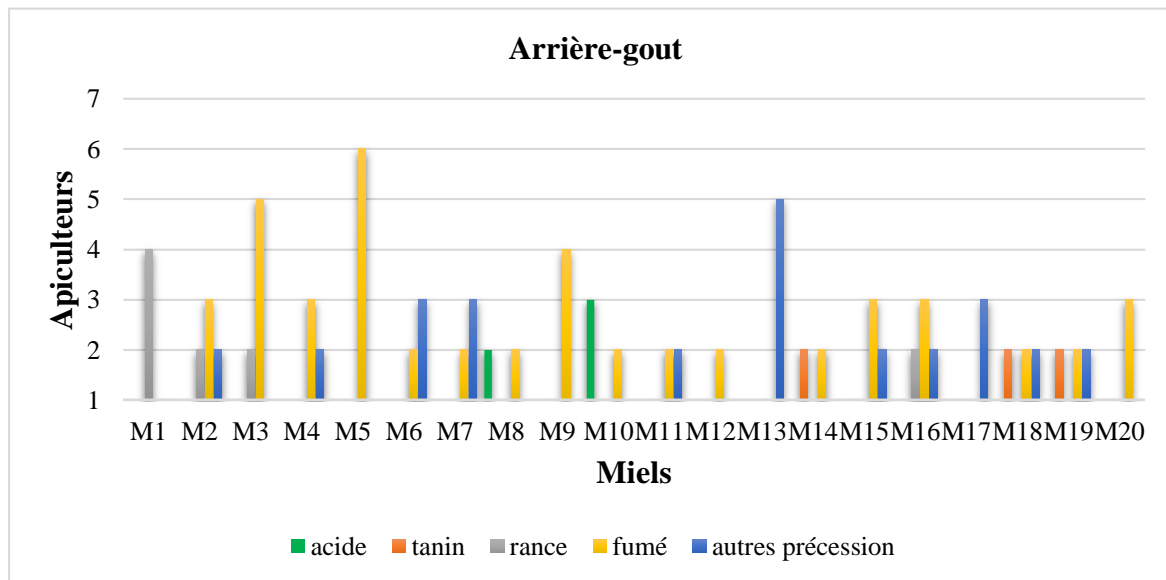


Figure 25 : Résultats de l'analyse sensorielle pour l'arrière-gout des miels.

D'après la figure ci-dessus les apiculteurs en jugés que :

Les miels M2, M3, M4, M5, M9, M11, M12, M15, M16, M18, M19 et M20 ont un arrière-gout fumé.

Les miels M8 et M10 ont un arrière-gout acide qui peut être expliqué par la présence d'acide gluconique qui donne le caractère acide aux miels (**Kary, 1987**).

Le miel M1 a un arrière-gout rance.

Le miel M14 a un arrière-gout tanin

Certains miels peuvent avoir une odeur de fumée, de métal de fermentation ou de produits chimiques cet état pourrait provenir des manipulations de l'apiculteur, c'est un défaut ne doit pas être perceptible (**Mokeddem, 1998**). Si le rucher peut être alimenté en courant, un souffleur Cela met de la fumée dans les rayons et donne au miel un arrière-goût de fumée ce qui est très dommageable pour un miel (**Guillaume, 2010**).

II.3. Origine végétale

Les résultats du test de dégustation pour origine végétal sont mentionnés dans la figure 35.

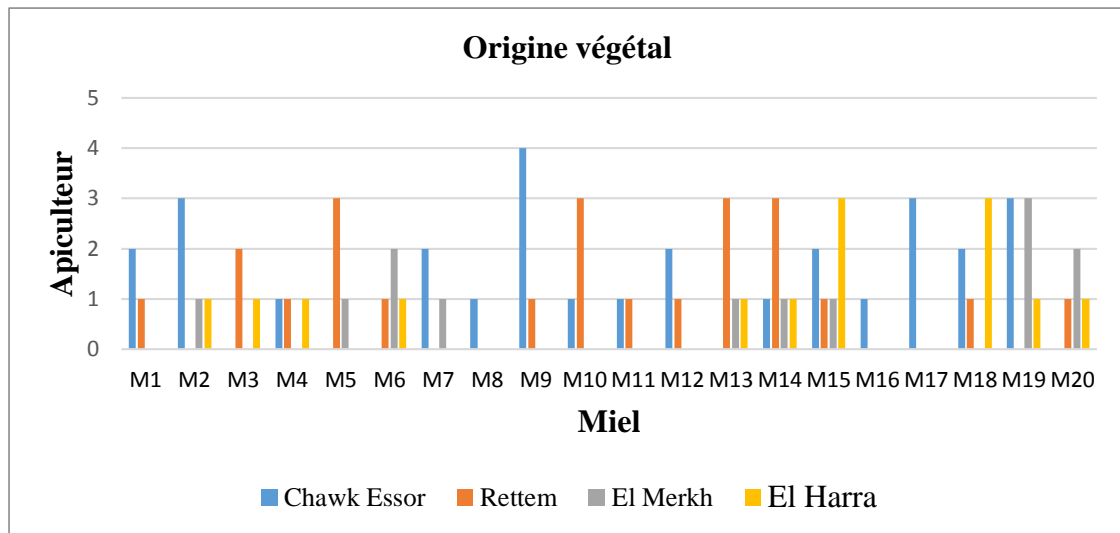


Figure 26 : Résultats de l'analyse sensorielle pour l'origine végétale des miels.

Dans cette analyse, on a fait une comparaison entre l'avis des apiculteurs qui ont participé à la dégustation du miel et l'avis des apiculteurs producteurs des miels étudiés.

D'après la figure ci-dessus les apiculteurs en jugés que :

Les échantillons M1, M2, M7, M9 et M12 ont le même origine botanique (plante Chawk essor).

Les échantillons M3, M5, M10, M13 et M14 ont le même origine botanique (plante Rettem).

Les échantillons M6, M19 et M20 ont le même origine botanique (plante El merkh)

Selon les apiculteurs producteurs :

Les échantillons M1 et M2 sont de même origine botanique (plante de moutarde)

Les échantillons M3, M4, M5 et M6 sont de même origine botanique (Plante El markh).

L'échantillon M10 c'est un miel d'Acacia.

Les échantillons M11, M12 et M13 sont de même origine botanique (plante Rettem).

L'échantillon M8 c'est le miel amer d'un herbacé (Maguramane).

Les échantillons M14, M15, M16, M17, M18 et M19 sont de même origine botanique (plante Chawk essor).

Le miel M9 c'est un miel multi floral.

L'échantillon M7 c'est un miel de Thapsia.

L'échantillon M20 c'est un miel de l'arbousier + Thapsia.

D'après la comparaison des 2 résultats on peut dire que les apiculteurs n'ont pas réussi à trouver l'origine botanique des miels étudiés donc l'analyse sensorielle est insuffisante pour confirmer l'origine végétale des miels monoflorale.

Tous les miels possèdent intrinsèquement la signature de leurs origines. Il s'agit d'une sorte "d'empreinte digitale" pleine d'informations. La méliissopalynologie est une science qui permet de décrypter cette "empreinte" (**Sawyer, 1988**). Elle repose sur l'identification et la quantification des éléments figurés présents dans le culot de centrifugation après examen au microscope photonique (**Ouchemoukh, 2012**). Les classes de fréquence des grains de pollen sont données comme pollen prédominant (> 45 %), pollen secondaire (16 – 45 %), pollen mineur (3 – 15 %) et pollen rare ou isolé (1 – 3 %) (**Ouchemoukh et al., 2007 ; Makhloufi et al., 2010**). Un miel est considéré comme étant monofloral lorsque le nombre de pollens dominants provenant d'une espèce de fleur est supérieur ou égal à 45.

Conclusion et perspectives

Conclusion

Notre étude consiste en la contribution à la détermination des caractéristiques de vingt échantillons de miel récoltés à travers neuf wilayas, en l'occurrence Khenchela, Oued Souf, Laghouat, Skikda, Biskra, Mostaganem, Bayedh, Naama et Tlemcen et de s'approcher à l'identification préliminaire de leurs origines botaniques.

Les principaux paramètres étudiés sont ceux physico chimiques, dosages biochimique et ceux liée à l'analyse sensorielle.

Au terme de ce travail, nous avons pu constater que la plupart des résultats physico-chimique et dosage biochimique sont situés dans la fourchette des valeurs recommandé par le codex alimentarius. En effet le ph des miels étudiés varie de 3,15 à 6,21, laissant supposer que la majorité des échantillons analysés sont issus de nectar a l'exception des échantillons M7, M10, M11, M12, M13 et M14. L'acidité libre et la teneur en HMF des miels étudiés présentent des valeurs respectivement allant de (1,8 à 14 Meq/kg) (0 à 27,86 mg/kg). Ces valeurs témoignent de l'absence de fermentation de ces échantillons. La teneur en cendres (0,024 à 1,202 %), la conductivité électrique (0,166 à 0,802 ms/cm) et la couleur (0,17 à 1,35 ABS), confirme que presque tous les échantillons ont comme origine le nectar a l'exception de l'échantillon M10 qui peut être issu de miellat ou bien c'est un cas exceptionnel de nectar. Les résultats de la teneur en eau montrent que là plus part des échantillons contiennent un taux d'humidité qui correspond au norme donc ils sont protégés contre toutes altération microbienne, a l'exception des échantillons M9 et M10, qui présentent des teneurs non conformes aux normes qui peuvent être du a un stockage dans des conditions inappropriées. La teneur en proline et le degré de brix confirme que tous les miels étudiés sont authentiques.

Les résultats de L'analyse sensorielle obtenus dans le cadre de cette étude ont permis d'employer des techniques d'analyse sensorielle pour la description d'un aliment et Comparer les différentes qualités organoleptiques des miels.

Mais on n'a pas pu identifier l'origine botanique exacte des échantillons du miel pour cela il faut une confirmation par l'étude méliissopalynologique qui a pour objet la détermination de l'origine végétale et l'infirimation des dénominations florale du miel.

Perspectives

- Effectuer des analyses physico-chimique sur une large gamme d'échantillons de miel de pays avec des moyens plus sophistiqués.
- Poursuivre la recherche par une analyse pollinique qui permet d'estimer l'origine botanique du miel grâce à l'identification et à la quantification des grains de pollen.
- Effectuer d'autres analyses dans le but de détecter les différents risques que le miel peut avoir
- Construire des laboratoires de contrôle de qualité de miel à l'échelle nationale pour protéger ce produit.

Références bibliographiques

- Aazza S., Elamine Y., El-Guendouz S., Lyoussi B., Antunes M.D., Estevinho L.M., Anjos O., Carlier J.D., Costa M.C. and Miguel M.G. (2017).** Physicochemical characterization and antioxidant activity of honey with *Eragrostis* spp. pollen predominance *J. food biochem.*
- Abu-Tarbousch H.M., Al-Kahtani H.A., El-Sarrage M.S. (1993).** Floral-type identification and quality evaluation of some honey types. *J. Food Chem*, 46, 13.
- Abselami A., Tahani A., Sindic M., Fauconnier M.L., Bruneau E. and Elbachiri A. (2018).** Physicochemical Properties of some Honeys Produced from Different Flora of Eastern Morocco. *J.Mater. Environ. Sci*, 9(3) : 879-889.
- AFNOR, (2010).** Analyse sensorielle. Directives générales pour la conception des locaux destinés à l'analyse. Partie 1 : sujets qualifiés. NF EN ISO 8589, 2010. La Plaine Saint Denis : AFNOR,17.
- Ajlouni S., Sujirapinyokul P. (2010).** Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian Hone. *J. Food Chem*, 119: 1000-1005.
- Al M.L., Dezmirean D., Moise A., Bobis O., Laslo L. et Bogdanov S. (2009).** Physicochemical and bioactive proprieties of different floral origin honeys from Romania. *J. Food chemi*, 112: 863-867.
- Aliferis K.A., Tarantilis P.A., Harizanis P.C. and Alissandrakis E. (2010).** Botanical discrimination and classification of honey samples applying gas chromatography/mass spectrometry fingerprinting of headspace volatile compounds. *J.Food Chem*, 121: 856–862.
- Alissandrakis E., Tarantilis P.P., Harizanis. and Polissiou M. (2005).** Evaluation of four isolation techniques for honey aroma compounds. *J. Sci. Food Agric*, 85:91-97.
- Alissandrakis E., Tarantilis P.A., Harizanis P.C. and Polissiou M. (2007).** Aroma investigation of unifloral Greek citrus honey using solid-phase microextractio coupled to gas chromatographic-mass spectrometric analysis. *J. Food Chem*, 100 (1): 396–404.
- Al-Khalifa A.S., Al-Arify I.A. (1999).** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys. *J. Food Chem*, 67: 21–25.
- Al-Mamary M., Al-Meerri A., Al-Habori M. (2002).** Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *J. Nutri Res*, 22, 10411047.
- Alvarez-Suarez J.M., Tulipani S., Diaz D., Estevez Y., Romandini S., Giampieri F., Damiani E., Astolfi P., Bompadre S. and Battino M. (2010).** Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *J. Food Chem Toxi*, 48: 2490-2499.
- Alvarez L.M. (2010).** Honey proteins and their interaction with polyphenols. Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Brock, 93p.

