



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE
ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET AGRO-ECOLOGIE

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention
du diplôme de Master
Spécialité : Production et Nutrition Animale

THEME :

**ETUDE DE LA QUALITE DE QUELQUES MIELS
RECOLTES DANS LA REGION DE TIPAZA**

Présenté par :

BOURELAF FAHIMA
HAMMOUNI HAYAT

Devant les jurys :

Mme KALLI.	S	MCB	USDB1	Présidente du jury
Mme BOUBEKEUR.	S	MCB	USDB1	Promotrice
Mme SID.	S	MAA	USDB1	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2021/2022

Remerciements

Nos remerciements sont d'abord au Dieu qui nous a donné la volonté, la santé et la patience d'achever ce travail durant toutes les longues années d'études afin que nous puissions arriver là.

Nous remercions notre promotrice : Mme BOUBEKEUR Salima qui a accepté de diriger ce sujet avec beaucoup de patience, aussi bien pour ses conseils précieux, ses encouragements et pour les corrections et les ce manuscrit.

Nous remercions Mme KALI et nous lui exprimons notre profonde gratitude pour avoir accepté de présider ce jury, qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.

Nous remercions Mme SID pour avoir accepté d'examiner et juger notre travail, nous lui exprimons nos sincères remerciements.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble de nos enseignants qui nous ont transmis leurs savoir et leur expérience durant tout notre cursus universitaire et nous ont permis ainsi d'atteindre le niveau scientifique nécessaire pour la réalisation de ce travail.

Nos remerciements à nos familles qui se sont consacrés à leurs taches avec déroulement et patience le long de nos études.

Enfin, un grand merci pour toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A ma mère, je souhaite qu'elle soit fière de moi ou elle est, que Dieu prenne pitié d'elle et l'accueille dans son vaste paradis.

A mon père, qui m'a entouré d'amour .Tu as été toujours le père compréhensif, merci pour ton aide ; ta disponibilité, ta patience durant toutes mes années d'études, tes encouragements.

Que dieu le garde et le protège.

A ma belle-mère qui n'a cessé pas de m'encourager et de me conseiller, qui a sacrifiés pour ma réussite et m'a soutenu dans toutes mes démarches.

A mes chères sœurs Samira et Manel et mes frère Yasser et Safouane, merci pour votre présence, aide, soutien et votre amour.

A mes chères amies : Narimen, Nihed, Hassena, Meriem, merci pour votre amitié, votre présence, vos conseils et nos fous rires partagés.

A mon binôme Fahima, je prie Dieu de la guérir. Merci pour ton amitié et ton amour.

Hayat.

Dédicaces

Je tiens à dédier ce travail :

A La mémoire de ma grand-mère Khadîdja, que Dieu la bénisse

A mes chères parents Ayache et Hadda qui m'ont donnée leurs encouragements et conseils.

A Mes chères frères Ahmed, Abd El Kader, Sid Ali ,Bilal et Idriss.

A Mes chères sœurs : Fatma Zahra, Aïcha, Fathia, Assia et ma princesse Amina.

A mes chères amis : Fatima, Hadjer, Fadila, Ikrem et sa famille.

Ainsi qu'au médecin de la famille Haoua

A Mon binôme Hayet avec qui j'ai partagé des moments de délire, joie, stresse et surtout de bonne humeur.

Et à toutes les personnes qui me connaissent.

A toute la promotion de production et nutrition animales 2021/2022.

Fahima

Résumé :

Ce travail a contribué à évaluer la qualité de quelques miels récoltés dans la région de Tipaza avec les normes internationales (Codex alimentaire).

Les 16 échantillons de miels ont été récoltés au niveau de 16 ruchers de la région de Tipaza (Nord, Sud, Est, Ouest) en mois de Mai et Juin 2022. Les échantillons de miels récoltés ont fait l'objet d'analyse physico-chimique, les paramètres analysés dans cette étude sont : la teneur en eau et en matière sèche, la conductibilité électrique, la teneur en cendre, le potentiel hydrogène, l'acidité libre, et la densité.

Le miel toute fleur de Bousmail présente la plus faible teneur en eau 16% qui correspond à sa valeur la plus élevée de matière sèche 84%.

Le miel d'oranger d'El Kesadi enregistre la conductibilité électrique 0,34mS/cm qui dépend de la teneur en éléments minéraux en effet sa teneur en cendres est de 0.267 %.

L'acidité libre obtenue de tous les échantillons de miel ne dépasse pas les 40 meq/kg.

Le miel d'oranger issu de Douaouda enregistre la valeur la plus faible de la densité avec 1,29 et il enregistre la valeur la plus élevée de la teneur en eau qui est de 22,3%.

Le miel d'oranger de Oued Harbil est le miel le plus acide parmi tous les échantillons étudiés (pH=5.24).

Les résultats obtenus montrent que la majorité des échantillons de miels analysés répondent aux normes internationales sur le plan physico-chimique. Le miel Sidi Amar d'oranger est le meilleur miel de la région du Tipaza selon sa teneur en eau.

Mots clés : Miel, Qualité, Analyses physico-chimiques, Tipaza.

Study of the quality of some honeys harvested in the region of Tipaza

Abstract

This work helped to evaluate the quality of some honeys harvested in the region of Tipaza according to international standards (Codex Alimentarius).

The 16 honeys samples were collected from 16 apiaries in Tipaza region (North, South, East, and West) in May and July 2022. The harvested honey samples were analyzed physico-chemically, the parameters analyzed in this study are: water and dry matter content, electrical conductivity, ash content, hydrogen potential, free acidity, and density.

The orange honey from Bousmail has the lowest water content (16 %) which corresponds to its highest dry matter value (84%).

The honey from El Kesadi records the electrical conductivity 0.34 mS / cm which depends on the mineral content in fact the highest ash rate is 0,267% for the same sample of honey.

The free acidity obtained from all the honey samples does not exceed 40meq / kg,

Douaouda orange honey sample record the lowest value of the density at 1,29 , and it records the highest value of the moisture content which is 22,3%.

Oued Harbil honey is the most acidic honey among the other samples (pH = 5,24).

The results obtained show that the majority of the honey samples analyzed correspond to international standards on the physico-chemical level. Sidi Amar orange honey is the best honey in the region of Tipaza according to his water content .

Key words: Honey, quality, physicochemical characteristics, Tipaza.

دراسة جودة بعض عينات العسل التي تم جمعها في منطقة تيبازة

ملخص

ساعد هذا العمل على تقييم جودة بعض العسل الذي تم جمعه في منطقة تيبازة وفقا للمعايير الدولية

(Codex alimentaire).

تم جمع عُنينات العسل الستة عشر من منطقة تيبازة (شمال ، جنوب ، شرق ، غرب) في شهرَي ماي و جوان من عام 2022. تم تحليل عُنينات العسل فُيزيائيا و كيميائيا من حيث : محتوى الماء والمادة الجافة ، الموصلية الكهربائية، محتوى الرماد ، إمكانية الهدروجين ، الحموضة الحرة ، والكثافة.

يحتوي عسل البرتقال من بوسماعيل على اقل محتوى مائي و الذي يتوافق مع اعلى قيمة للمادة الجافة 84%.

يسجل عسل البرتقال من القصادي الموصلية الكهربائية 034ميلي سيزم/سنتمتر و التي تتعلق بمحتواه المعدني الذي تقدر نسبته ب 0.267

لا تتجاوز الحموضة الحرة لجميع العينات نسبة 40 méq/kg .

يسجل عسل البرتقال من دواودة اقل نسبة كثافة 1.29 مع اعلى نسبة من المحتوى المائي 22.3%.

عسل البرتقال من واد حربيل هو العسل الاكثر حمضية من بين العينات(الرقم الهيدروجيني = 5.24)

النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة تظهر بأن اغلب العينات المدروسة تلبّي المعايير الدولية من حيث الخصائص الفُيزيائية والكيميائية .عسل جميع الازهار من سيدي عمار هو أفضل عسل من بين العينات من حيث محتوى الماء .

الكلمات المفتاحية: العسل ، الجودة ، التحاليل الفُزيائية الكيميائية ، تيبازة.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	01
--------------------	----

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01 : GENERALITES SUR LE MIEL.....	04
--	----

CHAPITRE 02 : ANALYSE DU MIEL	17
-------------------------------------	----

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 01 : MATERIELS ET METHODES.....	33
--	----

CHAPITRE 02 : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	49
---	----

CONCLUSION	66
------------------	----

Liste des tableaux

Tableau 1 : la composition chimique des miels de forêt et des miels de fleur.....	6
Tableau 2 : Sels minéraux et oligo-éléments du miel.....	9
Tableau 3 : Teneur en vitamines du miel	10
Tableau 4 : Table de CHATWAY	19
Tableau 5 : Durée nécessaire pour la formation de 40 mg HMF/kg de miel en fonction de la température.....	21
Tableau 6 : Teneur du miel en minéraux.....	22
Tableau 7 : Normes concernant la qualité du miel selon le projet du Codex Alimentaire (2001) et selon le projet de l'UE (2002).....	27
Tableau 8 : Les données climatique de la région de Tipaza 2022.	35
Tableau 9 : Les plantes mellifères de Tipaza.....	36
Tableau 10 : La répartition des ruches dans la wilaya de Tipaza.....	37
Tableau 11 : Présentation des échantillons analysés	39
Tableau 12 : Les valeurs de la densité.....	48
Tableau 13 : Les valeurs de la conductibilité électrique des échantillons des miels	50
Tableau 14 : Les teneurs en eau des miels.	52
Tableau 15 : La teneur en matière sèche des miels	54
Tableau 16 : Les valeurs de pH des échantillons de miel.	56
Tableau 17 : Les valeurs de l'acidité libre des miels	58
Tableau 18 : Taux de la teneur en cendres dans les échantillons de miel	60

Liste des figures

Figure 1: Composition moyenne du miel.....	5
Figure 2 : Processus de la formation de l'HMF.	20
Figure 3: Les différentes couleurs de miel.	24
Figure 4 : Situation géographique de la wilaya de Tipaza.....	32
Figure 5 : Répartition des ruches dans la région de Tipaza.....	37
Figure 6 : Le développement de la production du miel dans la wilaya de Tipaza	38
Figure 7 : Les échantillons de miel récoltés.....	40
Figure 8 : Le réfractomètre	41
Figure 9 : Le conductimètre.	42
Figure 10 : Le pH mètre	43
Figure 11 : L'acidité titrable.....	44
Figure 12: Balance analytique	45
Figure 13 : Un four a moufle.	46
Figure 14 : La densité des échantillons de miel.	49
Figure 15 : La conductibilité électrique des échantillons de miel.	51
Figure 16 : La teneur en eau des échantillons récoltés.	53
Figure 17 : Le taux de matière sèche des échantillons de miels (%).	55
Figure 18 : Le pH des échantillons de miel.....	57
Figure 19 : L'acidité libre des échantillons de miel.....	59
Figure 20: Le taux de cendres dans les échantillons de miel.....	61
Figure 21 : La relation entre la conductibilité électrique et la teneur en cendres.	62

Liste des abréviations

AL : Acidité Libre.