- Amiot M.J., Aubert S., Gonnet M. et Tachini M. (1989).** Les composés phénoliques des miels : étude préliminaire sur l'identification et quantification par familles. *Apidologie*, 20 (2): 115-125.
- Amri A., Ladjama A. et Tahar A. (2007).** Etude de quelques miels produits à l'est Algérien : Aspect physico-chimique et biochimique. *Synth*, 17 :57-63.
- Amri A., Ladjama A. (2013).** Physicochemical characterization of some multifloral honeys from honeybees *Apis mellifera* collected in the Algerian northeast. *A. J. Food Sci*, 77 :168-173.
- Amri A., Ladjama A. et Tahar A. (2007).** Etude de quelques miels produits à l'est Algérien : Aspect physico-chimique et biochimique. *Synth*, 17 : 57-63.
- Andrade P.B., Amaral M.T., Isabel P., Carvalho J.C.M.F., Scabra R., Cunha A.P., (1999).** Physicochemical attributes and pollen spectrum of Portuguese heather honeys. *J. Food Chem*, 66: 503–510.
- Anklam E. (1998).** A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *J. Food Chem*, 63: 549–562.
- Anklam E. (2001).** HPLC flavonoid profiles as markers for the botanical origin of European unifloral honeys. *J. Sci. Food Agric*, 81:485-496.
- Anonymous. (2005).** Turkish Food Codex Standard for Honey (No:2005/ 49), Official Gazette 26026/17.12.2005, Turkish Prime Ministership, Ankara, Turkey.
- Anso J. (2012).** Du miel à volonté. D2A, N°. 1, 23 p.
- AOAC. (1990).** Official Methods of Analysis. 15th Ed. In K. Helrich. www.docteurabeille.com.
- AOAC. (1995).** Official methods of analysis 16th Ed. Washington, DC: Association of Official Analytical.
- AOAC. (2012).** George W Jr Latimer; Association of official analytical chemists international. 19 ed
- Apfelbaum M., Forrat C. and Millus F. (1993).** Diététique et nutrition, 3^e Ed., Masson, 479.
- Assil H.I. (1991).** Crystal control in processed liquid honey. *J. Food Sci*, 56(4):1034.
- Ayoub S.M.H., Makawi S.Z.A. and Gadkariem E.A. (2009).** Determination of antioxidant flavonoids in Sudanese honey samples by solid phase extraction and high performance liquid chromatography. *E. J. Chem*, 6: S429–S437.
- Azonwade F.E., Paraiso A., Dossa CPA et al. (2018).** Physicochemical characteristics and microbiological quality of honey produced in Benin. *J. Food Qual*, 2018:1–13.
- Badren M.A. (2016).** La situation de l'apiculture en Algérie et les perspectives de développement. 26.

- Baroni M.V., Nores M.L., Díaz M.D.P., Chiabrando G.A., Fassano, J.P., Costa C. and Wunderlin D.A. (2006).** Determination of volatile organic compound patterns characteristics of five unifloral honeys by solid- phase microextraction-Gas chromatography-mass spectrometry coupled to chemometrics. *J. Agric. Food Chem*, 54: 7235–7241.
- Barra M.P.G., Ponce-Díaz M.C. (2010).** Venegas-Gallegos, C. Volatile compounds in honey produced in the central valley of Ñuble province, Chile. *Chilean J. Agric. Res*, 70: 75–84.
- Bath P.K., Singh N. (1999).** A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honey. *J. Food Chem*, 67: 389–397.
- Belay A., Solomon W.K., Bultossa G., Adgaba N. et Melaku S. (2013).** Physicochemical properties of the Hareenna forest honey. Bale. Ethiopia . *J. Food Chem*, 141:3386–3392.
- Bentabol-Manzanares A., Hernández-García Z., Rodríguez-Galdón B., Rodríguez-Rodríguez E. and Díaz-Romero C. (2011).** Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition. *J. Food chem*, 162(2):664-672.
- Bertoncelj J., Dobersek U., Jamnick M. and Golob T. (2007).** Evaluation of phenolic content: antioxidant activity and colour of Slovenian honeys. *J. Food Chem*, 105: 822-828.
- Beslo D., periskic M., Tucak Z. and Tucak I. (2004).** Influence of the Beehive type on the quality of honey. *Coll Antrop*, 28(1): 463-467.
- Bettar I., Gonzalez-Miret M., Hernanz D., Marconi A., Heredia F.J. and Terrab A. (2015).** Characterisation of Moroccan Spurge (*Euphorbia*) honeys by their physicochemical characteristics, mineral contents and colour. *A. J. Chem*.
- Bhandari B., D'Arcy B. and Chow S. (1999).** Rheology of selected Australian honeys. *J. Food Eng*, 4: 65–68.
- Blanc M. (2010).** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 142 .
- Bogdanov S., Bieri K., Figar M., Figueiredo V., Iff D., Känzig A., Stöckli H. et Zürche K. (1995).** Miel: définition et directives pour l'analyse et l'appréciation. Centre Suisse de Recherches Apicoles :1-26.
- 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. and Ivanov T. (1997).** Harmonised Methods of the European Honey Commission. *Apidologie*, 1– 59.
- Bogdanov S., Lüllman C., Martin P., Von Der Ohe W., Russmann H., Vorwohl G., Persano-Oddo L., Sabatini A.G., Marcazzan G. L., Piro R., Flamini C., Morlot M.,**

- Heritier J., Borneck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A. Ivanov T., D'Arcy B., Mossel B. et Vit P. (1999).** Honey quality and international regulatory standards: review by the international honey commission. *Bee World*, 80(2): 61–69.
- Bogdanov S. (2002).** Harmonised methods of the international honey commission Swiss Bee Research Centre FAM, Liebefeld, CH-3003 Bern, Suisse.
- Bogdanov S., Ruoff k. et Oddo L.P. (2004).** Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honey. *Apidol*, 35: 4-17.
- Bogdanov S., Bieri K., Kilchenmann V. et Gallmann P. (2005).** Miels monofloraux suisses. *ISSN 1661-0814*.
- Bogdanov S., Tomislav J., Sieber R. and Gallmann P. (2009).** Honey for Nutrition and Health. *A. J. Coll Nutri*, 27: 677-689
- Bonté F., Desmoulière A. (2013).** Le miel: Origine et composition. *Actualités Pharm*, 531: 18–21.
- Bourkache F., Perret C. (2014).** La filière apicole dans les Wilayate de Tizi-Ouzou et de Blida : une ressource territoriale en devenir. HAL.17.
- Boussaid A., Donsi F., Chouaibi M., Ferrari G., Rezig L., Hamdi S. and Hellal R. (2018).** Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *A. J. Chem*, 11: 265–274.
- Bradford M.M. (1976).** A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the Principe of protein-dye binding. *Analy biochem*. 72 : 248-254.
- Bruneau E. (2004).** Les produits de la ruche. Ed: RUS TICA.354-384
- Bruneau E. (2011).** Chapitre IX : Les produits de la ruche. In: Clément et al., *Le traité rustica De l'apiculture*. Éditions Rustica, Paris, 354-387.
- Bradbear N. (2005).** Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. *ISSN 1813-6001*, Rome, 64.
- Capolongo F., Baggio A., Piro R., Schivo A., Mutinelli F., Sabatini A.G., Colombo R., Marcazzan G.L., Massi S. and Nanetti A., (1996).** Trattamento della varroasi con acido formico: accumulo nel miele e influenza sulle sue caratteristiche. *L'Ape nostra Amica*, 18 : 4-11.
- Castro-Vazquez L., Díaz-Maroto M.C. and Perez-Coello M.S. (2006).** Volatile Composition and contribution to the aroma of spanish honeydew honeys. Identification of a new chemical marker. *J. Agric. Food Chem*, 54(13): 4809-4813.

- Castro-Vázquez L., Díaz-Maroto M.C. and PérezCoello M.S. (2007).** Aroma composition and new chemical markers of Spanish citrus honeys. *J. Food Chem*,103: 601-606.
- Castro-Várquez L., Díaz-Maroto M.C. and Gonzalez-Viñas M.A. (2008).** de la Fuente, E., Pérez-Coello, M.S. Influence of storage conditions on chemical composition and sensory properties of citrus honey. *J. Agric. Food Chem*, 56:1999–2006
- Cavalier É. (2013).** Le miel : composition et technique de production. Mémoire de master de traduction italien-français. Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3, 103.
- Cavia M.M., Fernandez-Muino M.A., Alonso-Torre S.R., Huidobro J.F. and Sancho M.T. (2007).** Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *J. Food Chem*, 100: 1728– 1733.
- CBI Market Intelligence. (2015).** Monofloral Honey in the UK. P.O. Box 93144.
- Cereser Camara V., Laux D. (2010).** Moisture content in honey determination with a shear ultrasonic reflectometer. *J. Food Eng*, 96: 93–96.
- Chakir A., Romane A., Marcazzan G.L. and Ferrazzi P. (2001).** Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco, *A. J. chem*.
- Chataway H.D. (1935).** Honey tables, showing the relationship between various hydrometer scales and refractive index to moisture content and weight per gallon of honey. *Can. Bee J*, 43: 215–220.
- Chauvin R. (1968).** Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche. In : *Traité de biologie de l'abeille*. Editions Masson et Cie, Paris, Tome, 3 : 116-154.
- Cheftel J., Cuq J. and Lorient D. (1989).** Protéinase Alimentarias Ed. Acribia, Zaragoza, España, 37– 47.
- Cherbuliez. (2001).** Apithérapie, CD Rom concu par la société apimondia et anonyme API-AR International à Bruxelles (Belgique).
- CIM. (1997).** Comité international du miel. Qualité du miel et normes Internationales du miel.
- Cimpoiu C., Hosu A., Miclus V. and Anitta Puscas. (2013).** Determination of the floral origin some Romanian honeys on the basis of physical and biochemical properties. *SpectrochiActa* 100 : 149– 154.
- Clémence H. (2005).** Le miel : de la source a la thérapeutique. Thèse de doctorat, pharmacie. Université Henri Poincaré Nancy 1, 96.
- Clément M.C. (2002).** Melissopalynologie en Nouvelle-Caledonie, importance des spectres polliniques dans la typification des miels. *Mém. E.P.H.E.*, 77.
- Clement H. (2002).** Guide des miels ; Paris ; Rustica ; 64 .
- Clement H. (2011).** Le traité Rustica de l'apiculture. Rustica Ed, 528.

- Codex Alimentarius. (1998).** Qualité du miel et normes internationales relatives au miel-rapport de la commission internationale du miel. Ratia G.
- Codex Alimentarius. (2001).** Revised codex standard for honey. Codex standard 12-1981, *Rev*, 1 (2): 1-7.
- Codex Stan 12. (2001).** Codex norme pour le miel, Norme adoptée en 1981. Révisions en 1987.
- European Comission (2002).** European Commission Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey. *Off J. Eur Communities*, 10:47.
- Conti M.E., Stripeikis J., Campanella L., Cucina D. and Tudino M.B. (2007).** Characterization of Italian honeys (Marche Region) on the basis of their mineral content and some typical quality parameters. *Cent. J. Chem*, 1(14):14.
- Cordella C. (2003).** Caractérisation des aliments et Détection de l'Application aux Miel. Thèse de doctorat ES-sciences, science chimiques. Université de Nice Sophia Antipolis,184.
- Crane E. (1975).** *Honey: A Comprehensive Survey*, Heinemann: London.
- Cuevas-Glory L., Pino J., Santiago L., and SauriDuch E. (2007).** A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *J. Food Chem*, 103:1032-1043
- Cuevas-Glory L.F., Ortis-Várquez E., Centurión-Yah A., Alea J.A.P., Sauri-Duch E., (2008)** Solid-phase micro extraction method development for headspaceanalysis of volatile compounds in honeys from Yucatan. *Téc. Pecu. Méx*,46 : 387–395.
- Dailly H. (2010).** Le réfractomètre, un outil essentiel, *Technique*, 3.
- Dany. (1983).** La récolte moderne du pollen. Apicole. *Eur. Apicoles*. Paris.
- D'Arcy B.R., Rintoul G.B., Rowland C.Y. and Blackman A.J.J. (1997).** *Agric. Food Chem*, 45: 1834-1843.
- Da Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Oliveira Costa A.C. and Fett R. (2016).** Horney : Chemical composition, stability and authenticity. *J. Food Chem* ,196, 309–323.
- Décret n°2003-587 du 3 juin 2003** pris pour l'application de l'article L. 214-1 du code de la Consommation en ce qui concerne le miel.
- Delphine I. (2010).** Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Thèse du doctorat.
- Deschamps V.C. (1998).** Production et commercialisation du miel. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 118 .
- Desmouliere A., Bonte F., Couquet Y. et Rigal M.L. (2013).** Le miel, quel intérêt en cicatrisation. *Actualités Pharm*, 52 (531):.17-35.