BBC : Bleu Brillant De Coomassie.

CE : Conductibilité Electrique.

DSA : Direction Des Services Agricoles

HMF : L'hydroxy-2-Méthylfurfural.

HPLC : Hight Pressure Liquide Chromatography.

ID : Indice de Diastase.

IS : Indice de Saccarase.

MS : Matière Sèche

mS/cm : Milli Siemens par Centimètre

PH : Potentiel d'Hydrogène.

SAB : Sérum Albumine Bovine.

UE : Union Européenne.

INTRODUCTION

Introduction

Le miel est une substance sucrée élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis Mellifera* à partir de nectar des fleurs aussi bien que le miellat, il est apprécié par l'homme pour ses qualités gustatives et ses vertus thérapeutiques.

Il est considéré comme un produit très riche et complexe qui représente une solution hautement concentré riche en sucres (principalement glucose et fructose). Il renferme aussi une large gamme de composé mineurs tels que, les vitamines, les minéraux, les protéines, les acides organique.... **(Azeredo et al., 2003)**.

Cette composition est influencée par les conditions environnementales, le climat, les espèces végétales et l'apport de l'apiculteur qui lui confère certaines propriétés nutritives et thérapeutiques. Mais elle subit aux cours du temps certain nombre de modification aboutissant à la perte de ses qualités essentiels.

Ces dernières années le miel a fait l'objet de plusieurs recherches, des analyses sont réalisées afin d'évaluer sa qualité, celle-ci se définit par la mise en évidence de la dégradation du produit liée au processus de récolte, conditionnement (chauffage excessif, fermentation, présence de résidus, ect.) **(Clément, 2002)**.

Dans le but d'éviter la falsification et conserver la qualité des miels la commission internationale du miel crée en 1990 a standardisé certain méthodes d'analyses du miel (humidité, taux de sucres réducteurs, pH, acidité, conductivité électrique et HMF), ces paramètres sont utilisés comme critère de qualité de miel **(Bogdanov, 2002)**.

C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés dans ce présent travail à étudier la qualité du miel à travers la détermination des caractéristiques physico-chimiques de 16 échantillons de miels récoltés dans la région de Tipaza.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01

GENERALITES SUR LE MIEL

Tous les jours l'abeille butineuse quitte la ruche pour rechercher le nectar ou le miellat et le stocker dans son jabot, une fois elle rentre dans la ruche, elle décharge et transmette ce nectar à une receveuse par trophallaxie. Ce nectar va transiter par des nombreuses ouvrières ou elles vont le circuler entre leurs bouches et leur jabot et ainsi le mélanger avec leurs sécrétions salivaires dont une enzyme invertase modifier progressivement les sucres de nectar en sucre simples. Puis le mettre dans les alvéoles sous l'influence de l'air sec qui élimine une partie de taux d'eau de miel jusqu'à atteindre le taux d'humidité de 18 à 20% (**Bogdanov, 2004**).

1.1. Définition du miel

Le Codex Alimentaire (1993), définit le miel comme étant une substance naturelle sucrée produite par les abeilles *Apis Mellifera* à partir du nectar des plantes ou à partir des sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche.

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

1.2. L'origine du miel

Le miel produit par les abeilles de l'espèce *Apis Mellifera* peut provenir de deux sources mellifères distinctes : le nectar ou le miellat (**Lequet, 2010**).

D'après **Bogdanov (2011)**, le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir du nectar recueilli dans la fleur.

1.3. La composition chimique du miel

Selon **Huchet (1996)**, le miel est un produit très complexe dont la fabrication demande plusieurs étapes qui toutes ont une influence sur sa composition chimique finale.

D'après **Jeremy (2012)**, il existe plusieurs facteurs qui peuvent influencer la composition chimique tel que les miels de miellats qui sont très souvent d'une couleur foncée, ils se cristallisent généralement peu, et contiennent moins de glucose et de fructose, mais davantage de sucres supérieurs (Miel de Sapin, Miel de Bruyère ...) que les miels de nectar.

En schématisant à l'extrême, on pourrait dire que la composition moyenne du miel est la suivante:

- Hydrates de carbones (sous formes de sucres divers) : 79,5%
- Eau : 17%
- Divers : 3,5%

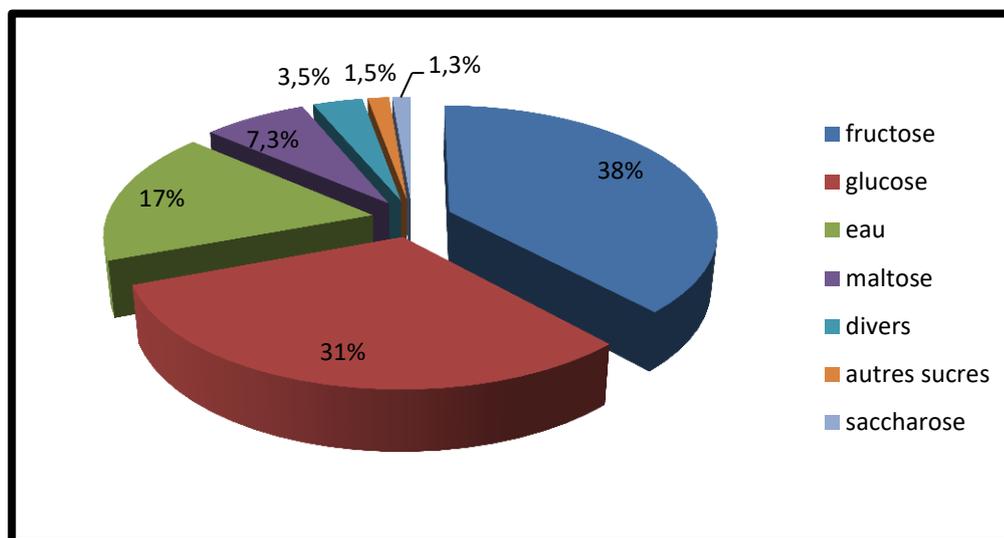


Figure 1: Composition moyenne du miel (**Bruneau, 2002**).

Selon **Durand (1999)**, sa composition est complexe, mais peut être décrite chimiquement comme étant un mélange de sucres divers, essentiellement du fructose et du glucose (70-80 %), l'eau (10- 20 %) et environ de 2 % de composés mineurs dont les acides, les flavonoïdes, les minéraux, les acides

aminés, les protéines, les pigments et les éléments figurés (grains de pollen, spores diverses, levures), la fraction volatile responsable de l'arôme, etc. (Tableau1).

Tableau 1 : la composition chimique des miels de forêt et des miels de fleur

Origine florale Composition chimique	Miel de fleur 100g		Miel de foret 100g	
	Moyenne	Min-Max	Moyenne	Min-Max
eau	α 17.2	15-20	16.3	15-20
monosaccharides	---	---	---	-----
fructose	38.2	30-45	31.8	28-40
glucose	31.3	24-40	26.1	19-32
disaccharose	---	---	---	---
saccharose	0.7	0.1-4.8	0.5	0.1-4.7
Autres disaccharides	5.0	2-8	4.0	1-6
trisaccharides	----	----	----	----
Melezitose	<0.1		4.0	0.3-22.0
Erlose	0.8	0.5-6	1.0	0.1-6
Autres trisaccharides	0.5	0.5-1	3.0	0.1-6
Polysaccharidenon déterminé	3.1	----	10.1	-----
Totale des sucres	79.7	---	80.5	---
Sels minéraux	0.2	0.1-0.5	0.9	0.6-2
Acides aminés, protéines	0.3	0.2-0.4	0.6	0.4-0.7
Acides organiques	0.5	0.2-0.8	1.1	0.8-1.5
pH	3.9	3.5-4.5	5.2	4.5-6.5

Source :(Bogdanov et al ., 2006)

1.3.1. L'eau

D'après **Delphine (2010)**, la teneur en eau a un pourcentage optimum de 17 à 18% qui garantira une bonne conservation du miel, plus cette teneur est élevée plus y a risque de fermentation. Elle conditionne son poids spécifique et sa cristallisation. Elle dépend de plusieurs facteurs tels que : les conditions météorologiques lors de la production, de l'humidité dans la ruche, ainsi que des conditions de récolte.

1.3.2. Les glucides

Les glucides constituent la partie la plus importante du miel (75 à 80 %) (**Buba et al., 2013**).

Une quinzaine de sucres différents ont été identifiés dans le miel, mais ils ne sont jamais tous présents simultanément. Le fructose et le glucose sont les plus abondants (environ 80-85 % de la matière sèche). Des disaccharides (maltose, saccharose, tréhalose, iso maltose, etc.) sont également présents, en plus des tri-saccharides et des oligosaccharides. La composition en sucres dépend fortement du type floral employé par les abeilles aussi bien que les conditions régionales et climatiques (**Zamora et Chirife, 2006**).

1.3.3. Les acides organiques

Les acides organiques qui confèrent au miel son caractère acide sont présents avec un pourcentage d'environ 0,57% (**Karabagias et al., 2014**).

C'est l'acide gluconique, dérivé du glucose, qui prédomine dans le miel, résultant de l'oxydation du glucose par la glucose oxydase dans les miels dilués (**Nafea et al., 2013**).

L'origine de l'acide gluconique serait également due à une bactérie appelée gluconobacter, qui, lors de la maturation du miel, transformerait le glucose en acide gluconique. Il existe aussi une vingtaine d'acides organiques tels que les acides acétique, benzoïque, citrique, lactique, malique, oxalique et butyrique. Les lactones assurent parallèlement une fonction acide (**Manyi-Loh, 2011 cité par Ghlamallah et Hadjab, 2019**).

1.3.4. Les protéines

Les substances azotées ne représentent qu'une minime partie du miel il s'agit d'acides aminés libres et de protéines (0,26%) qui peuvent être présents dans le nectar, provenir des sécrétions de l'abeille et enfin appartenir aux grains de pollen (**Da siliva et al., 2016**).