- Diafat A.E.O., Benouadah A., Bahloul A., Meribai A., Mekhalfi H., Bouaziz F., Techache D., Laabachi H. and Arrar L. (2017).** Physicochemical properties and pollen analyzes of some Algerian honeys. *Int. J. Food Res*, 24(4): 1453-1459.
- Diez M.J., Andres C. and Terrab A. (2004).** Physicochemical parameters and pollen analysis of Moroccan honeydew honeys. *Int. J. Food Sci Tech*, 39(2): 167e176.
- Dimitrova R., Gevrenova E. and Anklam. (2007).** *Phytochem. Anal*, 18: 24.
- Doner L. W. (1977).** The sugars of honeyda. *J. Sci. Food Agric*, 28(5): 443e456.
- Doukani K., Tabak S., Derriche A. and Hacini Z. (2014).** Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels algériens. *Eco-Environ*, 10:1112-5888.
- Downey G., Hussey K., Kelly J.D., Walshe T.F. and Martin P.G. (2005).** Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico- chemical data. *J. Food chem*, 91: 347-354
- El-Sherbiny G.A. and Risk S.S. (1979).** Chemical composition of both clover and cotton honey produced in A.R.E. *J. Food Sci*, 7: 69.
- El Sohaimy S.A., Masry S.H.D. et Shehata G. (2015).** Physico-chemical characteristics of honey from different origins. *Annal. Agric Sci*, 60(2): 279–287.
- Erejuwa O. O., Sulaiman S. A., Wahab M. S., Sira-judeen K., N. S., Salleh M.S.M.D. and Gurtu S. (2010).** Antioxidantpro-tection of Malaysian tualang honey in pancreas of normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Annal Endoc*, 71(4):.291–296.
- Escuredo O., Míguez M., Fernández-González M., and Seijo M. C. (2013).** Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *J. Food Chemistry*, 138: 851–856.
- Escriche I., Kadar M., Juan-Borras M. and Domenech E. (2014).** Suitability of anti-oxidant capacity, flavonoids and phenolic acids for floral authentication of honey. Impact of industrial thermal treatment. *J. Food Chem*, 142: 135e143.
- Fallico B., Arena N. and Zappala M. (2003).** Roasting of,hazelnuts. Role of oil in colour development and hydroxymethylfurfural formation. *J. Food Chem*,81: 569-573.
- Fallico B., Zappala M., Arena E. and Verzera A. (2004).** Effect of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *J. Food Chem*, 85: 305–313.
- Feas X., pires J., Estevinho M.L., Iglesias A. and pinto de Araujo J.P. (2010).** Palynological and physico-chemical data Characterization of honey produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal. *Int. J. Food sci technol*, 45: 1255-1262.

- Felsner M.L., Cano C B., Bruns R.E., Watanabe H.M., Ameida-Muradian L.B. and Matos J.R. (2004).** Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. *J. Food comp analy*, 17(6): 737-747.
- Ferrerres F., Tomas-Barberan F.A., Gil, M.I. and Tomas F. (1991).** HPLC technique for flavonoid analysis in honey. *J. Sci. Food Agric*, 56: 49-56.
- Ferrerres F., Ortiz, A., Silva C., Garcia C., Tomás- Barberán F.A. and Tomás F. (1992).** Flavonoids of “La Alcaria” honey – A study of their botanical origin. *Lebensm Z, Unters. Forsch*, 194: 139.
- Ferrerres F., Garcia C., Tomas F. and Tomas-Barberan F.A., (1993).** Hesperetin: A marker of the floral origin of citrus honey. *J. Sci. Food Agric*, 61: 121-123.
- Ferrerres F., Giner J.M. and Tomás-Barberán F.A. (1994)** A comparative study of hesperetin and methyl anthranilate as markers of the floral origin of citrus honey. *J. Sci. Food Agric*, 65: 371-372.
- Ferrerres F., Juan T., Perez C., Herrera A., Garcia C. and Tomás Barberán F.A. (1998).** Evaluation of pollen as source of kaempferol in rosemary honey. *J. Sci. Food Agric*, 77: 506-510.
- Ferreira I.C.F.R., Aires E. and Barreira J.C.M. (2009).** Estevinho L. M. *Food Chem*. 114: 1438–1443.
- Fournier R. (2009).** ABC de l’apithérapie : se soigner grâce aux abeilles. Grancher Ed. Paris, 139.
- François L. (2017).** La texture du miel. *J. alim. natur bio*. Consulté le 5 mai 2017.
- Garcia-Viguera C., Greenaway W. and Whatley F.R., Naturforsch Z. (1992).** Composition of propolis from two different Spanish regions. *Z. Naturforsch*, 47: 634-637.
- Garcia-Alvarez M., Ceresuela S., Huidobro J. F., Hermida M., and Rodríguez- Otero J. L. (2002).** Determination of polarimetric parameters of honey by near infrared transreflectance spectroscopy. *J. Agric. Food Chem*, 50(3): 419-425.
- Gharbi M. (2011).** Les produits de la ruche : Origines - Fonctions naturelles - Composition Propriétés thérapeutiques. Apithérapie et perspectives d’emploi en médecine vétérinaire. Thèse Méd. Vét. Université Claude Bernard, Lyon, 247.
- Gheldof N., Xiao-Hong W. and Engeseth N. (2002).** Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J. Agric. Food Chem*, 50: 5870-5877.

- Gheldof N., Wang X.H., Engeseth N. J. and Agric J. (2002).** Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *J. Agric. Food Chem*, 50: 5870–5877.
- Golob T., Plestenjak A. (1999).** Quality of slovene honey. *J. Food Technol Biotech*, 37:195-202.
- Gómez-Caravaca A. M., Gómez-Romero M., Arráez-Román, D., Segura-Carretero A. and Fernández-Gutiérrez A. (2006).** Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *J. Pharm Bio Analy*, 41(4): 1220–1234
- Gonnet M. (1982).** Le miel : composition, propriétés, conservation. *INRA station expérimentale d'apiculture*, 1-18.
- Gonnet M. and Vache G. (1985).** Le gout de miel. Ed. UNAF, Paris. 150.
- Gonzalez-Miret M. L., Terrab A., Hernanz D., Fernandez- Recanales M. A. and Heredia F. J. (2005).** Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. *J. Agric. Food Chem*, 53: 2574- 2580.
- Gout J. (2009).** □Le miel. Editions Jean-Paul Gisserot; Paris; 64.
- Gout J. (2011).** Panorama de L'apiculture dans le monde- les ruches du Bessillon marché de miel. 7ème Edition, tout savoir sur l'abeille et l'apiculture.
- Guinot L., Coustel, J. and Huche E. (1996).** Les constituants chimiques du miel. Méthodes d'analyses. Département science des aliments.1, Avenue des Olympiades, 91744 Massy Cedex – France.
- Guyot-Declerck C., Renson S., Bouseta A. and Collins, S. (1999).** Floral quality and discrimination, 64(1): 3–11.
- Guyot-Declerck C., Renson S., Bouseta A. and Collins S. (2002).** Floral quality and discrimination of *Lavandula angustifolia* × *latifolia* honeys. *J. Food Chem*, 79: 453–45.
- Haderbache L., Mohammedi L. (2015).** quality of imported honeys marketed in Algeria. *J. Fund Appl Sci*, 7(1): 139-149.
- Hooper T. (1983).** Guide to Bees and Honey 2nd Ed. A and C Black Ltd., London.
- Horwitz W., Kamps L. and Boyer K. (1989).** Quality assurance of foods for trace constituents, *JAOAC*, 63: 1344-1354.
- Hubersan J. (2001).** L'analyse pollinique des miels par l'amateur. Galerie Apicole virtuelle.
- Huidobro J. F., Santana F. J., Sanchez M. P., Sancho S. M. and Simal- Lozano J. (1995).** Diastase, invertase and *B*-glucosidase activities in fresh honey from north-west Spain. *J. Apic. Res*, 34 (1): 39-44.

Huchet E., Coustel J. et Guinot L. (1996). Les constituants chimiques du Miel. Méthodes d'analyses chimiques - Département Science de l'Aliment. 2ème Edition.OPIDA.,168-172.

IHC responsible for the methods: Stefan Bogdanov, *Bee Prod Sci*.

INGE 97 : L'ingénierie centrée sur l'homme, (1997). Rapport issu des Technologies Clés, disponible au centre de documentation du Ministère de l'Industrie, de la Poste et des Télécommunications, 17-19, 29-49.

Irina D., Georgiia G., Livia P., Alina M. E. and Rodica S. (2010). The antioxydant activity of selected Romanian honeys. *J. Food Tech*, 34(2): 77-83.

Isla M.I., Craig A., Ordonez R., Zampini C., Sayago J., Bedascarrasbure E., Alvarez A., Salomon V. and Maldonado L. (2011). Physico-chemical and bioactive properties of honeys from Northwestern Argentina. *J. Food Sci. Technol*, 44 (9), 1922-1930.

ISO 9000(2000), Système de management de la qualité - Principes essentiels et vocabulaire.

ITELV (Institut Technique des Elevages). (2004). Rapport de Synthèse sur : La Biodiversité Importante pour l'Agriculture en Algérie, MATE-GEF/PNUD : Projet ALG/97/G31 27 123.

Janzowski C., Glaab V., Samimi E., Schlatter J. and Eisenbrand G. (2000). 5-Hydroxymethylfurfural: assessment of mutagenicity, DNA-damaging potential and reactivity towards cellular glutathione. *J. Food Chem. Toxicol*, 38: 801–809.

Jasicka-Misiak I., Poliwoda A., Deren M. and Kafarski P. (2012). Phenolic compounds and abscisic acid as potential markers for the floral origin of two Polish unifloral honeys. *J. Food Chem*, 131: 1149–1156.

Jean-François. (2003). L'analyse sensorielle, une méthode de mesure au service des acteurs de la conception!: ses avantages, ses limites, ses voies d'amélioration. Application aux emballages. Belfort – France, 3-11

Jean-Pierre Oehmichen. (1979)., L'Électronique rien de plus simple! : dix-sept causeries amusantes expliquant d'une manière simple les bases de l'électronique et ses applications dans l'industrie, Paris, Éditions Radio, 255.

Jean-Prost. (2005) apiculture. Connaitre l'abeille, conduire le rucher 7emme Edition, Tec et doc Lavoisier, 698.

Jerković J., Mastelić J. and Marijanović Z., (2006). A variety of volatile compounds as markers in unifloral honey from Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.). *Chem. Biodivers*, 3: 1307–1316. *Int. J. Mol. Sci*, 2011, 12 9529.

- Jerkovi, I. and Marijanović Z. (2009).** Screening of volatile composition of *Lavandula hybrida* Reverchon II honey using headspace solid-phase micro extraction and ultrasonic solvent extraction. *J. Chem Biodiv*, 6: 421–430.
- Joshi S. R., Pechhacker H., Willam W. and Von Der Ohe W. (2000).** Physico-chemical characteristics of *Apis dorsata*, *A. cerana* and *A. mellifera* honey from Chitwan district, central Nepal. *Apidologie*, 21 : 367–375.
- Journal officiel Français.** Arrête du 15 février 1977 relatif aux méthodes officielles d'analyse du miel : 1-30.
- Junzheng P., Changying J. (1998).** General rheological model for natural honey in China. *J. Food Eng*, 36: 165–168.
- Juszczak L. and Fortuna T. (2006).** Rheology of selected Polish honeys. *J. Food Eng*, 75: 43–49
- Juszczak L., Fortuna T. (2005).** Rheology of selected Polish honeys.
- Juszczak Socha R., Roznowski J., Fortuna T. and Nalepka K. (2009).** Physicochemical properties and quality parameters of herbhoneys. *J. Food chem*, 113:538–542.
- Justine, Nabineau, Paul, tonneau. (2014).** Corentin Dupas Cathie Bellion. Analyse organoleptique et chimique du miel en fonction de son vieillissement, de son origine et de sa conservation.
- Kary I. (1987).** Untersuchungen zur Rückstandsproblematik in Bienenhonig im Rahmen der Varroatosebekämpfung, Dissertation, Justus-Liebig-Universität Giessen, Giessen, Deutschland.
- Kaskoniene V., Maruska A., Kornysova O., Charczun N., Ligor M. and Buszewski B. (2009).** Quantitative and qualitative determination of phenolic compounds in honey. *J. Chem Technol*, 3: 74–80.
- Kaskonienė V., Venskutonis P. R. (2010a).** Floral markers in honey of various botanical and geographic origins: a review. *Comprehensive Reviews in Food Sci. Food Saf*, 9: 620-634.
- Kaskoniene K., Venskutonis P.R. (2010).** Floral markers in honey of various botanical and geographical origins. *Food Sci*, 9: 620-634.
- Kamal M., Ur Rashid H., Mondal S.C., Fuad El Taj H. and Jung C. (2019).** Physicochemical and microbiological characteristics of honey obtained through sugar feeding of bees. *J Food Sci Technol*.
- Karabagias I. K., Badeka A., Kontakos S., Karabournioti S. and Kontominas M. G. (2014).** Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical

origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *J. Food Chem*, 146 : 548–557.

Karabournioti S., Zevalaki P. (2011). Les effets du chauffage sur le HMF et l'invertase des miels. *Apiacta*, 36(4):178-181.

Kašonienė V., Venskutonis P.R. and Čeksterytė V. (2010). Carbohydrate. Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania LWT. *J. Food Sci Technol*, 43(5): 801-807.

Kavanagh S., Gunnoo J., Passos T., Jane C., Stout M. and White B. (2019). Physicochemical properties and phenolic content of honey from different floral origins and from rural versus urban landscapes. *J. Food Chem*, 272: 66–75.