D'après **CRAAQ (2012)**, ces protides sont en général des protéines et des acides aminés. Nous mentionnons que la proline est un des acides aminés, se retrouve toujours dans le miel. L'origine des protides est diversifiée puisque ceux-ci peuvent provenir du nectar, de sécrétions des abeilles ou du pollen présents dans le miel.

1.3.5. Les minéraux

D'après **Bogdanov et al., (2008)**, dans une revue récapitulative sur la composition des miels faite par rapport la présence de plus de 20 autres minéraux pouvant se trouver sous forme de traces tels que :

l'Aluminium (**Al**), le plomb (**Pb**), l'Arsenic (**As**), le Lithium (**Li**), le Barium (**Ba**), le Molybdène (**Mo**), le Bore (**B**), le Nickel (**Ni**), le Brome (**Br**), le Rubidium (**Rb**), le Cadmium (**Cd**), le Silicium (**Si**), le Chlore (**Cl**), le Strontium (**Sr**), le Cobalt (**Co**), le Soufre (**S**), le Fluore (**F**), le Vanadium (**V**), le Zirconium et l'Iode (**I**), le nombre de ses minéraux ont été classés comme indicateurs d'origine botanique ou géographique.

Les matières minérales sont présentes en moyenne de 0,04 à 0,2% pour les miels les plus courants, mais sont plus abondants dans les miels les plus foncés. Les sels de potassium représentent à eux seuls près de 50% des cendres. Les éléments les mieux présentés dans le miel en dehors du potassium sont le calcium, le sodium, le cuivre, le magnésium, le chlore, le soufre, le silicium, le fer ainsi que plus de trente oligo- éléments, qui n'existent qu'à l'état de traces, sont trouvés dans le miel (**Lachman et al., 2007**).

Alors que le Plomb et le Cadmium sont des indicateurs de pollution (**Rodriguez Garcia et al., 2004**). (Tableau 2)

Tableau 2: Sels minéraux et oligo-éléments du miel

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

Source :(Moore et al., 1997)

1.3.6. Les enzymes

Selon **Hamoudi et Boudershem (2009)**, le miel contient plusieurs enzymes qui peuvent provenir des abeilles, du pollen du nectar, ou encore des microorganismes. Elles sont présentes en proportions importantes dans le miel, sont thermolabiles, leur présence ou leur absence peut servir d'indicateur de surchauffe du miel.

L'activité enzymatique de ces substances diminue avec l'âge du miel. Elle peut être détruite par de fortes températures (**Jean-Prost et Médori, 2005**).

Ce sont des catalases, des phosphatases, des enzymes acidifiantes et des gluco-oxydases qui transforment le glucose en acide gluconique (**Bonté et al., 2011**).

Ainsi, la composition finale en sucres du miel est le résultat de l'action des enzymes de la salive de l'abeille sur le nectar et le miellat (**Felsner et al., 2004**).

1.3.7. Les vitamines

Le miel est un aliment pauvre en vitamines, puisqu'il présente des teneurs qui sont loin de couvrir les besoins de l'homme et ne comprend aucune vitamine liposoluble (Vitamine A et D). Il s'agit essentiellement de vitamines du groupe B et occasionnellement de vitamine C (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

Le miel est pauvre en vitamines et en minéraux, comme le montre le tableau. Cependant, il faut signaler ici qu'il existe de très grandes variations entre les miels.

Les vitamines les plus rencontrées sont celles du groupe B, spécifiquement la B1, B2 et B9, sinon l'apport général est insignifiant au regard de la demande vitaminique journalière de l'homme dans ses différentes phases de croissance (**Hamel T, 2013**) (Tableau 3).

Tableau 3: Teneur en vitamines du miel

Vitamines	Quantité (mg/100g)
Thiamine (vitamine B1)	0,00-0,01
Pyridoxine (vitamine B6)	0,01-0,32
Niacine	0,10-0,20
Acide pantothénique (vitamine B5)	0,02-0,11
Acide ascorbique (vitamine C)	2,20-2,50
Phyloquinone (vitamine K)	Env. 0,025

Source : (**Bogdanov et al., 2003**)

1.3.8. Les substances aromatiques

L'arôme de miel d'abeille dépend de la composition de fraction volatile, qui est sous l'influence de la composition de nectar et d'origine florale (**Cuevas et al., 2007**).

Ces substances, se trouvent à l'état de traces, c'est le cas des constituants qui sont à l'origine de l'arôme du miel (**Bouseta et al., 1992**).

1.4. Classification du miel

Selon **Hoyet, (2005)**, l'appétence naturelle des abeilles pour tout ce qui est sucré les amène à butiner différentes sources. Le miel est élaboré par ces insectes à partir de substances sucrées végétales et/ou animales provenant soit de nectar et/ou de miellat respectivement.

1.4.1. Miel du nectar

Le nectar, qui est en générale la source principale de miel, est le liquide sucré sécrété par les glandes dites nectarifères, présentes sur de nombreuses plantes. Les nectaires qui abritent ces glandes sont situés le plus souvent dans les fleurs, mais peuvent aussi se trouver à la base de certaines feuilles (**Marchenay et Berard, 2007**).

Selon **Clément et al., (2015)**, le miel de nectar provient des fines gouttelettes sucrées exsudées par les nectaires des fleurs, butinées et travaillées par les abeilles, elles se transforment en miel.

1.4.2. Miel du miellat

Le miellat est un produit sucré élaboré par diverses insectes piqueurs et suceurs généralement le puceron à partir de la sève des végétaux et dont se nourrissent certaines abeilles et fourmis (**Hoyet, 2005**).

Il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et en sucres complexes (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

D'après **Clément (2015)**, le miel de miellat provient de l'exsudation déposée en pellicule gluante sur les végétaux par certains pucerons qui se sont nourris des

éléments azotés de la sève récoltés par les abeilles, ces sucres seront transformés en miel.

Il est difficile d'observer les abeilles effectuer ce type de butinage. Il a été montré qu'en présence d'une grande quantité de nectar, elles délaissent le miellat, Cependant, lorsque les conditions climatiques sont défavorables, les miellats peuvent représenter une source nutritive intéressante pour l'abeille **(Rossant, 2011)**.

1.5. Les divers miels

De nombreuses sortes de miel sont visibles sur les étals de marché. Alors que les goûts évoluent, on distingue :

1.5.1. Miels mono floraux (uni floraux)

Cette catégorie de miel a un goût particulier qui évoque la fleur dont chacun est issu possèdent des caractéristiques palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques spécifiques **(Bogdanov et al., 2003)**.

D'après **Bradbear (2011)** :

- ✓ le miel mono floral se réfère au site principal de butinage des abeilles, et prend le nom de la plante sur laquelle elles se sont concentrées.
- ✓ Les types de miel mono floral courants proviennent du trèfle, de l'acacia, du tilleul et du tournesol.
- ✓ Le miel mono floral est plus cher que les miels poly floral.
- ✓ Le miel mono floral léger comme celui de la fleur d'oranger ou de l'acacia coûte toujours plus cher que les mélanges de miels.

1.5.2. Miels poly floraux

D'après **Clément (2002)**, ces miels sont élaborés par les abeilles à partir du nectar ou de miellat provenant de plusieurs espèces végétales.

Ils contiennent le pollen du nectar de plusieurs végétaux, ces miels dits « toutes fleurs ». Les propriétés de ces miels sont beaucoup plus variables, par rapport aux espèces d'abeille, la floraison respective et les facteurs climatiques **(Altman, 2010)**.

1.6. Utilisation du miel

1.6.1. En alimentation

C'est un aliment de soutien et de régénération. Il aide à l'effort, entretient une meilleure résistance à la fatigue, tant physique qu'intellectuelle et apporte à l'organisme un assez large éventail d'éléments indispensables à notre équilibre (vitamines, sels minéraux, oligo-éléments) **(Bradbear, 2010)**.

1.6.2. Médicament ou tonique

Dans de nombreux pays, le miel est considéré comme un médicament ou un tonique spécial, plutôt que comme un aliment quotidien. Le miel a des propriétés médicinales qui sont de plus en plus reconnues par la médecine contemporaine. **(Bradbear, 2010)**.

1.6.3. Autres usages

Le miel est fréquemment utilisé en tant que source de sucres pour faire les vins ou les bières de miel, et pour fabriquer des produits secondaires : céréales pour le petit-déjeuner, produits de boulangerie et une multitude d'autres produits ayant une valeur ajoutée **(Bradbear, 2010)**.

1.7. Technologie du miel

1.7.1. La récolte

Selon **Hoyet (2005)**, la récolte du miel par l'apiculteur a lieu général après une miellée (qui correspond à la période de production de nectar par la flore susceptible d'en fournir) et lorsque les 3/4 des alvéoles des rayons de cire sont operculés.

L'apiculteur retire les cadres de miel, après avoir chassé les abeilles par enfumage, il transporte les hausses dans la miellerie et enlève les opercules à l'aide d'un couteau à désoperculer **(Huchet et al., 1996)**.

1.7.2. Maturation de miel

La maturation et la mise en pots de miel, à la sortie de l'extracteur, est versé dans un maturateur .Il s'agit d'un simple récipient de décantation surmonté d'un filtre destiné à retenir les impuretés qui pourraient y être contenues (bulles d'air, fragments de cire...). Il faut deux à trois jours pour que les impuretés et l'air remontent à la surface afin d'être éliminés. Il est indispensable que le maturateur soit placé dans un endroit propre et surtout sec. Enfin, l'apiculteur soutire le miel du maturateur et le conditionne dans des pots (**Hoyet, 2005**).

1.7.3. Conditionnement du miel

D'après **Huchet (1996)**, le miel est gardé dans des locaux frais où la température ne dépasse pas 20°C. Si le miel à stocker présente un risque de fermentation, il faudra impérativement le pasteuriser ou le conserver à une température de 4 à 5°C.

1.7.4. Pasteurisation du miel

Le miel peut être consommé pasteurisé ou non. Le miel contient très peu d'humidité et beaucoup d'acidité, ce qui signifie que les bactéries ne peuvent y survivre. C'est pourquoi, contrairement au lait et au jus, le miel n'est pas pasteurisé pour des raisons de salubrité alimentaire, mais plutôt de qualité. En effet, la pasteurisation du miel réduit les risques de fermentation et retarde sa cristallisation. Pour pasteuriser le miel, on le chauffe à 71°C (160°F), pour ensuite le refroidir rapidement (**Bruneau, 2002**).