Khalil I., Moniruzzaman M., Boukraâ L., Benhanifia M., Islam A., Islam N, Sulaiman S. A. and Gan S.H. (2012). Physicochemical and Antioxidant Properties of Algerian Honey. *Molecules*, 17: 11199-11215.

Kilic M., Bulut L. (2009). Kinetics of hydroxymethylfurfural accumulation and color change in honey during storage in relation to moisture content. *J. Food Proc. Près*, 33 : 22–32.

Koudama A. (1985). "Miel"; in Encyclopédie de l'alimentation et de la phytothérapie ; Ed : Dar El-Nafais, 400-414.

Koudounis M.I. (1962). The crystallization of honey. Ph. D. Thesis. Athens, University of Athens, Ministry of Agriculture, 88 pp

Krell R. (1996). Value added products from beekeeping. Rome: FAO.

Kubiš I., Ingr I. (1998). Effects inducing changes in hydroxymethylfurfural content in honey (in Czech). *Czech. J. Anim. Sci*, 43: 379–383.

Kuçük M., Kolylis S., Karaolu S., Ulusoy E., Baltacıoğlu and Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of the honeys of different types of Anatolia. *J. Food Chem*, 100: 526-534.

Kumar A., Singh Gill J.P., Singh Bedi J., Manav M., Ansari M.J. and Singh Walia G. (2018). Sensorial and physicochemical analysis of Indian honeys for assessment of quality and floral origins. *Int. J. Food Res Int*, 108: 571–583.

Lavandula, (2002). angustifolia/latifolia honeys. *Food Chem*, 79: 453–459.

Lavoine N., Desloges I., Dufresne L. and Bras J. (2012). Microfibrillated cellulose – Its barrier properties and applications in cellulosic materials. *Carbohydr. Polym*, 90: 735– 764.

Lazaridou A., Biliaderis C., Bacandritsos N. and Sabatini A. G. (2004). Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. *J. Food Eng*, 64: 9–21.

- Persano L., Stefan O. and Bogdanov B. (2004).** Determination of honey botanical origin: problems and issues, 35: S2–S3.
- Lequet L. (2010).** Du Nectar au Miel de Qualité: Contrôle Analytique du Miel et Conseils Pratiques à l'Intention de l'Apiculteur Amateur. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Université Claude-Bernard Lyon I, France, 46-121.
- Lewoyehu M., Amare M. (2019).** Comparative Assessment on Selected Physicochemical Parameters and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Honey Samples from Selected Districts of the Amhara and Tigray Regions, Ethiopia. *Int. J. Food Sci.*
- Lobreau-Callen D., Clément M.C. et Marmion V. (1999).** Les miels. *Techn. ing.*, 1-20.
- Louveaux j. (1970).** Atlas photographique d'analyse pollinique des miels. Tome III. Des annexes microphotographiques aux méthodes officielles d'analyse. Service de la répression des fraudes et du contrôle de la qualité, 24.
- Louveaux J. (1985).** Les miels produits de la ruche. *Les abeilles et leurs élevages.*
- Luis F., Cuevas-Glory Jorge., Pino A., Santiago S. and Sauri-Duch E. (2006).** A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *J. Food chem.*, 103(2007) : 1032-1043.
- Mahouachi M. (2008).** Etude de faisabilité de la mise en place de signes distinctifs de la qualité et/ou d'origine pour le miel tunisien, Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques Tunisie, 49-50.
- Manikis I., Thrasyvoulou A. (2001).** La relation entre les caractéristiques physiques et chimiques des miels et leurs paramètres de cristallisation. *Apiacta*, 36 (2) : 106-112.
- Makhloufi Ch., Kerkvliet J.D., Ricciardelli D'albore G., Choukri A. and Samar R. (2010).** Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie*, 41: 509–521.
- Lynn E.G., Englis D.T. and Milum V.G.(1936).** Effect of processing and storage on composition and color of honey. *J. Food Res.*, 1: 23-27.
- Manyi-Loh C.E., Ndip R.N. and Clarke A.M. (2011).** Volatile compounds in honey: a review on their involvement in aroma, botanical origin determination and potential biomedical activities. *Int. J. Mol Sci.*, 12: 9514-9532.
- Marcheney P., Berard L. (2007).** L'homme, l'abeille et le miel. Paris, de borée, 223.
- Marchini LC., Moreti AC., Otsuki IP. and Sodr  G. (2007).** Physicochemical composition of *Apis mellifera* honey samples from S o Paulo State, Brazil. *Quimica Nova*, 30 (1): 653.

- Martos I., Ferreres F., Yao L., D-Arcy B. and Caffin N. (2000).** TomasBarberan, F.A. Flavonoids in monospecific Eucalyptus honeys from Australia. *J. Agric. Food Chem*, 48: 4744-4748.
- Mateo R., Bosch-Reig F. and Agric J. (1998).** Classification of Spanish Unifloral Honeys by Discriminant Analysis of Electrical Conductivity, Color, Water Content, Sugars, and ph. *J. Food Chem*, 46. 393.
- Matovic K., Ciric J., Kaljevic V., Nedic N., Jevtic G., Vaskovic N. and Baltic M.Ž. (2018).** Physicochemical parameters and microbiological status of honey produced in an urban environment in Serbia. *J. Environ Sci Poll Res*.
- McGee H. (2004).** On Food and Cooking. The Science and Lore of the Kitchen; Scribner: New York.
- Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millogo J. and Nacoulma O.G. (2005).** Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *J. Food chem*, 91: 571-577.
- Mehryar L., Esmaili M. (2011)** Honey and Honey Adulteration Detection: A Review, in: proceeding of: 11th International Congress on Engineering and Food, Athens, Greece.
- Mendes E., Proença E.B. (1998).** Ferreira, I.M.P.L.V.O.; Ferreira, M.A.; *Carbohydr. Polym.*37, 219.
- Michalkiewicz A., Biesaga M.,and Pyrzynska K. (2008).** Solid-phase extraction procedure for determination of phenolic acids and some flavonols in honey. *J. Chromatog A*, 1187, 18–24.
- Mokeddem T. (1998).** Contribution à l'analyse physicochimique et pollinique du miel d'oranger, région de Mitidja. Thèse d'Ingénieur en agronomie. Université des sciences et de la technologie de Blida.
- Molan P.C. (1998).** The limitations of the methods of identifying the floral source of honeys. *J. Bee World*, 79: 59–68.
- Moniruzzaman M., Sulaiman S.A., Khalil M.I. and Gan S.H. (2013).** Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other Malaysian honeys: a comparison with Manuka honey. *Cent. J. Chem*, 7: 138.
- Montenegro G., Gómez M., Casaubon G., Belancic A., Mujica A.M. and Peña R.C. (2009).** Analysis of volatile compounds in three unifloral native Chilean honeys. *Int. J. Exp. Bot*, 78: 61-65.
- Mouhoubi Z., Aissani D. (2007).** Stability of the Inventory-Backorder Process in the (R; S) Inventory/Production Model. *Pliska Studia Mathematica Bulgarica*, 18(1): 255-270.

- Mossel B., Bhandari B., Darcy B. and Caffin N. (2000).** Use of an Arrhenius model to predict rheological behaviour in some Australian honeys. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 33: 545–552
- Nair S., Meddah B., Aoues A. (2013).** Pollen spectra of honeys produced in Algeria. *A.J. agric. Res*, 8(21): 2540-2544.
- Nazarian H., Taghavizad R. and Majd A. (2010).** Origin of Honey Protein and Method for its Quality Control. *Pak. J Bot*, 42: 3221-3228.
- Nayar J., Kumar K.K. and Shobham. (2017).** Physico-Chemical Analysis of Some Commercial Honey Samples from Telangana. *I. J. Nut*, 2395-2326.
- Ni C., Zhu B., Wang N., Wanag M., Chen S., Zhang G. and al. (2016).** Simple column-switching ion chromatography method for determining eight monosaccharides and oligosaccharides in honeydew and nectar. *J. Food chem*, 149: 555-560.
- Nicolson S.W. et al. (2011).** Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two.
- Oliveira P. P., Van den Berg C. and Santos F.A.R. (2010).** Pollen analysis of honeys from *Apis mellifera* L. of the vegetation of Caatinga de Bahia, Brazil. *Grana*, 49: 66-75.
- Oroian M., Amariei S., Escriche I. and He Gutt G. (2013).** Rheological Aspects of Spanish Honeys. *J. Food Biop Technol*, 6:228 –241.
- Ouchemoukh S., Schweitzer P., Bachir Bey M. and Djoudad-Kadji H. (2010).** HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *J. Food Chem*, 121: 561–568.
- Ouchemoukh S. (2012).** Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. Thèse Doctorat, Biochimie. Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 164.
- Ouchemoukh S. (2003).** Caractérisation physico-chimique d'échantillons de miel d'origine locale. Thèse de magister en biochimie-microbiologie. Département de biologie physico-chimique, université Abderrahmane mira Bejaia.30.
- Ouchemoukh S., Louaileche H. and Schweitzer P. (2007).** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *J. Food Control*, 18: 52–58.
- Oudjet K. (2012).** Le miel une denrée à promouvoir. *Infos-CACQE*, 1-3.
- Pataca Luiz C.M., Neto Waldomiro Borges., Marcucci Maria C. and Poppi Ronei J. (2007).** Determination of apparent reducing sugars, moisture and acidity in honey by attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectrometry *Talanta*, 71 (5): 1926- 1931.

- Persano Oddo L., Piana L., Bogdanov S., Bentabol A., Gotsiou P., Kerkvliet J., Martin P., Morlot M., Ortiz Valbuena A., Ruoff, K. and Von Der Ohe K. (2004a).** Botanical species giving unifloral honey in Europe. *Apidologie*, 35: S82–S93.
- Pham-Délègue M.H. (1999).** Les abeilles. Genève, Minerva, 206p.
- Phillips E.F. (1929).** Some physical peculiarities of honey. *Bee Culture*, 57 (9): 570-572.
- Piasenzotto L., Gracco L. and Conte L. (2003).** Solid phase micro extraction (SPME) applied to honey quality control. *J. Sci. Food Agric*, 83: 1037-1044.
- Piana M.L., Persano Oddo L., Bentabol A., Bruneau E., Bogdanov S. and Guyot Declerck C. (2004).** Sensory analysis applied to honey: state of the art. *Apidologie*, 35, S26-S37.
- Popa A. (1962).** The maturation of honey. *J. Insect Physiol*, 5: 180-183.
- Prodoliet J. and Hischenhuber C. (1998).** Food authentication by carbohydrate chromatography. *Zeitschrift Für Lebensmitteluntersuchung Und-Forschung A*, 207(1): 1-12.
- Pyrzynska K. and Biesaga M. (2009).** Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *Anal. Chem*, 28(7): 893–902.
- Qiao-Mei Ru, Qiang Feng, Jin-Zhe He. (2013).** Risk assessment of heavy metals in honey consumed in Zhejiang province, *southeastern China*, 53: 256-262.
- Roshan A.D., Gad H.D., El-Ahmady S.H., Abou-Shoer M.I., Khanbash M.S. and Al-Azizi M.M. (2016).** Characterization and Discrimination of the Floral Origin of Sidr Honey by Physicochemical Data Combined with Multivariate Analysis. *J. Food Anal. Methods*.
- Sabatier S., Amoit M.J., Tacchini M. and Aubert S. (1992).** Identification of flavonoids in sunflower honey. *J. Food Sci*, 57: 733-734.
- Sajid M., Yamin M., Asad F., Sajid Y., Shahzad A., Muhammad Samee Mubarak M.A., Ahmad B., Ahmad W. and Qamer S. (2019).** Comparative study of physio-chemical analysis of fresh and branded honeys from Pakistan. *S. J. Bio Sci*.
- Sak-Bosnar M., Sakac N. (2012).** Direct potentiometric determination of diastase activity in honey. *J. Food Chem*, 135: 827–831.
- Sánchez-Brunete R.C., Calvo R.M. and Tadeo J.L. (2002).** Analysis of volatiles from Spanish honeys by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem*, 50:2633-2637.
- Sancho M.T., Muniategui S., Huidobro J.F. and Lozano J.S. (1992).** Aging of honey. *J. Agric. Food Chem*, 40: 134–138.
- Santos F. A. R. S., Oliveira J. M., Oliveira P. P., Leite K. R. B. and Carneiro C. E. (2006).** Plantas do semi-árido importantes para as abelhas. À Santos, F.A.R. (Ed.), *Apium Plantae*. IMSEAR, MCT, APNE, Recife, 61–86.