1.7.5. Emballage et étiquetage

Les récipients doivent être étanches à l'eau et à l'air pour éviter toute pénétration d'humidité dans le miel. Les récipients et cuves en fer blanc, en aluminium, en acier chromé et en plastique (qualité alimentaire) conviennent parfaitement à cet usage. Pour les emballages de consommation, les pots en verre, mais aussi ceux en plastique (qualité alimentaire) et en fer blanc conviennent. Quant aux boîtes en paraffine, elles ne sont étanches ni à l'eau ni à l'air et sont en conséquence inutilisables pour le stockage du miel. Selon la loi sur les denrées alimentaires, elles sont même interdites (car la paraffine contient des substances toxiques qui peuvent migrer dans le miel) et ne

pourront plus être utilisées une fois la période de transition est écoulée (**Bogdanov, 1999**).

Il est normal de s'en tenir à une durée de conservation maximale de 18 à 24 mois selon les miels, à condition de garantir au consommateur que le miel aura au moins jusqu' à cette date, conservé ses qualités et ses caractéristiques sensorielles (**Guerriat, 1996**).

En outre, l'apiculteur valorise d'autant mieux son produit qu'il mentionne aussi le résultat d'une analyse de laboratoire (espèces butinées, consistance...) et une région de production (**Schweitzer, 2004**).

1.7.6. La conservation

Selon **Blanc (2010)**, pour conserver bien du miel, pendant de nombreux mois, il faut faire attention à 3 facteurs : l'humidité, la chaleur et la lumière. Si celui-ci est soumis à une température trop grande, il s'en suivra une dégradation des sucres, une perte d'arôme et une augmentation de l'acidité. En règle générale, la conservation du miel se fera à température constante, dans un récipient étanche placé dans un endroit sec et à l'abri de la lumière. Grâce à ses 67 hautes teneurs en sucre, il se conserve très longtemps. Il se consomme idéalement dans les deux ans. Un miel cristallisé supporte mal les excès de température (plus de 25°C), qui risquent de provoquer l'effondrement de sa structure cristalline (déphasage). Il faudra donc le conserver dans un endroit où la température ne dépasse pas 20°C (deux ans au maximum). S'il est liquide, une température d'environ 25°C est souhaitable. Un miel trop humide sera conservé à 11°C, pour éviter sa fermentation.

CHAPITRE 02

LES ANALYSES DU MIEL

2.1. Les analyses physico-chimiques

Le miel contient un très grand nombre de substances, mais il existe entre les miels des variations de composition relativement importantes qui sont liées à leur origine florale et géographiques (**Yahia, 2015**).

Ces caractères sont importants pour bien différencier le miel les uns des autres mais également pour les évaluer (**Benkhaddra et Ghadbane, 2014**).

2.1.1. Les analyses physiques

2.1.1.1. La densité

La densité d'un miel homogène est le rapport exprimé en nombre décimal de la masse volumique de ce miel sur la masse volumique de l'eau pure à 4°C. Le miel est donc un produit relativement dense. Les variations de la densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense. La densité varie entre 1.39 et 1.44 à 20°C (**Prost, 2005**).

2.1.1.2. La viscosité

Le miel est un liquide visqueux et sa viscosité dépend de sa teneur en eau, sa composition chimique et sa température. La viscosité est très élevée à basse température et décroît rapidement lorsque la température augmente pour (30°C à 35°C la viscosité minimale <100 poise) (**Bogdanov, 2011**).

2.1.1.3. La conductibilité électrique

La conductibilité électrique (**CE**) correspond à la mesure de la capacité d'un miel de transmettre un flux électrique ou conductance. Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre et s'exprimée en Siemens par centimètre (S/cm) (**Mekiou, 2016**).

La conductibilité électrique est un paramètre qui montre grande variabilité liée à l'origine florale, il est considéré comme l'un des meilleurs paramètres pour la différenciation entre les miels des différents origines florales (**Terrab et Heredia., 2003**).

D'après **Kašonienė et al.,(2010)**, la conductibilité électrique du miel est en rapport avec sa couleur : les miels foncés conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs.

2.1.1.4. L'indice de réfraction

Il est couramment utilisé par les techniciens qui se servent de réfractomètres de petite taille, très pratiques. L'indice permet de calculer une variable très importante, la teneur en eau, bien plus rapidement que pour les autres méthodes (Emmanuelle et *al.*, 1996).

2.1.2. Les analyses chimiques

2.1.2.1. Le pH

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

Selon Clément (2009), la plupart des miels ont un pH relativement bas (acide). Cependant, ce dernier est d'autant plus élevé et proche de 7 que le miel est jeune, fraîchement récolté et contient d'abondants sels minéraux.

2.1.2.2. L'acidité

D'après Mbogning et *al.*,(2011),l'acidité du miel est due à un grand nombre d'acide organique qu'il contient, principalement l'acide gluconique qui est en équilibre avec les lactones et les esters et les ions inorganiques (Phosphates et Chlorures) .

L'acidité est un critère de qualité important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel (Gomes et *al.*, 2010).

L'acidité totale de miel s'exprime en milliéquivalents par kilogramme (még/kg), elle est très variable d'un miel a un autre et se situe entre 10 et 60 még/kg (Bogdanov et *al.*, 2006).

2.1.2.3. La teneur en eau (l'humidité)

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et peut renseigner sur la stabilité contre la

fermentation et la cristallisation au cours de stockage et donc elle conditionne la conservation du produit (**Kuçuk et al., 2007**).

La mesure de la teneur en eau, se fait très simplement au moyen d'un réfractomètre ; l'indice de réfraction est fonction de sa teneur en eau. Connaissant l'indice de réfraction, on en déduit la teneur en eau. Les tables de **CHATAWAY** donnent directement la correspondance. (**Tableau4**)

Tableau 4 : Table de CHATWAY

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

Source : (**CHATWAY, 1935**)

2.1.2.4. L'hygroscopicité

D'après **Bradbear (2011)**, le miel riche en fructose, est très hygroscopique, c'est-à-dire qu'il absorbe facilement l'humidité de l'air ambiant. C'est pourquoi le

miel doit être manipulé et entreposé dans des locaux secs et que les récipients qui le contiennent doivent être fermés hermétiquement.

2.1.2.5. L'hydroxy-2-méthylfurfural (HMF)

D'après **Makhloufi et al.,(2010)**, l'hydroxy-2-méthylfurfural est un sucre de dégradation du fructose naturellement présent dans tous les miels à la récolte à l'état de trace (3mg/kg).(figure)

Le dosage d'HMF permet de détecter si le miel a été chauffé (dénaturer) ou non (**Gonnet, 1991**).

La formation des HMF est influencée par la température de stockage : l'excès de chaleur est un facteur plus importants dans ce processus (**Marceau et al., 1994**).(Tableau 5).

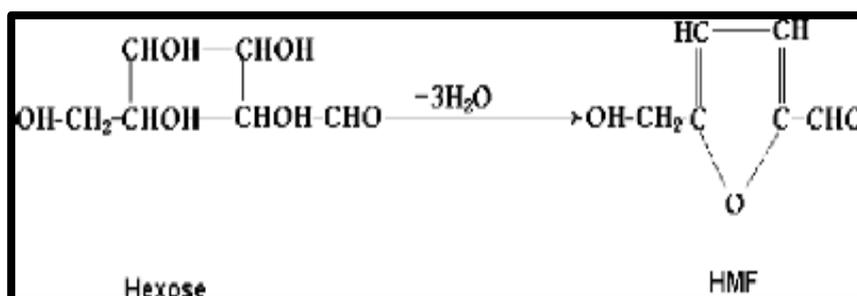


Figure 2 : Processus de la formation de l'HMF (**Guerzou et Nadj ,2002**).

Tableau 5: Durée nécessaire pour la formation de 40 mg HMF/kg de miel en fonction de la température.

Température (°C)	Durée pour 40 mg de HMF/Kg
4	20-80 ans
20	2-4 ans
30	0.5-1 an
40	1-2 ans
50	5-10 jours
60	1-2 jours
70	6-20 heures

Source : (Benhadou et Hasnat, 2005)

2.1.2.6. Le dosage de sucres

Selon **Lequet (2010)**, la teneur totale en fructose et en glucose ne doit pas être inférieure à 60g pour 100g d'un miel de fleurs et 45g pour 100g d'un miel de miellat ou mélange de miel de miellat avec du miel de fleurs. En ce qui concerne le saccharose, la quantité ne doit pas dépasser plus de 5 g dans 100 g de miel, avec quelques particularités pour certains miels.

La détermination de ces sucres et leur dosage s'obtient par l'analyse chromatographique effectuée par un laboratoire spécialisé. Les méthodes officielles d'analyse du miel (arrêté publié au journal officiel 1977) prévoient les méthodes suivantes : chromatographie en couche mince, chromatographie sur papier et chromatographie en phase gazeuse. La méthode la plus effectivement est la chromatographie en phase liquide (H.P.L.C. mis par Hight Pressure Liquide Chromatography -Chromatographie en phase liquide sous haute pression)(**Guerzou et Nadji, 2002**).

2.1.2.7. Le dosage de protéines

Le miel renferme peu de protides (0.1 à 0.2%) du poids frais, ils sont en générales des protéines et des acides aminés. certains provient du nectar ou du pollen et d'autre de sécrétion des abeilles (**CRRAQ, 2012**).

Pour le dosage de protéine de miel on utilise le Bleu brillant de Coomassie (BBC) et le sérum albumine bovine (SAB) à 1mg/ml comme standard. Le dosage effectué à l'aide d'une gamme d'étalonnage et la mesure effectué sur une prise d'essais de 100 ul a 595 mn par rapport à un blanc (**Amri et al., 2007**).

2.1.2.8. La teneur en cendres

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

Selon **Vanhanen et al., (2011)**, les cendres sont déterminées par le contenu de substance minérale du miel. Ce contenu dépend fondamentalement et quantitativement aux caractéristiques du sol et du climat de la région de récolte du miel.

La teneur maximale autorisée par les normes internationales est de 0,6 g/100 g, et pour le miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier est de 1.20 g/100g (**Codex, 1999**) (**Tableau 6**).

Tableau 6 : Teneur du miel en minéraux.

Minéraux	Teneur (mg/100g de miel)	Minéraux	Teneur (mg/100g de miel)
Calcium	4-30	Manganèse	0.02-10
Chlore	0.002-0.02	Phosphore	2-60
Cuivre	0.01-0.1	Potassium	10-470
Fer	0.1-3.4	Sodium	0.6-40
Magnésium	0.7-13	Zinc	0.2-0.5

Source : (**Philipe, 2007**)

2.1.2.9. L'activité enzymatiques

Le miel contient des enzymes, leurs quantités variaient en fonction de l'origine botanique du miel et de l'intensité de miellé. Elles sont très sensibles à la chaleur et au vieillissement. Elles donnent une information plus précise que les HMF sur les chocs thermiques subis par le miel l'activité de ces enzymes s'expriment en indice de saccharase (IS) et indice de diastase (ID) (**Mekious, 2016**).

Selon **Guerzou et Nadj (2002)**, les diastases contenant dans le miel :

- ✓ **Les amylases** et qui provoquent la dégradation de l'amidon en donnant des dextrines puis dumaltose.
- ✓ **La gluco-invertase** (glucosidase) qui joue un rôle essentiel dans la scission des molécules desaccharose.
- ✓ **La gluco-oxydase** qui est à l'origine de la formation de l'acidegluconique.

L'importance de cette enzyme réside dans le fait que sa présence dans le miel est considérée comme indice de qualité (**Kahraman et al., 2010**).

Ainsi, que **le codex Alimentarius** inclut sa détermination comme un standard de la qualité.

2.2. Les analyses polliniques

D'après **Mekious., (2016)**, tous les miels possèdent une signature de leurs origines. Il s'agit d'une sorte « d'empreinte digitale » pleine d'informations, la méliissopalynologie ou analyse pollinique des miels est la science qui permet de décrypter cette empreinte. Les miels de nectars contiennent en leur sein des exemplaires des grains de pollen de leurs origines. Les miels de miellat contiennent divers éléments capturés par le miellat (spores, algues, filaments mycéliens, pollen anémophiles...).

2.3. Les analyses sensorielles

D'après **Guerzou et Nadj (2002)**, les différents miels présentent des caractères visuels, olfactifs, gustatifs et tactiles particulièrement diversifiés.

L'examen organoleptique d'un produit est la fiche descriptive donnée par l'ensemble des perceptions sensorielles ressenties par le consommateur.

Il peut ainsi apprécier ses qualités essentielles mais aussi ses défauts. Il ne remplace cependant pas les examens physico- chimiques et botaniques mais intervient pour confirmer une appellation. Ces analyses sont réalisées dans des pièces inodores, climatisées à 20 °C, 60 % d'humidité et en lumière diurne. Les dégustateurs travaillent loin des repas et ne doivent pas porter d'odeurs avec eux. Le miel étudié est versé dans un verre à pied.

2.4. Les caractéristiques du miel

2.4.1. Les caractéristiques organoleptiques

2.4.1.1. La couleur

Selon **Mekious (2016)**, la couleur des miels provient des matières pigmentaires, elle est le critère d'apparence commercialement le plus important. La couleur de miel est un élément important utilisé dans d'identification de l'origine florale du miel (**Moniruzzaman et al., 2013**).

Les couleurs du miel vont du jaune très pâle (presque blanc) au brun très foncé en passant par toutes les gammes de jaunes, d'oranges, de marrons et même parfois de verts. Si le nectar ou le miellat n'ont pas de pigments, les miels liquides seront incolores et les miels cristallisés seront blancs (**Rossant., 2011**).



Figure 3: Les différentes couleurs de miel (**Krell, 1996**).

2.4.1.2. L'odeur, le goût et les arômes

Selon **Schweitzer (2004)**, dans les différents miels les odeurs varient considérablement mais s'évaporent très rapidement, elles sont végétales, florales, fruitées, puissantes ou non, fines, lourdes, vulgaires, une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut.

Suivant son origine florale, le miel peut présenter une grande diversité d'arômes différents. Il existe une roue d'odeurs et d'arômes qui permet de décrire les sensations perçues tant au niveau olfactif que gustatif lors de la déglutition d'un miel (**Lucia et al., 2016**).

2.4.2. Les caractéristiques nutritives

D'après **Gout (2009)**, le miel étant composé de sucre simple, 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 (310 Kcal/100g). Le miel est cependant moins calorique que le sucre (environ 405 Kcal /100g), ce qui est en fait un aliment apprécié des diététiciens.

2.4.3. Les caractéristiques thérapeutiques

Selon **Molan (2001)**, le miel a un effet antibiotique, une propriété bactéricide et bactériostatique due à l'effet osmotique entraînant une déshydratation et une lyse des germes et même un effet cicatrisant.

D'après **Molan (2001)**, le miel est un anti-inflammatoire et il a une activité immunostimulante.

Selon **Rossant (2011)**, hormis les propriétés antibactériennes et cicatrisantes du miel, il posséderait des vertus médicinales connues depuis des millénaires de façon empirique. Ainsi, on peut dire que le miel posséderait : une action antianémique, une action antifongique, une action apéritive et digestive, des propriétés antitussives, expectorantes et adoucissantes, et aussi possède une action préventive vis à vis des cancers.

3. La qualité du miel

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

3.1. Les critères de qualité

Selon **Gomes et al.,(2010)**, l'évaluation de la qualité du miel passe essentiellement, par l'identification de son origine botanique, l'estimation de sa maturité et fraîcheur, et la vérification de son authenticité. Afin d'offrir au consommateur un produit de qualité.

3.1.1. L'origine botanique

La source florale d'un miel est identifiée par l'analyse pollinique. Cependant, les approches chimiques pourraient être plus précises et facilement entreprises dans la caractérisation du miel (**Yao et al., 2003**).

3.1.2. La maturité et la fraîcheur

Le taux de la proline est considéré comme un critère de maturité du miel, tout comme la teneur en eau (**Terrab et al., 2004**).

D'autre part, les niveaux relativement bas du saccharose indiquent que les miels sont dans un état avancé de la maturation (**Lazaridou et al., 2004**).

Le paramètre le plus surveillé pour déterminer la fraîcheur du miel est le taux d'HMF (**Kahraman et al., 2010**).

3.2. Les normes internationales relatives au miel

Le **Codex Alimentaire (2001)** et le **Journal Officiel des Communautés Européennes (2002)**, ont établi des limites pour certains paramètres physico-chimiques du miel, il s'agit de la teneur en eau, la conductivité électrique, la teneur en cendre, les sucres réducteurs et non-réducteurs, l'acidité, l'activité de diastase et la quantité d'HMF (tableau 7) .

Tableau 7 : Normes concernant la qualité du miel selon le projet du Codex Alimentaire (2001) et selon le projet de l'UE (2002)

Critères de qualité	Codex Alimentarius stan12-1981 (rév.2001)	Union Européenne Directive 2001/110/CE
Humidité	≤ 20% Dérogation possible pour les régions tropicales	≤ 20% ≤ 23% pour miel industriel
Sucres réducteurs	≥ 60g /100g ≥ 45g/100g pour miel de miellat	≥ 60g /100g ≥ 45g/100g pour miel de miellat
Saccharose	≤ 5%	≤ 5%
HMF	≤ 40 mg /kg après Traitement et/ou mélange ≤ 80mg/ kg pour miel ou mélange de miel de région tropicale	≤ 40 mg /kg après traitement et/ou mélange ≤ 80mg/ kg pour miel ou mélange de miel de région tropicale
Conductibilité électrique	≤ 0,8 μS/cm ≥ 0,8μS/cm pour miel de miellat	≤ 0,8 μS/cm ≥ 0,8μS/cm pour miel de miellat
Acidité libre	≤ 50 méq/ kg	≤ 50 méq/ kg ≤ 80 méq/kg miel pour industrie
Indice de diastase	≥ 8 unités Schade après traitement ou mélange du miel ≥ 3 unités Schade si faible teneur naturelle en enzymes	≥ 8 unités Schade après traitement ou mélange du miel ≥ 3 unités Schade si faible teneur naturelle en enzymes

Source : (codex Alimentarius, 2001)

3.2. Les facteurs essentiels de la composition et de la qualité du miel

Selon le **Codex Alimentarius (2001)**, le miel vendu ne doit pas contenir d'ingrédient alimentaire, y compris les additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté. Le miel ne doit pas avoir de matières, de goûts, d'arômes ou de contaminations inacceptables provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entreposage.

D'après **Abersi et al.,(2016)**, le miel ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changée et/ou que sa qualité s'en trouve altérée.

3.3. Facteurs influençant sur la qualité du miel

Le miel est un produit très complexe issu de multiples étapes de synthèse pouvant influencer sa composition. Parallèlement, certains facteurs peuvent entrer en jeu (espèce végétale, source mellifère, nature du sol, conditions climatiques etc.). Chaque fleur butinée va donner au miel un caractère unique : il est ainsi impossible d'en trouver deux parfaitement identiques (**Darrigol, 2007**).

3.3.1. Facteurs écologiques

La composition du miel varie avec la source florale utilisée par les abeilles, la période de récolte et les conditions géo-climatiques des régions concernées (**Canini et al., 2005**).

3.3.2. Les pesticides

La contamination semble venir souvent du pollen où l'on trouve des néonicotinoïdes et leurs dérivés parfois à forte concentration (170 ng/g d'acétamipride et thiaclopride) (**Giroud et al., 2013**).

3.4.3. Les contaminants et composés toxiques potentiels

Un certain nombre de microorganismes sont répartis dans le miel. Cette présence due à une contamination via les pollens, l'air, les fleurs, le contenu digestif des abeilles, la poussière...on va donc trouver dans les ruches, sur les

abeilles adultes, des bactéries et des levures qui se trouvent ensuite dans le miel **(Krichen et Guetatlia, 2019 cité par Bouknani et Langeure ,2019)**.

L'autre source de contamination du miel est constituée par l'homme, les équipements, les récipients, l'atmosphère lors de la récolte et du conditionnement **(Delphine, 2010)**.

3.4.4. Les métaux lourds

Le miel doit être exempt de métaux lourds a des concentrations que peuvent constituer un risque pour la santé humaine, les produits visés par les dispositions de la présent en orme doivent être conformes aux limites maximales fixée pour les métaux lourds par la commission du codex alimentaires **(Amri, 2016)**.

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 01

MATERIELS ET METHODES

Objectif

Notre objectif est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques de quelques échantillons de miels récoltés dans la wilaya de Tipaza afin d'évaluer et comparer leurs qualités selon les normes internationales du codex alimentaire.