- Sant'Ana L.D.O., Souza J.P.L.M., Salgueiro F.B., Lorenzon M.C.A. and Castro R.N. (2012).** Characterization of monofloral honeys with multivariate analysis of their chemical profile and antioxidant activities *J. Food Sci*, 71: 35-40.
- Saxena S., Gautam S. and Sharma A. (2010).** Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *J. Food Chem*, 118: 391-397.
- Schmidt A.V. (2013).** Miel : Etude comparative de la diversité floristique de trois stations de Remchi (Wilaya de Tlemcen) et estimation de la qualité du miel récolté. Mémoire de master, Ecologie et Environnement. Université de Tlemcen, 57.
- Schade J. E., Marsh G. L. and Eckert J. E. (1958).** Diastase activity and hydroxymethylfurfural in honey and their usefulness in detecting heat adulteration. *J. Food Res*, 23: 446-463.
- Schweitzer P. (2004).** Le monde des miellats. Revue l'abeille de France (908). Laboratoire d'analyse et d'Ecologie Apicole, 2.
- Schweitzer P. (2005).** Encore des miels hors normes. Revue l'abeille de France N°917 laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 03.
- Serrano S., Villarejo M., Espejo R. and Jodral M. (2004).** *J. Food Chem*, 87: 619.
- Singh N., Bath PK. (1997).** Quality evaluation of different types of Indian honey. *J. Food Chem*, 58:129-133.
- Socha R., Juszczak L., Pietrzyk S. and Fortuna T. (2009).** Agent for treatment of infected wounds. *J. Food Chem*, 113: 568-574
- Socha R., Juszczak L., Pietrzyk S., Galkowska D., Fortuna T. and Witczak T. (2011).** Phenolic profile and antioxidant properties of Polish honeys. *Int. J. foord Tech*, 46: 528-534.
- Sopade P.A., Halley P., Bhandari B., Darcy B., Doebler C. and Caffin N. (2003).** Application of the Williams-Landel-Ferry model to the viscosity-temperature relationship of Australian honeys. *J. Food Eng*, 56: 67-75.
- Soria A., Gonzalez M., De Lorenzo C., Martinez-Castro I. and Sanz J. (2004).** Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. *J. Food Chem*, 85(1): 121-130.
- Stanimirova B., Üstün T., Cajka and al. (2010).** Recherche de l'origine géographique des miels sur la base de l'évaluation des profils de composés volatils à l'aide de techniques reconnaissance des formes. *J. Chim aliment*, 118(1): 171-176.

- Surh Y.J., Liem A., Miller J.A. and Tannenbaum S.R. (1994).** 5-Sulfooxymethylfurfural as a possible ultimate mutagenic and carcinogenic metabolite of the Maillard reaction-product, 5-hydroxymethylfurfural. *Carcinogenesis*, 15: 2375–2377.
- Stoya W., Wachendörfer G., Kary I., Siebentritt P. and Kaiser E. (1986).** Ameisensäure als Therapeutikum gegen Varroatose und ihre Auswirkungen auf den Honig. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 82: 217-221.
- Terrab A., Gonzalez A. G., Díez M. J. and Heredia F.J. (2003a).** Characterization Moroccan unifloral honeys using multivariate analysis. *J. Europ Food Res Tech*, 218(1): 88-95.
- Terrab A., Gonz_alez A. G., Díez M. J. and Heredia F. J. (2003b).** Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in Northwest Morocco and their contribution to the characterisation of unifloral honeys. *J. Sci Food Agric*, 83(7): 637-643
- Terrab A., Heredia F.J. (2004).** Characterisation of avocado (*Persea Americana* Mill) honeys by their physicochemical characteristics 1657.
- Terrab A. Recalames A.F., Hernanz D. Heredia F.J. (2004).** Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *J. Food Chem.* 88,537–542.
- Tchoumboue J., Tchouamo I.R., Pinta J.Y. and Njia M.N. (2001).** Caractéristiques socio-économiques et techniques de l’apiculture dans les hautes terres de l’Ouest Cameroun. *Tropicultura*, 19(3), 141-146.
- Thrasylvoulou A., Manikis J. (1995).** Some physicochemical and microscopic characteristics of Greek unifloral honeys. *Apidologie*, 26: 441-452.
- Tomás-Barberán F.A., Ferreres F., García-Viguera C. and TomásLorente F. (1993).** Flavonoids in honey of different geographical origin. *Z.Lebensm, Unters. Forsch.*, 196: 38-44.
- Tomás-Barberán F.A., García-Viguera C., Vit-Olivier P., Ferreres F. and Tomás-Lorente, F. (1993).** Phytochemical evidence for the botanical origin of tropical propolis from Venezuela. *Phytochem*, 34, 191-196.
- Tosi E.A., Ciappini M., Re E. and Lucero H. (2002).** Honey thermal treatment effect on hydroxymethylfurfural content. *J. Food Chem.* 77: 71–74.
- Tsiapara A.V., Jaakkola M., Chinou I., Graikou K., Tolonen T., Virtanen V. and Moutsatsou P. (2009).** Bioactivity of Greek honey extracts on breast cancer (MCF-7), prostate cancer (PC-3) and 1 endometrial cancer (Ishikawa) cells: Profile analysis of extracts. *J. Food Chem.* 116: 702–708.
- Tucak Z., periskic M., Beslo D. and Tucak I. (2004).** Influence of the Beehive type on the quality of honey. *Coll Antropol*, 28(1): 463-467.

- Tucak Z., Puskadija Z., Beslo D., bukvic Z. and Milankovic Z. (1998).** Chemical organoleptic honey determination in honey herbs in the region Slavonia and Baranja. Sup. 30, biotehniske fake. univ. u ljubljani.pp. 299-302.
- Tucak Z., Tucak A., Puskadija Z. and Tucak M. (2000).** Nutritious healing composition of some kinds of honey in Eastern Croatia. *Agric*, 6(1): 129-132.
- Valdés-Silverio L.A., Iturralde G., García-Tenesaca M., Paredes-Moreta J., A Narváez-Narváez D., Rojas-Carrillo Maira., Tejera E., Beltrán-Ayala P., Alvarez-Suarez G.F. and J M. (2018).** Physicochemical parameters, chemical composition, antioxidant capacity, microbial contamination and antimicrobial activity of Eucalyptus honey from the Andean region of Ecuador. *J. home*.
- Vanhanen Leo P., Savage E.A. and Geoffry P. (2011).** Mineral analysis of monofloral New Zealand honey. *J. Food Chem*, 128(1): 236-240.
- Vela L., de Lorenzo C. and Perez R.A. (2007).** Antioxidant capacity of Spanish honey and its correlation with polyphenol content and other physicochemical properties. *J. Sci Food Agric*, 87(6): 1069-1075.
- Vorwohl G. (1964).** Die Beziehung zwischen der elektrischen Leitfähigkeit der Honige und ihrer trachtmässigen Herkunft. *Annal. Abeille*, 7 (4): 301-309.
- Wang J., Li Q.X. (2011).** Chemical composition, characterization, and differentiation of honey botanical and geographical origins. *Food Nut. Res*, 62: 89–137.
- Walter E., Lischer P., and al., (1989).** Statistik und Ringversuche, Schweizerisches Lebensmittelbuch, Kapitel 60, Eidg. Drucksachen und Materialzentrale.
- White J.W. (1994).** The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *Bee World*, 75(3): 104–117.
- Wootton M., Edwards R.A., Faraji-Haremi R.J. and Apic Res. (1978).** Effect of Accelerated Storage Conditions on the Chemical Composition and Properties of Australian Honeys. *J. Apic. Res*, 17(3): 167-172.
- Xavier. (2018).** Les qualités organoleptiques et physico-chimiques des miels. Abeille de compagne. Consulté le 25 mars 2019.
- Yaiche A.H., Khali M. (2014).** Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Sci*, 10(2) : 127 – 136.
- Yao L., Jiang Y. (2004).** Singanusong, R., World Wide Wounds, “Honey as a topical antibacterial. *J. Food Chem*, 86: 169-177.

Ying yang. (2014). Qualification des miels de corse par une approche multifactorielle: diversité pollinique variabilité chimique. Chimie organique. Université de corse – pascal PAOLI, Français.

Zerrouk S.H., Fallico B. G., Arena E. N., Ballistreri G. F. and Boughediri L.A. (2011). Quality Evaluation of Some Honey from the Central Region of Algeria. *Jord. J. Bio Sci*, 4(4): 243 – 248.

Zhou J., Yao, L. Li Y., Chen L., Wu L. and Zhao J. (2014). Floral classification of honey using liquid chromatography–diode array detection–tandem mass spectrometry and chemometric analysis. *J. Food chem*, 145: 941-949.

Annexes

Annexe 1

Réactif de Bradford

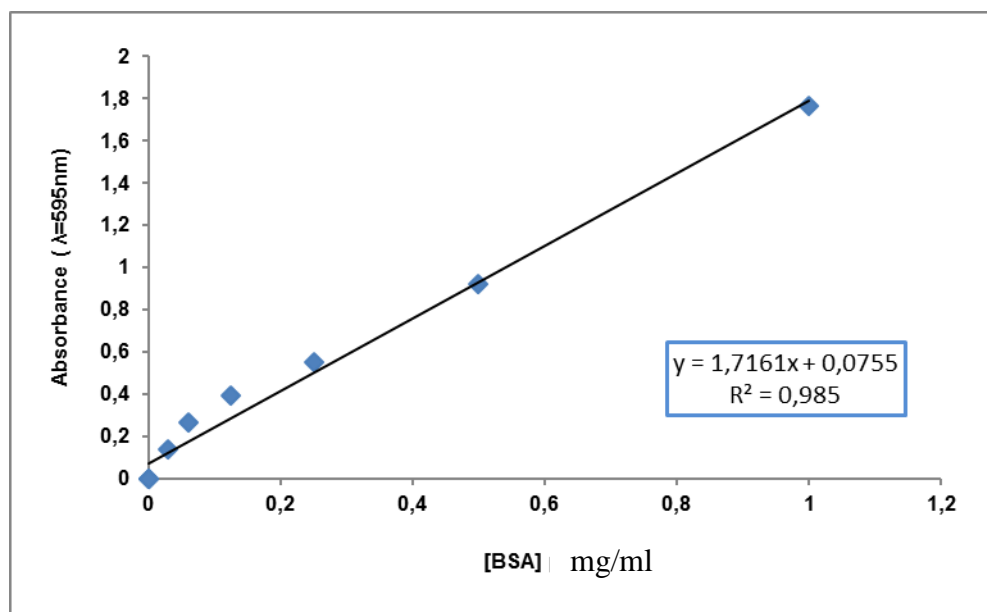
- ✓ Bleu de coomassie brillant G-250.....100mg
- ✓ Ethanol50ml
- ✓ H₃PO₄(85%).....100ml
- ✓ Eau distillé.....1000ml

Solution standard de proline

- ✓ Proline40mg
- ✓ Eau distillé50ml

1ml de cette solution est introduit dans une fiole de 25ml, de l'eau distillé est ajoutée jusqu'au trait de jauge pour donner une solution de 0.8 mg de proline dans 25ml.

Annexe 2



Figures : courbe d'étalonnage.

Annexe 4

Résultats du test de normalité (Shapiro-wilk) des valeurs d'acidité des miels analysés.

| Table de fréquences : acidité (Feuille) | | | | | | |
|---|-----------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Shapiro-Wilk W=,68477, p=,00000 | | | | | | |
| Catégorie | Effectifs | Effectifs Cumulés | % Indiv. Actifs | % Cumulé Ind. Act. | % toutes Observ. | % Cumulé du Total |
| 0,000000<x<=2,000000 | 2 | 2 | 5,00000 | 5,0000 | 4,87805 | 4,8780 |
| 2,000000<x<=4,000000 | 24 | 26 | 60,00000 | 65,0000 | 58,53659 | 63,4146 |
| 4,000000<x<=6,000000 | 9 | 35 | 22,50000 | 87,5000 | 21,95122 | 85,3659 |
| 6,000000<x<=8,000000 | 2 | 37 | 5,00000 | 92,5000 | 4,87805 | 90,2439 |
| 8,000000<x<=10,00000 | 1 | 38 | 2,50000 | 95,0000 | 2,43902 | 92,6829 |
| 10,00000<x<=12,00000 | 0 | 38 | 0,00000 | 95,0000 | 0,00000 | 92,6829 |
| 12,00000<x<=14,00000 | 0 | 38 | 0,00000 | 95,0000 | 0,00000 | 92,6829 |
| 14,00000<x<=16,00000 | 2 | 40 | 5,00000 | 100,0000 | 4,87805 | 97,5610 |
| VM | 1 | 41 | 2,50000 | | 2,43902 | 100,0000 |

Résultats de test d'ANOVA de kruskal-wallis des valeurs d'acidité des miels analysés.

| ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; acidité (Feuille de données 1) | | | | | | |
|---|------|----------|-------------|--|--|--|
| Var. indépendante (classement) : miels | | | | | | |
| Test de Kruskal-Wallis : H (19, N= 40) =33,65121 p =,020 | | | | | | |
| Dépend. : acidité | Code | N Actifs | Somme Rangs | | | |
| M1 | 102 | 2 | 70,50000 | | | |
| M2 | 103 | 2 | 63,50000 | | | |
| M3 | 104 | 2 | 33,50000 | | | |
| M4 | 105 | 2 | 21,00000 | | | |
| M5 | 106 | 2 | 29,00000 | | | |
| M6 | 107 | 2 | 14,50000 | | | |
| M7 | 108 | 2 | 3,00000 | | | |
| M8 | 109 | 2 | 42,00000 | | | |
| M9 | 110 | 2 | 19,50000 | | | |
| M10 | 111 | 2 | 79,00000 | | | |
| M11 | 112 | 2 | 58,00000 | | | |
| M12 | 113 | 2 | 46,50000 | | | |
| M13 | 114 | 2 | 33,50000 | | | |
| M14 | 115 | 2 | 45,00000 | | | |
| M15 | 116 | 2 | 12,00000 | | | |
| M16 | 117 | 2 | 63,50000 | | | |
| M17 | 118 | 2 | 26,50000 | | | |
| M18 | 119 | 2 | 40,50000 | | | |
| M19 | 120 | 2 | 75,00000 | | | |
| M20 | 121 | 2 | 44,00000 | | | |