1.1. Présentation de la wilaya de Tipaza

1.1.1. Situation géographique

La Wilaya de Tipaza est une Wilaya côtière située à 70 km à l'ouest de la capitale. Elle s'étend sur 120 Km depuis la commune de Douaouda à l'est, jusqu'à celle de Damous du côté ouest et 50 km de littoral sur une largeur de 20 Km environ vers le sud (**DSA Tipaza, 2022**)

Elle se situe au Nord du tell central, Elle est limitée géographiquement par : (figure3)

- ✓ La Mer Méditerranée au Nord.
- ✓ La Wilaya de Chlef à l'Ouest.
- ✓ La Wilaya de Aïn-Defla au Sud-Ouest.
- ✓ La Wilaya de Blida au Sud.
- ✓ La Wilaya d'Alger à l'Est.



Figure 4 : Situation géographique de la wilaya de Tipaza (**Ouahchia et al.,2014**)

1.1.2. Caractéristiques géographiques de la wilaya de Tipaza

1.1.2.1. Les reliefs

Le territoire de la Wilaya de Tipaza couvre une superficie de 1707 Km² qui se répartit en :

- Montagnes : 336 Km² (20 %)
- Collines et piémonts : 577 Km² (34 %)
- Plaines : 794 Km² (46 %)

Les superficies relatives des plaines (46%) ainsi que les collines et des piémonts (34%) donnent à ce secteur une place particulièrement importante dans la vie économique de la Wilaya. **(DSA ,2022)**

Au Nord-Ouest de la Wilaya, la chaîne de montagnes comprenant l'Atlas Bliidièn laisse la place à deux importants ensembles :

- Les Monts du Dahra et du Zaccar.
- Les Monts du Chenoua.

1.1.2.2. Hydrographie

Compte tenu de sa position géographique la Wilaya de Tipasa dispose d'un réseau hydraulique relativement important. **(DSA ,2022)**.

D'Est en Ouest, nous rencontrons :

7

- Oued Mazafran
- Oued El-Hachem
- Oued Djer
- Oued Damous

1.1.3. Caractéristiques climatiques

Sur le plan climatique, la wilaya de Tipaza se situe dans un seul étage bioclimatique subdivisé en deux variantes :

- L'étage subhumide caractérisé par un hiver doux dans la partie Nord ;
- L'étage subhumide caractérisé par un hiver chaud dans la partie Sud ;

- Les gelées sont fortement influencées par l'altitude.

1.1.3.1. Pluviométrie

Les précipitations moyennes enregistrées par la station météorologique de Merad font ressortir une pluviométrie moyenne annuelle de 743 mm durant la période 2010-2018 **(DSA ,2022)**.

1.1.3.2. Les températures

Elle varie entre 33 °C pour les mois chauds de l'été (juillet, août) et 5,7 °C pour les mois les plus froids (décembre à février) **(DSA ,2022)**.

1.1.3.3. Les vents

Les vents sont de fréquences différentes durant l'année et les vents dominants sont de direction Sud-Ouest et Ouest. Sur la cote (au Nord) les vents soufflent de Nord-Est et d'Est et sont prédominants pendant la saison chaude de Mai à Octobre ; pendant les mois de Novembre à Avril se sont les vents d'Ouest qui dominant. La vitesse moyenne du vent est estimée à 6 m/s (22km/h) **(DSA ,2022)**.

1.1.3.4. L'humidité relative

L'humidité relative mesurée au niveau des stations de MEURAD et BOUKOURDANE où des mesures régulières ont été effectuées se situe dans la fourchette 69-80%. Elle est 70% au milieu de la journée.

L'humidité est donc assez élevée surtout vers la fin de la journée durant les mois de Septembre à Février **(DSA ,2022)**.

Le tableau 8 regroupe les données climatiques de la région du Tipaza durant la période janvier à décembre 2021 :

Tableau 8 : Les données climatique de la région de Tipaza 2022.

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Température moyenne (°C)	11	13	14	15	23
Température maximale (°C)	15	18	18	20	29
Température minimale (°C)	6	8	10	11	17
Précipitations (mm)	2	6	24	46	4
Précipitations moyenne par jour (mm)	1	1	1	2	2
Humidité (%)	69	76	79	80	66
Vitesse du vent (km/h)	9	10	21	18	14

Source : (historique- météo, 2022)

1.1.4. La végétation du la wilaya de Tipaza

D'après la direction des services agricoles de la wilaya de Tipaza on a obtenu les informations suivantes sur les plantes mellifères (tableau 9) :

Tableau 9 : Les plantes mellifères de Tipaza

Nom commun	Non scientifiques	Photos
Inule visqueuse	Dittrichia_viscosa	
Arbousier	Arbutus_unedo	
La bourrache	Borago_officinalis	
Le pissenlit	Taraxacum	
Le chardon	Cirsium_arvense	
Sainfoin	Onobrychis	
Epilobe vipérine	Echium_vulgare	
Lavande	Lavandula_agustifolia	
Calyptus	Eucalyptus_canaldulensis	

Source : (DSA Tipaza, 2022)

1.1.5. Situation de l’apiculture dans la wilaya de Tipaza

L’apiculture dans la région de Tipaza est considérée comme l’une des filières qui a connu un développement dans les domaines : technique, organisationnel et professionnel, cela est expliquer par :

- Le niveau de qualification technique et cognitive des apiculteurs
- Programme de formation et accompagnement technique par les instituts techniques et les coopératives spéciales.
- Programme de soutien de l’état en l’apiculture.
- Formation et qualification spécifique à cette filière

Le tableau 10 et la figures 4 présentent la répartition des ruches et le nombre des apiculteurs dans la wilaya de Tipaza :

Tableau 10 : La répartition des ruches dans la wilaya de Tipaza

Nombre des apiculteurs	Nombre de ruches	Moyen ruche/apiculteur
900	614000	68 Ruches /Ap

Source : (DSA Tipaza, 2022)

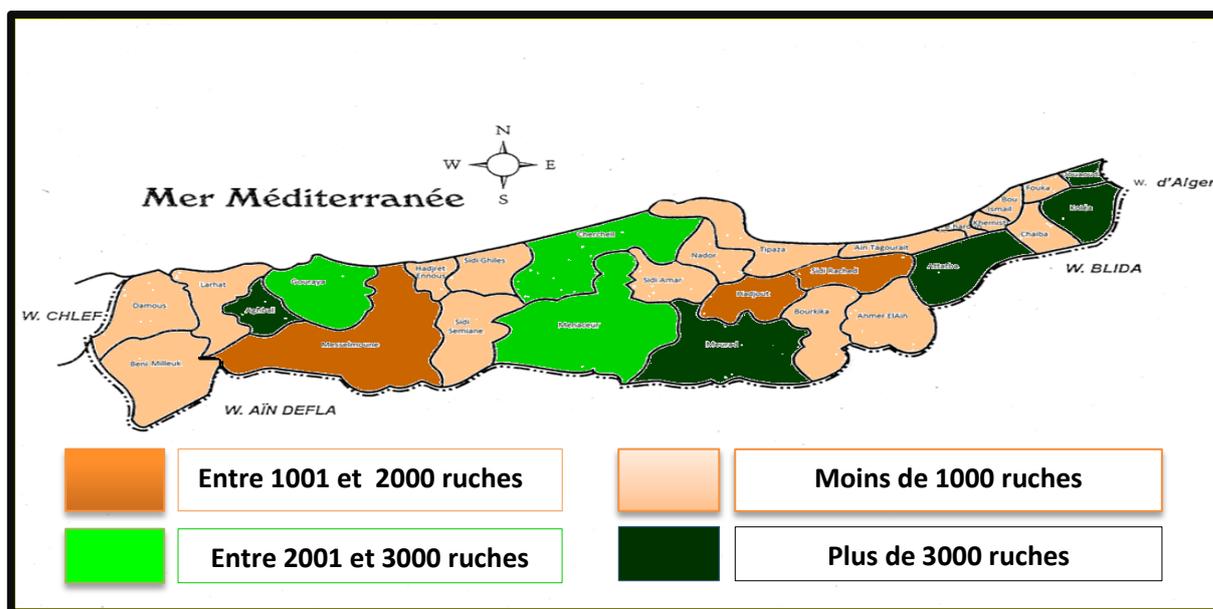


Figure 5 : Répartition des ruches dans la région de Tipaza (DSA ,2019)

Elle occupe la quatrième classe au niveau de production nationale (4353,7 Quintaux) avec un taux de 5.1 % (figure 5).

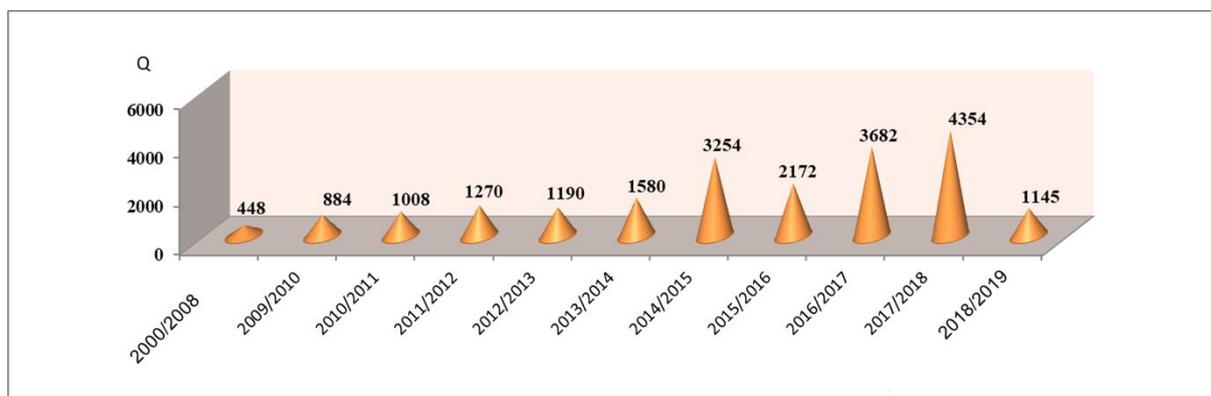


Figure 6 : Le développement de la production du miel dans la wilaya de Tipaza (DSA Tipaza, 2019)

1.2. Matériels

1.2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique est composé de 16 échantillons de miels récoltés par les apiculteurs de la région de Tipaza.

1.3. Méthodes

1.3.1. Echantillonnage

Les 16 échantillons ont été récoltés à la fin du mois de mai et au début du mois de juin 2022, ils ont été collectés dans les différentes régions du Tipaza (Sud, Nord, Ouest, Est et du Centre de Tipaza). Un code a été attribué à chaque échantillon afin de faciliter les manipulations durant les analyses au niveau de laboratoire : Le code désigne : l'origine géographique et l'appellation initiale.