Annexe 5

Résultats du test de normalité (Shapiro-wilk) des teneurs en HMF des miels analysés.

| Table de fréquences : hmf (Feuille) | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Shapiro-Wilk W=,85301, p=,00011 | | | | | | |
| Catégorie | Effectifs | Effectifs Cumulés | % Indiv. Actifs | % Cumulé Ind. Act. | % toutes Observ. | % Cumulé du Total |
| -5,00000<x<=0,00000 | 4 | 4 | 10,0000 | 10,0000 | 9,75610 | 9,7561 |
| 0,000000<x<=5,000000 | 16 | 20 | 40,0000 | 50,0000 | 39,02439 | 48,7805 |
| 5,000000<x<=10,00000 | 6 | 26 | 15,0000 | 65,0000 | 14,63415 | 63,4146 |
| 10,00000<x<=15,00000 | 5 | 31 | 12,5000 | 77,5000 | 12,19512 | 75,6098 |
| 15,00000<x<=20,00000 | 2 | 33 | 5,00000 | 82,5000 | 4,87805 | 80,4878 |
| 20,00000<x<=25,00000 | 5 | 38 | 12,5000 | 95,0000 | 12,19512 | 92,6829 |
| 25,00000<x<=30,00000 | 2 | 40 | 5,00000 | 100,0000 | 4,87805 | 97,5610 |
| VM | 1 | 41 | 2,50000 | | 2,43902 | 100,0000 |

Résultats de test d'ANOVA de kruskal-wallis des teneurs en HMF des miels analysés.

| ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; hmf (Feuille de données1) | | | |
|--|------|----------|-------------|
| Var. indépendante (classement) : miels | | | |
| Test de Kruskal-Wallis : H (19, N= 40) =38,71983 p =,004 | | | |
| Dépend. : hmf | Code | N Actifs | Somme Rangs |
| M1 | 102 | 2 | 25,50000 |
| M2 | 103 | 2 | 31,00000 |
| M3 | 104 | 2 | 59,00000 |
| M4 | 105 | 2 | 71,00000 |
| M5 | 106 | 2 | 75,00000 |
| M6 | 107 | 2 | 65,00000 |
| M7 | 108 | 2 | 17,00000 |
| M8 | 109 | 2 | 11,00000 |
| M9 | 110 | 2 | 79,00000 |
| M10 | 111 | 2 | 39,00000 |
| M11 | 112 | 2 | 45,00000 |
| M12 | 113 | 2 | 51,00000 |
| M13 | 114 | 2 | 5,00000 |
| M14 | 115 | 2 | 5,00000 |
| M15 | 116 | 2 | 21,00000 |
| M16 | 117 | 2 | 20,50000 |
| M17 | 118 | 2 | 65,00000 |
| M18 | 119 | 2 | 35,00000 |
| M19 | 120 | 2 | 55,00000 |
| M20 | 121 | 2 | 45,00000 |

Annexe 6

Résultats du test de normalité (Shapiro-wilk) de la teneur en eau des miels analysés.

| Table de fréquences : H2O (Feuille) | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Shapiro-Wilk W=,90721, p=,00312 | | | | | | |
| Catégorie | Effectifs | Effectifs Cumulés | % Individ. Actifs | % Cumulé Ind. Act. | % toutes Observ. | % Cumulé du Total |
| 13,00000<x<=14,00000 | 0 | 0 | 0,00000 | 0,0000 | 0,00000 | 0,0000 |
| 14,00000<x<=15,00000 | 8 | 8 | 20,00000 | 20,0000 | 19,51220 | 19,5122 |
| 15,00000<x<=16,00000 | 10 | 18 | 25,00000 | 45,0000 | 24,39024 | 43,9024 |
| 16,00000<x<=17,00000 | 8 | 26 | 20,00000 | 65,0000 | 19,51220 | 63,4146 |
| 17,00000<x<=18,00000 | 2 | 28 | 5,00000 | 70,0000 | 4,87805 | 68,2927 |
| 18,00000<x<=19,00000 | 7 | 35 | 17,50000 | 87,5000 | 17,07317 | 85,3659 |
| 19,00000<x<=20,00000 | 1 | 36 | 2,50000 | 90,0000 | 2,43902 | 87,8049 |
| 20,00000<x<=21,00000 | 2 | 38 | 5,00000 | 95,0000 | 4,87805 | 92,6829 |
| 21,00000<x<=22,00000 | 2 | 40 | 5,00000 | 100,0000 | 4,87805 | 97,5610 |
| VM | 1 | 41 | 2,50000 | | 2,43902 | 100,0000 |

Résultats de test d'ANOVA de kruskal-wallis de la teneur en eau des miels analysés.

| ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; H2O (Feuille de données1) | | | |
|--|------|----------|-------------|
| Var. indépendante (classement) : miels | | | |
| Test de Kruskal-Wallis : H (19, N= 40) =38,94066 p =,004 | | | |
| Dépend. : H2O | Code | N Actifs | Somme Rangs |
| M1 | 102 | 2 | 64,00000 |
| M2 | 103 | 2 | 68,00000 |
| M3 | 104 | 2 | 23,00000 |
| M4 | 105 | 2 | 41,00000 |
| M5 | 106 | 2 | 23,00000 |
| M6 | 107 | 2 | 55,00000 |
| M7 | 108 | 2 | 49,00000 |
| M8 | 109 | 2 | 75,00000 |
| M9 | 110 | 2 | 79,00000 |
| M10 | 111 | 2 | 64,00000 |
| M11 | 112 | 2 | 64,00000 |
| M12 | 113 | 2 | 33,00000 |
| M13 | 114 | 2 | 13,00000 |
| M14 | 115 | 2 | 5,00000 |
| M15 | 116 | 2 | 41,00000 |
| M16 | 117 | 2 | 13,00000 |
| M17 | 118 | 2 | 5,00000 |
| M18 | 119 | 2 | 23,00000 |
| M19 | 120 | 2 | 49,00000 |
| M20 | 121 | 2 | 33,00000 |

Annexe 7

Résultats du test de normalité (Shapiro-wilk) de degré de Brix des miels analysés.

| Table de fréquences : BRIX (Feuille) | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Shapiro-Wilk W=,88576, p=,00076 | | | | | | |
| Catégorie | Effectifs | Effectifs Cumulés | % Indiv. Actifs | % Cumulé Ind. Act. | % toutes Observ. | % Cumulé du Total |
| 76,00000<x<=77,00000 | 4 | 4 | 10,00000 | 10,0000 | 9,75610 | 9,7561 |
| 77,00000<x<=78,00000 | 0 | 4 | 0,00000 | 10,0000 | 0,00000 | 9,7561 |
| 78,00000<x<=79,00000 | 6 | 10 | 15,00000 | 25,0000 | 14,63415 | 24,3902 |
| 79,00000<x<=80,00000 | 2 | 12 | 5,00000 | 30,0000 | 4,87805 | 29,2683 |
| 80,00000<x<=81,00000 | 2 | 14 | 5,00000 | 35,0000 | 4,87805 | 34,1463 |
| 81,00000<x<=82,00000 | 8 | 22 | 20,00000 | 55,0000 | 19,51220 | 53,6585 |
| 82,00000<x<=83,00000 | 12 | 34 | 30,00000 | 85,0000 | 29,26829 | 82,9268 |
| 83,00000<x<=84,00000 | 6 | 40 | 15,00000 | 100,0000 | 14,63415 | 97,5610 |
| VM | 1 | 41 | 2,50000 | | 2,43902 | 100,0000 |

Résultats de test d'ANOVA de kruskal-wallis de degré de Brix des miels analysés.

| ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs: BRIX (Feuille de données) | | | |
|--|------|----------|-------------|
| Var. indépendante (classement) : miels | | | |
| Test de Kruskal-Wallis : H (19, N= 40) =38,96661 p =,004 | | | |
| Dépend. : BRIX | Code | N Actifs | Somme Rangs |
| M1 | 102 | 2 | 16,00000 |
| M2 | 103 | 2 | 13,00000 |
| M3 | 104 | 2 | 51,00000 |
| M4 | 105 | 2 | 43,00000 |
| M5 | 106 | 2 | 63,00000 |
| M6 | 107 | 2 | 35,00000 |
| M7 | 108 | 2 | 35,00000 |
| M8 | 109 | 2 | 5,00000 |
| M9 | 110 | 2 | 5,00000 |
| M10 | 111 | 2 | 23,00000 |
| M11 | 112 | 2 | 16,00000 |
| M12 | 113 | 2 | 51,00000 |
| M13 | 114 | 2 | 73,00000 |
| M14 | 115 | 2 | 73,00000 |
| M15 | 116 | 2 | 27,00000 |
| M16 | 117 | 2 | 63,00000 |
| M17 | 118 | 2 | 79,00000 |
| M18 | 119 | 2 | 63,00000 |
| M19 | 120 | 2 | 35,00000 |
| M20 | 121 | 2 | 51,00000 |

Annexe 8

Résultats du test de normalité (Shapiro-wilk) de la conductivité électrique des miels analysés.

| Table de fréquences : conductivité (euille 2) | | | | | | |
|---|-----------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Shapiro-Wilk W=,79564, p=,00000 | | | | | | |
| Catégorie | Effectifs | Effectifs Cumulés | % Indiv. Actifs | % Cumulé Ind. Act. | % toutes Observ. | % Cumulé du Total |
| 100,0000<x<=200,0000 | 11 | 11 | 18,33333 | 18,3333 | 18,33333 | 18,3333 |
| 200,0000<x<=300,0000 | 25 | 36 | 41,66667 | 60,0000 | 41,66667 | 60,0000 |
| 300,0000<x<=400,0000 | 12 | 48 | 20,00000 | 80,0000 | 20,00000 | 80,0000 |
| 400,0000<x<=500,0000 | 6 | 54 | 10,00000 | 90,0000 | 10,00000 | 90,0000 |
| 500,0000<x<=600,0000 | 3 | 57 | 5,00000 | 95,0000 | 5,00000 | 95,0000 |
| 600,0000<x<=700,0000 | 0 | 57 | 0,00000 | 95,0000 | 0,00000 | 95,0000 |
| 700,0000<x<=800,0000 | 3 | 60 | 5,00000 | 100,0000 | 5,00000 | 100,0000 |
| VM | 0 | 60 | 0,00000 | | 0,00000 | 100,0000 |

Résultats de test d'ANOVA de kruskal-wallis de la conductivité électrique des miels analysés.

| ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; conductivité (euille 2) | | | |
|--|------|----------|-------------|
| Var. indépendante (classement) : miels | | | |
| Test de Kruskal-Wallis : H (19, N= 60) =58,72777 p =,000 | | | |
| Dépend. : conductivité | Code | N Actifs | Somme Rangs |
| M1 | 101 | 3 | 62,5000 |
| M2 | 102 | 3 | 66,5000 |
| M3 | 103 | 3 | 6,0000 |
| M4 | 104 | 3 | 15,0000 |
| M5 | 105 | 3 | 43,0000 |
| M6 | 106 | 3 | 93,0000 |
| M7 | 107 | 3 | 138,0000 |
| M8 | 108 | 3 | 157,0000 |
| M9 | 109 | 3 | 78,0000 |
| M10 | 110 | 3 | 177,0000 |
| M11 | 111 | 3 | 152,0000 |
| M12 | 112 | 3 | 123,0000 |
| M13 | 113 | 3 | 168,0000 |
| M14 | 114 | 3 | 50,0000 |
| M15 | 115 | 3 | 33,0000 |
| M16 | 116 | 3 | 90,0000 |
| M17 | 117 | 3 | 105,0000 |
| M18 | 118 | 3 | 24,0000 |
| M19 | 119 | 3 | 114,0000 |
| M20 | 120 | 3 | 135,0000 |

Annexe 9

Résultats du test de normalité (Shapiro-wilk) de la teneur en cendres des miels analysés.

| Table de fréquences : cendres (Feuille) | | | | | | |
|---|-----------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Shapiro-Wilk W=,82931, p=,00003 | | | | | | |
| Catégorie | Effectifs | Effectifs Cumulés | % Indiv. Actifs | % Cumulé Ind. Act. | % toutes Observ. | % Cumulé du Total |
| -,200000<x<=,722E-15 | 0 | 0 | 0,00000 | 0,0000 | 0,00000 | 0,0000 |
| ,722E-15<x<=,2000000 | 14 | 14 | 35,00000 | 35,0000 | 34,14634 | 34,1463 |
| ,2000000<x<=,4000000 | 14 | 28 | 35,00000 | 70,0000 | 34,14634 | 68,2927 |
| ,4000000<x<=,6000000 | 10 | 38 | 25,00000 | 95,0000 | 24,39024 | 92,6829 |
| ,6000000<x<=,8000000 | 0 | 38 | 0,00000 | 95,0000 | 0,00000 | 92,6829 |
| ,8000000<x<=1,000000 | 0 | 38 | 0,00000 | 95,0000 | 0,00000 | 92,6829 |
| 1,000000<x<=1,200000 | 1 | 39 | 2,50000 | 97,5000 | 2,43902 | 95,1220 |
| 1,200000<x<=1,400000 | 1 | 40 | 2,50000 | 100,0000 | 2,43902 | 97,5610 |
| VM | 1 | 41 | 2,50000 | | 2,43902 | 100,0000 |

Résultats de test d'ANOVA de kruskal-wallis de la teneur en cendres des miels analysés.

| ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; cendres (Feuille) | | | |
|---|------|----------|-------------|
| Var. indépendante (classement) : miels | | | |
| Test de Kruskal-Wallis : H (19, N= 40) =38,78226 p =,004 | | | |
| Dépend. : cendres | Code | N Actifs | Somme Rangs |
| M1 | 102 | 2 | 19,50000 |
| M2 | 103 | 2 | 19,00000 |
| M3 | 104 | 2 | 7,00000 |
| M4 | 105 | 2 | 11,00000 |
| M5 | 106 | 2 | 18,50000 |
| M6 | 107 | 2 | 55,00000 |
| M7 | 108 | 2 | 59,00000 |
| M8 | 109 | 2 | 63,00000 |
| M9 | 110 | 2 | 38,50000 |
| M10 | 111 | 2 | 79,00000 |
| M11 | 112 | 2 | 75,00000 |
| M12 | 113 | 2 | 71,00000 |
| M13 | 114 | 2 | 67,00000 |
| M14 | 115 | 2 | 3,00000 |
| M15 | 116 | 2 | 43,00000 |
| M16 | 117 | 2 | 31,00000 |
| M17 | 118 | 2 | 48,50000 |
| M18 | 119 | 2 | 35,50000 |
| M19 | 120 | 2 | 49,50000 |
| M20 | 121 | 2 | 27,00000 |

Annexe 11

Résultats du test de normalité (Shapiro-wilk) de la teneur en proline des miels analysés.