Le tableau 11 présente les informations de nos échantillons (origine géographique, appellation initiale, code, année de récolte et le poids) :

Tableau 11 : Présentation des échantillons analysés

Echantillons	Origine géographiques	Appellation initiale	Code	Année de récolte	Poids
1	Hamar El aine sud	Oranger	MRO	Juin 2022	125 g
2	Germen	Oranger	MGO	Mai 2022	125 g
3	Hatatba Est	Multi fleurs	MHM	Juin 2022	125 g
4	Hatatba centre	Multi fleurs	MCM	Juin 2022	125 g
5	Sidi Amar	Multi fleurs	MSM	Mai 2022	125 g
6	Sidi Amar	Oranger	MSO	Mai 2022	125 g
7	Mesalmoune	Oranger	MMO	Mai 2022	125 g
8	Imesker	Oranger	MIO	Mai 2022	125 g
9	Aghbel	Oranger	MAO	Mai 2022	125 g
10	Louda louze	Oranger	MLO	Juin 2022	125 g
11	Douaouda	Oranger	MDO	Juin 2022	125 g
12	Fouka	Oranger	MFO	Juin 2022	125 g
13	Bousmail	Multi fleurs	MBM	Juin 2022	125 g
14	Khemisti	Multi fleurs	MKM	Juin 2022	125 g
15	Oued Harbil	Oranger	MOO	Mai 2022	125 g
16	EL kasadi	Oranger	MEO	Mai 2022	125 g

Les miels sont identifiés et conservés dans des pots en verre à l'abri de la lumière, l'humidité et la chaleur (Figure 8).



Figure 7 : Les échantillons de miel récoltés.

1.3.2. Les analyses du miel

Les analyses sont réalisées au laboratoire de zootechnie du département de Biotechnologie de l'université de SAAD DAHLAB BLIDA.

Les paramètres d'analyse réalisés dans cette étude sont :

- La teneur en eau
- Degré de Brix
- La conductibilité électrique
- Le pH
- L'acidité libre
- Les cendres

1.3.3. Les analyses physico-chimiques du miel

1.3.3.1. Détermination de la teneur en eau et degré de Brix

a. Principe

La méthode utilisée pour la détermination de la teneur en eau est basée sur la mesure d'IR qui varie en fonction de la concentration en matière sèche du produit à analyser (**Bogdanov, 2011**).

b. Mode opératoire

La détermination de la teneur en eau s'effectue directement par la mesure optique de cette valeur par un réfractomètre à main de type **HONEY TESTER 68-92%**.

La goutte de miel est déposée sur la platine du prisme d'un réfractomètre en couche mince, dans le cas où l'échantillon est cristallisé, on le met dans un flacon fermé hermétiquement et on le place à l'étuve à 40°C ou dans un bain marie à 50°C jusqu'à ce que tous les cristaux de sucre soient dissous puis on laisse refroidir à température ambiante.

La lecture est faite à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure. Lire la valeur de la teneur en eau sur l'échelle supérieure.



Figure 8: Le réfractomètre

1.3.3.2. La conductibilité électrique

a. Principe

La conductibilité électrique a été déterminée à 20°C en utilisant un conductimètre. Les déterminations ont été effectuées sur une solution aqueuse de miel à 20% (Sancho et al., 1991).

b. Mode opératoire

Pour la mesure de la conductibilité électrique il faut préparer une solution de miel à 20% et cela par dissolution de 10g de miel dans 50ml d'eau distillée, ensuite plonger l'électrode du conductimètre électrique dans la solution préparée.



Figure 9 : Le conductimètre.

1.3.3.3. La mesure de pH

a. Principe

Selon Lequet (2010), l'étude de l'acidité d'un miel permet d'identifier son origine botanique. Les miels issus de nectar ont un pH faible (de 3,3 à 4,0) tandis que ceux de miellat ont un pH un peu plus élevé (de 4,5 à 5,5)

b. Mode opératoire

La détermination de pH du miel est faite par l'utilisation d'un pH-mètre.

- ✓ Préparer une solution de miel de 10% (10g de miel dans 100ml d'eau distillée). Il est à rappeler que le pH mètre a été étalonné par solution tampon de pH 4 et 7.
- ✓ Introduire l'électrode dans la solution de miel à mesurer.
- ✓ Attendre la stabilisation de pH mètre et la valeur du pH est directement affichée sur l'écran de l'appareil.



Figure 10 : Le pH mètre

1.3.3.4. L'acidité**a. Principe**

L'acidité libre est déterminée par titration d'un mélange de miel eau avec une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 mole, jusqu'à un pH de 8,30 (**Bogdanov, 2011**).

b. Mode opératoire

- ✓ Titrer la solution du miel de 10% (10g de miel dans 100ml d'eau distillée) avec une solution d'hydroxyde de sodium (0,1 N), jusqu'à l'obtention d'un pH de 8,30.

- ✓ Enregistrer le volume de NaOH.

L'acidité est exprimée en milliéquivalent/Kg du miel, elle est calculée comme suit :

$$AL = (\text{volume de } 0,1M \text{ NAOH en ml}) \times 10$$

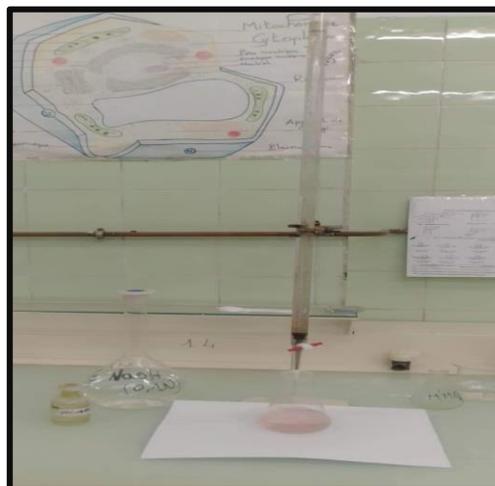


Figure 11 : L'acidité titrable.

1.3.3.5. La densité

a. Principe

D'après **Hanifi (2013)**, la densité relative d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence à une température de 20°C. Le corps de référence est l'eau distillée pour les liquides et les solides

a. Mode opératoire

La mesure de la densité consiste à :

- ✓ Peser à l'aide d'une éprouvette 5 ml de miel et noter le poids
- ✓ Egalement pour l'eau distillée noter le poids aussi.
- ✓ La densité est déterminée par le rapport suivant :

$$d = m / m1$$

m : la masse de 5 ml de miel ;

m1 : la masse de 5 ml d'eau distillée



Figure 12 : Balance analytique

1.3.3.6. Détermination de la teneur en cendres

a. Principe

La teneur en cendres est basée sur l'incinération du miel dans un four. 5 à 10 g de miel sont additionnées de quelques gouttes d'huile d'olive et l'ensemble est chauffé dans un four à moufle à 600 °C pendant une heure (**Bogdanov, 1999**).

b. Mode opératoire

- ✓ Peser des creusets et noter le poids m_2 ;
- ✓ Peser 5g de miel dans les creusets et noter le poids m_1 ;
- ✓ Ajouter environ quelques gouttes d'huile d'olive aux échantillons de miel
- ✓ Incinérer l'échantillon complètement dans un four à moufle à une température de 600°C pendant une heure.

La teneur en matière minérale est calculée selon la formule suivante :

$$W = (m_1 - m_2 / m_0) \times 100$$

Ou :

W : Teneur en matière minérale en g/100 g ou en %.

m1 : Poids de la capsule avec les cendres.

m2 : Poids de la capsule vide.

m0 : Prise d'essai.



Figure 13 : Un four a moufle.

1.4. Calculs statistiques

Tous les résultats obtenus représentent la moyenne de deux répétitions sauf la teneur en eau et le calcul de Brix. La comparaison des moyennes a été réalisée par le test de Fisher avec le logiciel XL STAT 2014. On a aussi calculé le coefficient de corrélation entre la conductibilité électrique et le taux de cendres.

CHAPITRE 02

RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1. Résultats des analyses physico-chimiques

2.1.1. Les analyses physiques

2.1.1.1. La densité

Les résultats de la densité des miels étudiés sont présentés dans le tableau 12.

Tableau 12 : les valeurs de la densité.

Echantillons	Densité	
MRO	1,28 ±0,77	ABC
MGO	1,34 ±0	ABC
MHM	1,33 ± 0,02	ABC
MCM	1,39±0,007	C
MSM	1,26 ± 0,106	ABC
MSO	1,38 ± 0,05	BC
MMO	1,21 ± 0,021	A
MIO	1,28 ± 0,028	ABC
MAO	1,22 ± 0,042	A
MLO	1,30 ± 0,007	ABC
MDO	1,27 ± 0,021	ABC
MFO	1,25 ± 0,042	ABC
MBM	1,37 ± 0,14	BC
MKM	1,37± 0,14	BC
MOO	1,27± 0,077	ABC
MEO	1,315± 0,07	ABC
Norme codex	1,52 à 1,93	

MHO: miel Hmar el Ain oranger, **MGO**: miel Germen oranger, **MHM** : miel Hatatba multi fleurs, **MCM**: miel Hatatba centre multi fleurs, **MSM** : miel Sidi Amar multi fleurs, **MSO** : miel Sidi Amar oranger, **MMO** :miel Mesalmoune oranger, **MIO** :miel Imseker oranger, **MAO**: miel Aghbel oranger , **MLO** : miel Loudalouze oranger ,**MDO** : miel Douaouda oranger ,**MFO** : miel Fouka oranger, **MBM** : miel Bousmail multi fleur, **MKM** :miel khemisti multi fleurs, **MOO** : miel oued Harbil oranger, **MEO** : miel El Kesadi oranger.

Les valeurs suivies d'une même lettre sont significativement comparable de 5%.

Les résultats de la densité des échantillons du miel analysés varient de 1,21 à 1,39, la totalité des miels présentent une densité au-dessous des **normes Codex**. (Figure 14).