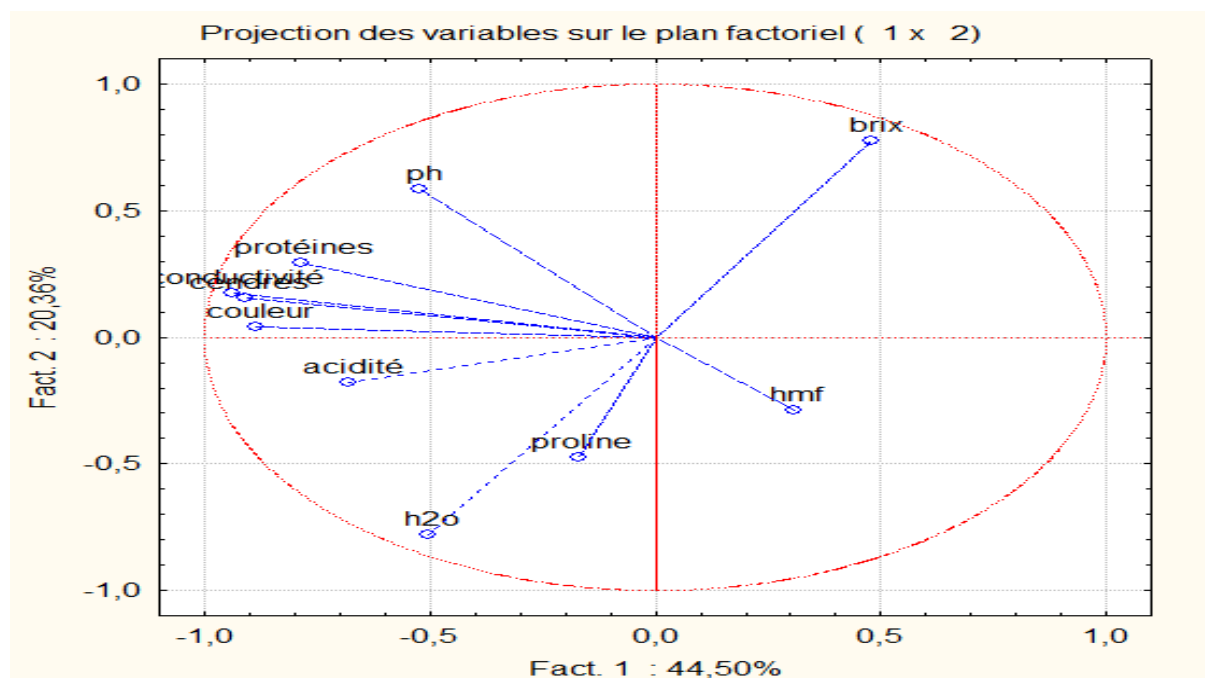
| Table de fréquences : proline (Feuille) | | | | | | |
|---|-----------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Shapiro-Wilk W=,83999, p=,00005 | | | | | | |
| Catégorie | Effectifs | Effectifs Cumulés | % Indiv. Actifs | % Cumulé Ind. Act. | % toutes Observ. | % Cumulé du Total |
| 100,0000<x<=200,0000 | 12 | 12 | 30,00000 | 30,0000 | 29,26829 | 29,2683 |
| 200,0000<x<=300,0000 | 14 | 26 | 35,00000 | 65,0000 | 34,14634 | 63,4146 |
| 300,0000<x<=400,0000 | 6 | 32 | 15,00000 | 80,0000 | 14,63415 | 78,0488 |
| 400,0000<x<=500,0000 | 6 | 38 | 15,00000 | 95,0000 | 14,63415 | 92,6829 |
| 500,0000<x<=600,0000 | 0 | 38 | 0,00000 | 95,0000 | 0,00000 | 92,6829 |
| 600,0000<x<=700,0000 | 2 | 40 | 5,00000 | 100,0000 | 4,87805 | 97,5610 |
| VM | 1 | 41 | 2,50000 | | 2,43902 | 100,0000 |

Résultats de test d'ANOVA de kruskal-wallis de la teneur en proline des miels analysés.

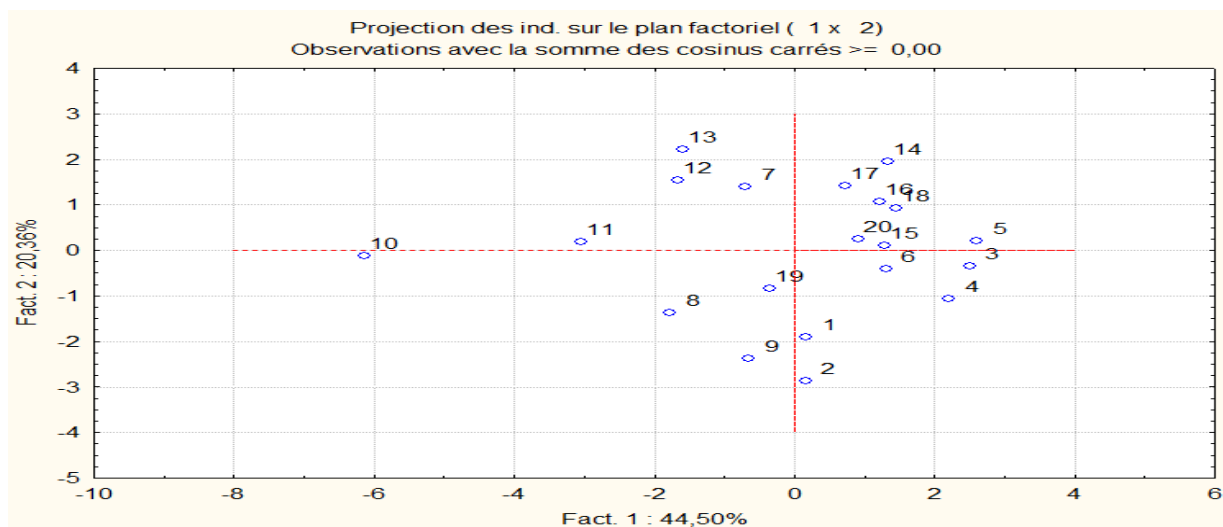
| ANOVA de Kruskal-Wallis par Rangs; proline (Feuille de données1) | | | | | | |
|--|------|----------|-------------|--|--|--|
| Var. indépendante (classement) : miels | | | | | | |
| Test de Kruskal-Wallis : H (19, N= 40) =38,91768 p =,004 | | | | | | |
| Dépend. : proline | Code | N Actifs | Somme Rangs | | | |
| M1 | 102 | 2 | 71,00000 | | | |
| M2 | 103 | 2 | 79,00000 | | | |
| M3 | 104 | 2 | 47,00000 | | | |
| M4 | 105 | 2 | 55,00000 | | | |
| M5 | 106 | 2 | 7,00000 | | | |
| M6 | 107 | 2 | 39,50000 | | | |
| M7 | 108 | 2 | 35,00000 | | | |
| M8 | 109 | 2 | 19,00000 | | | |
| M9 | 110 | 2 | 27,00000 | | | |
| M10 | 111 | 2 | 63,00000 | | | |
| M11 | 112 | 2 | 51,00000 | | | |
| M12 | 113 | 2 | 31,00000 | | | |
| M13 | 114 | 2 | 59,00000 | | | |
| M14 | 115 | 2 | 3,00000 | | | |
| M15 | 116 | 2 | 15,00000 | | | |
| M16 | 117 | 2 | 11,00000 | | | |
| M17 | 118 | 2 | 23,00000 | | | |
| M18 | 119 | 2 | 42,50000 | | | |
| M19 | 120 | 2 | 75,00000 | | | |
| M20 | 121 | 2 | 67,00000 | | | |

Annexe 12

Projections des variables sur le plan factoriel (1 * 2)

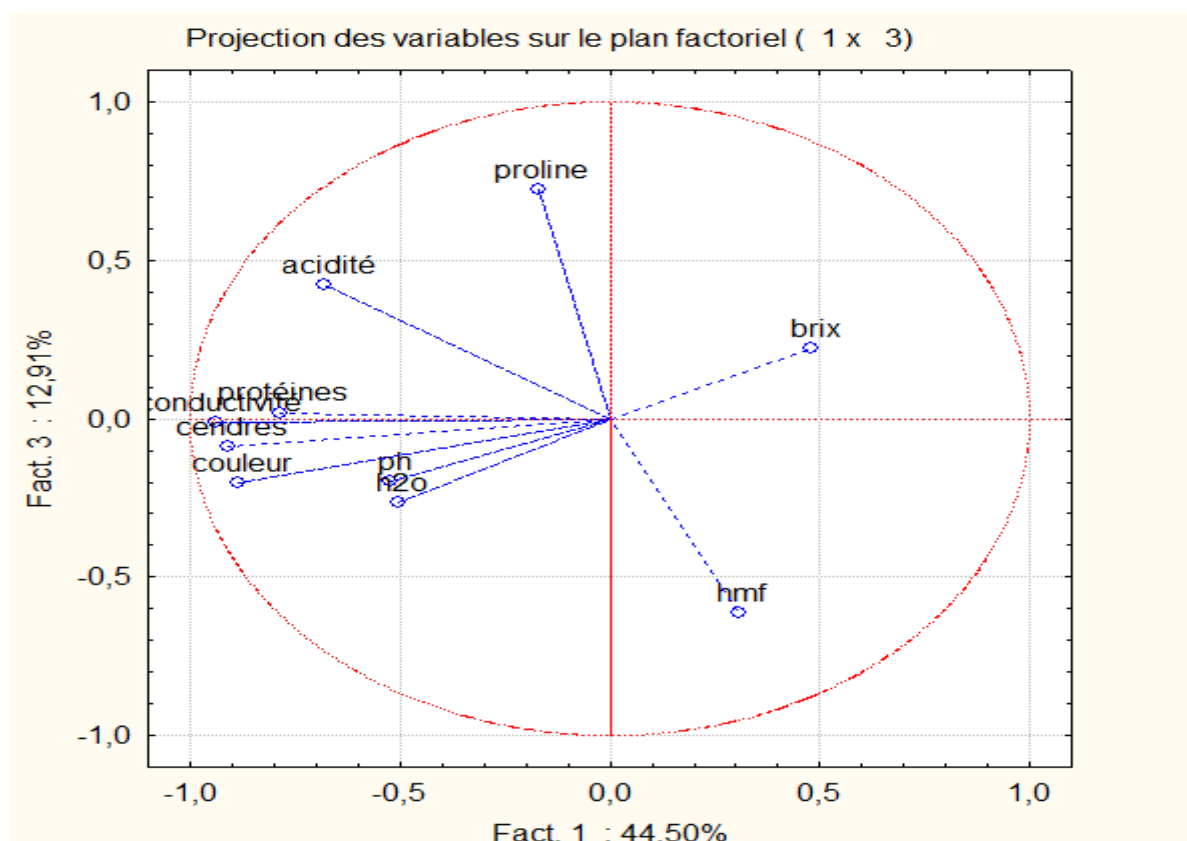


Projections des individus sur le plan factoriel (1 * 2)

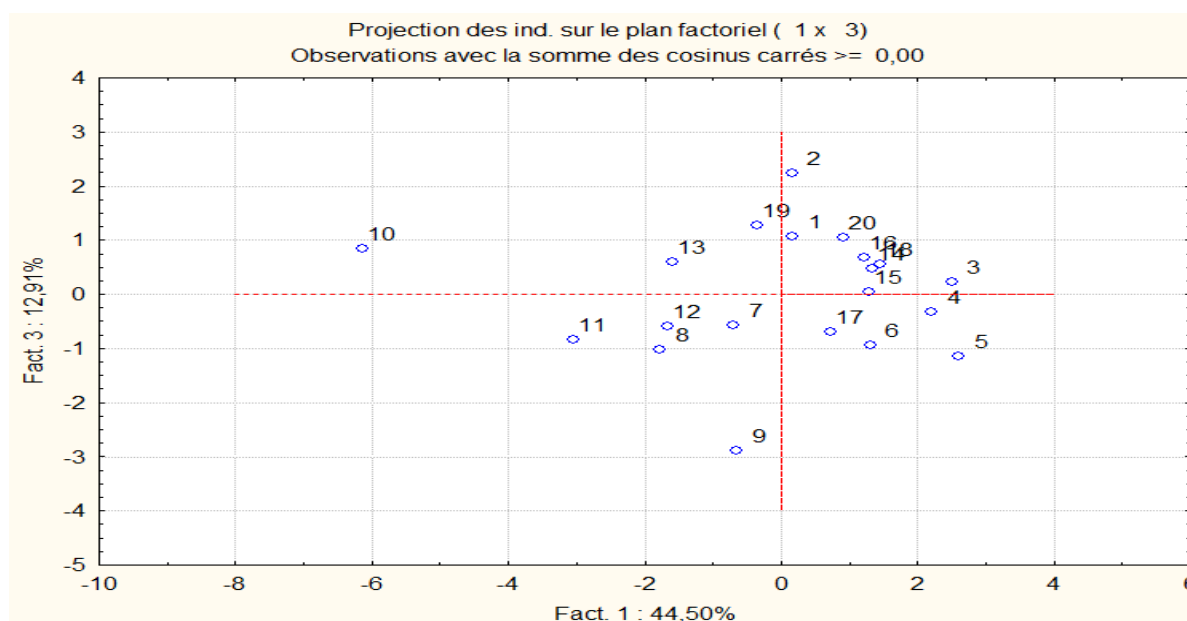


Annexe 13

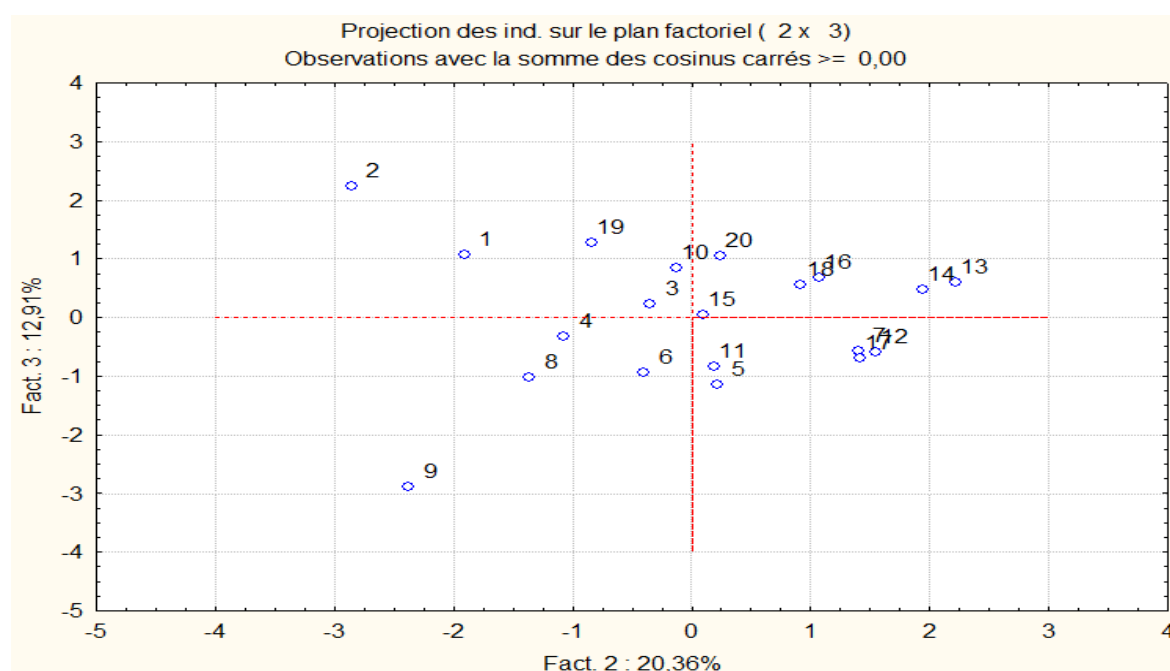
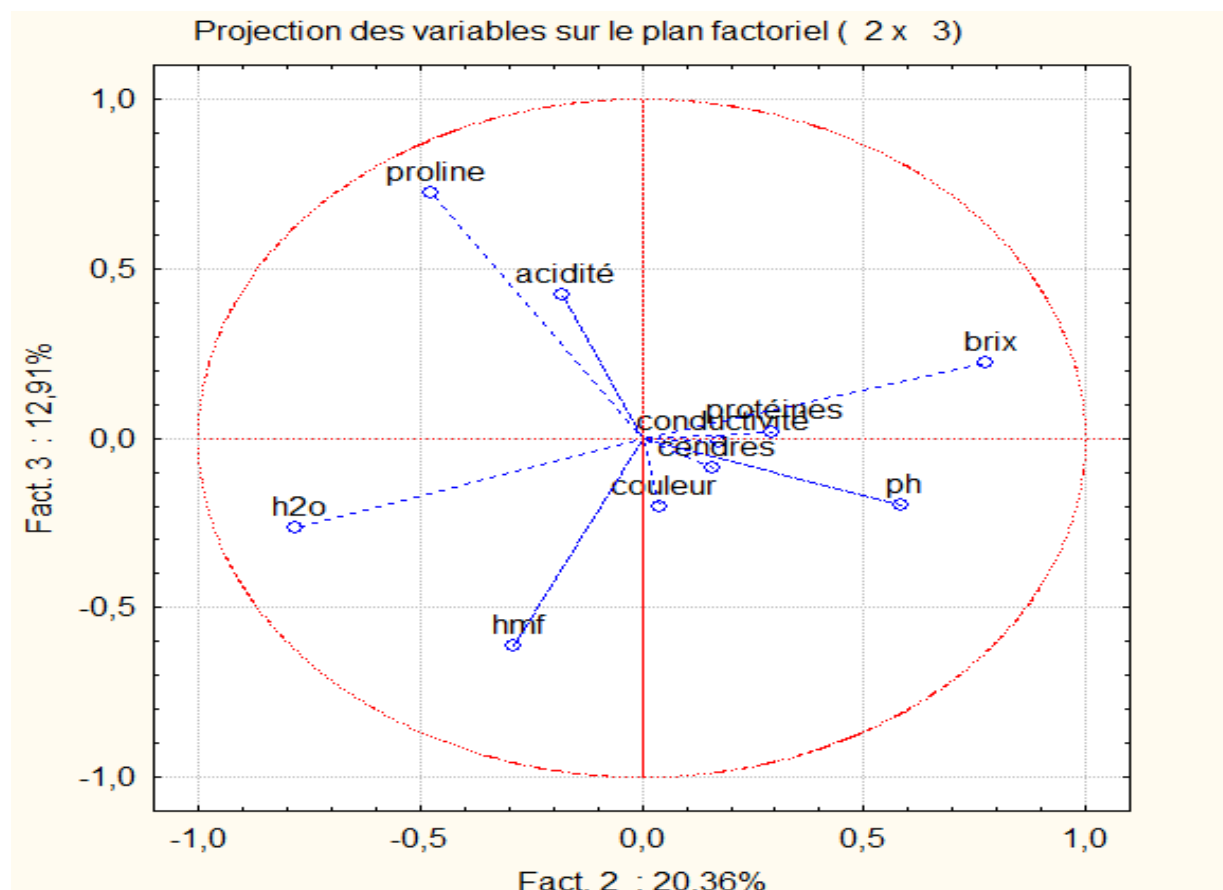
Projections des variables sur le plan factoriel (1 * 3)



Projections des individus sur le plan factoriel (1 * 3)



Annexe 14



Annexe 15

Questionnaire utilisé pour identification des caractères organoleptiques et origine botanique.

Nom :

Date :

Fonction :

Echantillons : 20 miels monofloraux, obtenus directement des apiculteurs locaux.

Code de l'échantillon :

Veuillez observer et goûter ces échantillons et indiquer vos appréciations sur les caractères cités-dessous en cochant la case appropriée.

Pour le caractère goût il vous est demandé de rincer la bouche avec de l'eau minérale après chaque dégustation et de ne pas fumer avant la dégustation.

➤ **Caractères organoleptiques**

1. La couleur :

Jaune pâle jaune orangé Très clair, presque blanc Jaune d'or
Blanc Marron Marron foncé Brun claire Brun dance

2. Aspect :

Liquide crémeux pâteux cristallisé

3. Odeur :

3.1. Intensité de l'odeur :

Puissante Fine Lourde

4. Gout et arôme :

4.1. Sucrosié

Forte bonne moyenne faible

4.2. Saveur :

Acide sucré salé Amer

4.3. Intensité de la saveur :





Forte moyenne faible

4.4. Arrière-goût :

Acide tanin rance fumé autres précession

➤ **Origine végétale**

Veillez observer ces plantes et indiquer l'origine du miel proposer en cochant la case appropriée.

| Plantes proposées Miels et origines géographiqu es | Chawk essor  | Rettem  | El merkh  | El Harra  |
|---|---|--|---|--|
| M1 (Khenchela) | | | | |
| M2 (Khenchela) | | | | |
| M3 (Oued Souf) | | | | |
| M4 (Oued Souf) | | | | |
| M5 (Oued Souf_ Toguourt) | | | | |
| M6 (Laghouat) | | | | |
| M7 (Skikda) | | | | |
| M8 (Biskra) | | | | |
| M9 (Mostagane m) | | | | |
| M10 (Biskra) | | | | |
| M11 (Biskra) | | | | |
| M12 (Biskra) | | | | |
| M13 | | | | |

| | | | | |
|-------------------------|--|--|--|--|
| (El Bayadh) | | | | |
| M14 (El Bayadh) | | | | |
| M15 (El Naàma) | | | | |
| M16 (Tlemcen) | | | | |
| M17 (Tlemcen) | | | | |
| M18 (Tlemcen) | | | | |
| M19 (Tlemcen) | | | | |
| M20 (Laghouat) | | | | |

Résumé

Le miel est un composé biologique très complexe d'une très grande diversité lui conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. Dans le but de déterminer la qualité des miels et identifier leur origine botanique, nous avons étudié vingt échantillons de miel monofloraux récoltés dans différentes régions de l'Algérie en 2018. Notre étude s'est portée sur l'évaluation physico-chimique ayant pour but de déterminer la composition du miel par l'analyse de quelques paramètres comme : la teneur en eau, le brix, l'acidité et le HMF qui sont des indicateurs de la qualité et d'autres comme le pH, la teneur en cendres, la couleur et la conductivité électrique qui donnent des informations sur l'origine florale de miel. Nous avons aussi réalisé des dosages biochimiques tels que les protéines et la proline qui est l'indice de la falsification de miel. Ainsi qu'une analyse sensorielle qui a porté sur la détermination des paramètres organoleptiques.

Les résultats obtenus ont montré que l'analyse des paramètres de l'origine botanique (pH, conductivité électrique, teneur en cendres et couleur) a permis de confirmer que presque la totalité des miels étudiés ont comme origine le nectar à l'exception des échantillons M7, M10, M11, M12, M13 et M14 qui peuvent être de miellat. La plupart des critères de qualité analysés répondent aux normes exigées par le Codex Alimentarius sauf pour les échantillons M9 et M10 qui ont une teneur en eau qui dépassent légèrement la limite fixée par le codex alimentarius. Aussi d'après l'analyse sensorielle on a conclu que les apiculteurs n'ont pas réussi à détecter la vraie origine botanique de ces miels.

Mot clé : Miel, qualité, analyse physico-chimique, analyse sensorielle.

Summary

Honey is a very complex biological compound of great diversity giving it a multitude of properties, both nutritionally and therapeutically. In order to determine the quality of honeys and identify their botanical origin, we studied twenty samples of monofloral honey harvested in different regions of Algeria in 2018. Our study focused on physicochemical evaluation with purpose of determining the composition of honey by the analysis of some parameters such as: water content, brix, acidity and HMF which are indicators of quality and others like pH, ash content, the color and electrical conductivity that give information about the floral origin of honey. We have also performed biochemical assays such as Protein and Proline which is indicative of honey falsification. As well as a sensory analysis that focused on the determination of organoleptic parameters.

The results obtained showed that the analysis of the parameters of the botanical origin (pH, electrical conductivity, ash content and color) confirmed that almost all the honeys studied have as their origin the nectar with the exception of the samples. M7, M10, M11, M12, M13 and M14 which can be honeydew. Most of the quality criteria analyzed meet the standards required by the Codex Alimentarius except for samples M9 and M10 which have a water content that slightly exceed the limit set by the Codex Alimentarius. Also according to the sensory analysis it has been concluded that beekeepers have not managed to detect the true botanical origin of these honeys.

Key word: Honey, quality, physico-chemical analysis, sensory analysis, botanical origin.