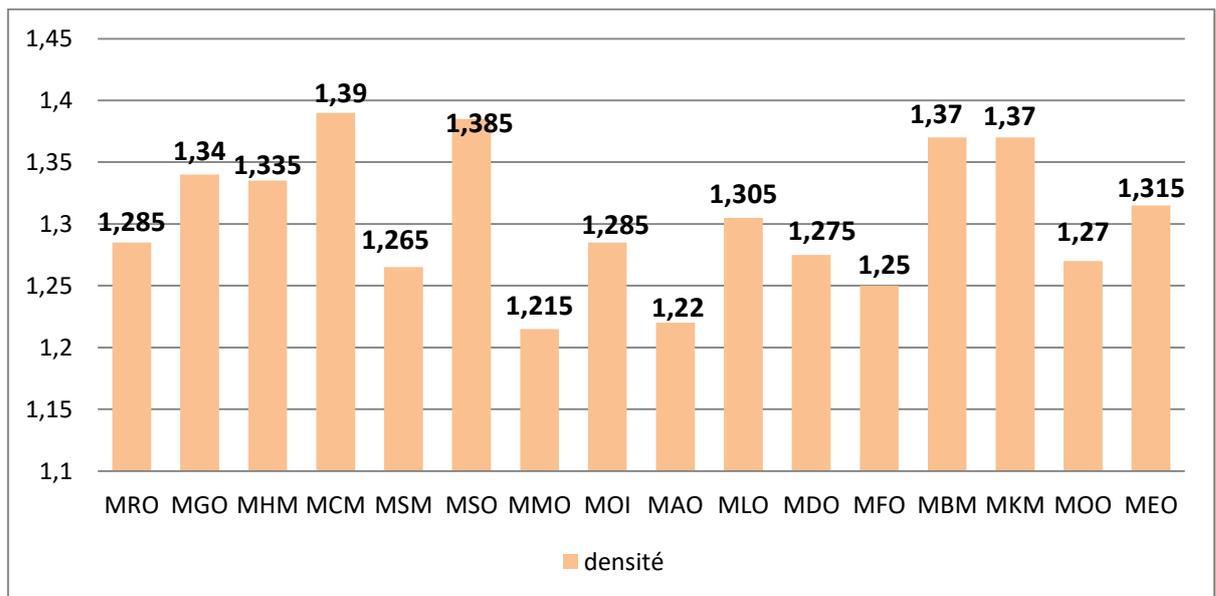


Figure 14 : La densité des échantillons de miel.

Nos résultats révèlent que les échantillons de miel (MCO, MSO, MKM, MBM) présentent une valeur de densité élevée comprise entre 1,37 à 1,39 par rapport aux restes des échantillons qui ont des valeurs comprises de 1,21 à 1,34.

L'analyse statistique des résultats de la densité des variétés de miel étudiées montre qu'il existe une différence significative entre le groupe (MMO et MAO) qui ont une faible valeur de densité et l'échantillon MCM qui présente la valeur de densité la plus élevée, aussi entre le groupe (MSO, MBM, MKM) et (MMO, MAO)

La densité de l'échantillon MHM de Hatatba est de 1,33, cette valeur est inférieure à celle trouvée par **Zekrini (2012)**, qui a trouvé la densité de miel d'oranger de 1,43 pour la même commune.

Louveaux (1985), indique que les variations de la densité des miels proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau moins il est dense.

2.1.1.2. La conductibilité électrique

Le tableau 13 présente les résultats obtenus de la conductibilité électrique des échantillons de miel analysés.

Tableau 13 : Les valeurs de la conductibilité électrique des échantillons de miel.

Echantillons	La conductibilité électrique (mS/cm)	
MRO	0,21 ±0,007	B
MGO	0,21 ±0,007	B
MHM	0,26 ±0	C
MCM	0,26 ±0	C
MSM	0,48 ±0,007	H
MSO	0,3 ±0	DE
MMO	0,18 ±0	A
MIO	0,25 ±0	C
MAO	0,25 ±0	C
MLO	0,21 ±0,007	B
MDO	0,29 ±0,007	D
MFO	0,19 ±0,0141	A
MBM	0,32 ±0	F
MKM	0,31 ±0	EF
MOO	0,34 ±0	G
MEO	0,34 ±0	G
Norme de codex	≤ 0,8 mS/cm pour les miels de nectar. ≥ 0,8 mS/cm pour les miels de miellat.	

MHO: miel Hmar el Ain oranger, **MGO**: miel Germen oranger, **MHM** : miel Hatatba multi fleurs, **MCM**: miel Hatatba centre multi fleurs, **MSM** : miel Sidi Amar multi fleurs, **MSO** : miel Sidi Amar oranger, **MMO** : miel Mesalmoune oranger, **MIO** : miel Imseker oranger, **MAO**: miel Aghbel oranger , **MLO** : miel Loudalouze oranger ,**MDO** : miel Douaouda oranger ,**MFO** : miel Fouka oranger, **MBM** : miel Bousmail multi fleur, **MKM** : miel khemisti multi fleurs, **MOO** : miel oued Harbil oranger, **MEO** : miel El Kesadi oranger.

Les valeurs suivies d'une même lettre sont significativement comparable de 5%.

Tous les échantillons de miels mesurés ont une conductibilité inférieure à 0,8 mS/cm, ce qui confirme que les miels analysés dans cette étude sont des miels de nectar (figure15).

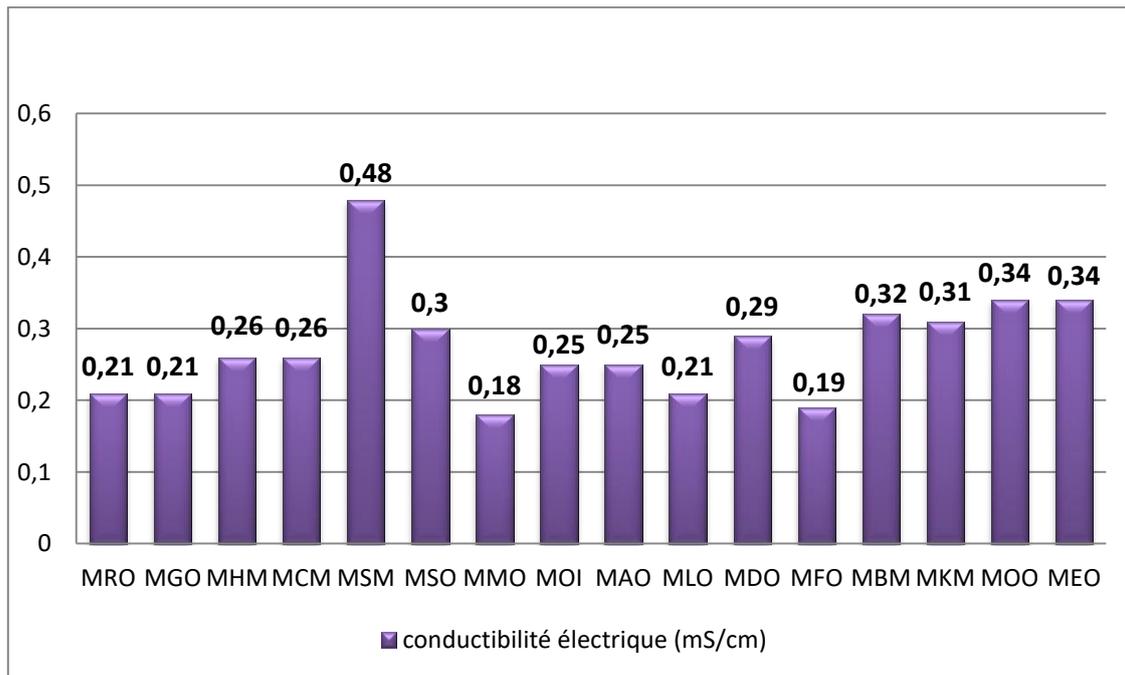


Figure 15 : La conductivité électrique des échantillons de miel.

Les résultats obtenus de la conductivité électrique des miels montrent que l'échantillon MSM a une conductivité la plus élevée (0,48 mS/cm). Cet échantillon de miel a la couleur la plus foncée et il est le meilleur conducteur de courant électrique contrairement aux échantillons (MMO et MFO) qui présentent une conductivité électrique faible avec des valeurs de 0,18 à 0,19 respectivement.

L'analyse statistique des résultats de la conductivité électrique des échantillons de miel montre qu'il y a une différence significative entre :

- ✓ L'échantillon MSM et le groupe (MMO et MFO).
- ✓ Le groupe (MRO, MGO, MLO) et le groupe (MMO, MOI, MHM, MCM).
- ✓ L'échantillon MBM et le groupe (MOO, MEO).

Les résultats de la conductivité électrique de nos échantillons sont proches de ceux de **Benaziza Bouchema** et **Schweitzer (2010)**, qui ont étudiés la conductivité électrique des miels toutes fleurs de Tipaza et qui ont trouvés des valeurs de 0,22 à 0,61 mS/cm.

Le miel toutes fleurs de Hatatba (MCM) a une conductivité électrique de 0,26 mS/cm proche à celle trouvée par **Zekrini (2012)**, qui a trouvé la

conductibilité électrique de miel d'oranger de 0,25 mS/cm pour la même commune.

Gonnet (1986), affirme que la conductibilité électrique du miel apporte une indication précieuse dans la définition d'une appellation des miels issus de nectar qui ont une conductibilité électrique allant de 0,1 à 0,5 mS/cm, et ceux issus de miellats de 1,0 à 1,5 mS/cm, par contre, les valeurs médianes correspondent souvent à des mélanges naturels des deux origines.

2.1.2. Les analyses chimiques

2.1.2.1. La détermination de la teneur en eau (l'humidité)

Les résultats obtenus de la teneur en eau des échantillons de miel analysés sont présentés dans le tableau 14:

Tableau 14 : Les teneurs en eau des miels.

Echantillons	Teneur en eau (%)
MRO	19,2
MGO	19
MHM	17,5
MCM	17
MSM	19,5
MSO	18,2
MMO	19,2
MOI	21,2
MAO	20,2
MLO	18,5
MDO	22,3
MFO	19,2
MBM	16
MKM	16,5
MOO	18,5
MEO	18,2
Norme Codex	≤ 20%

MHO: miel Hmar el Ain oranger, **MGO**: miel Germen oranger, **MHM** : miel Hatatba multi fleurs, **MCM**: miel Hatatba centre multi fleurs, **MSM** : miel Sidi Amar multi fleurs, **MSO** : miel Sidi Amar oranger, **MMO** :miel Mesalmoune oranger, **MIO** :miel Imseker oranger, **MAO**: miel Aghbel oranger , **MLO** : miel Loudalouze oranger ,**MDO** : miel Douaouda oranger ,**MFO** : miel Fouka oranger, **MBM** : miel Bousmail multi fleur, **MKM** :miel khemisti multi fleurs, **MOO** : miel oued Harbil oranger, **MEO** : miel El Kesadi oranger.

Les valeurs suivies d'une même lettre sont significativement comparable de 5%.

Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de miels sont comprises entre 16 et 22,3%.

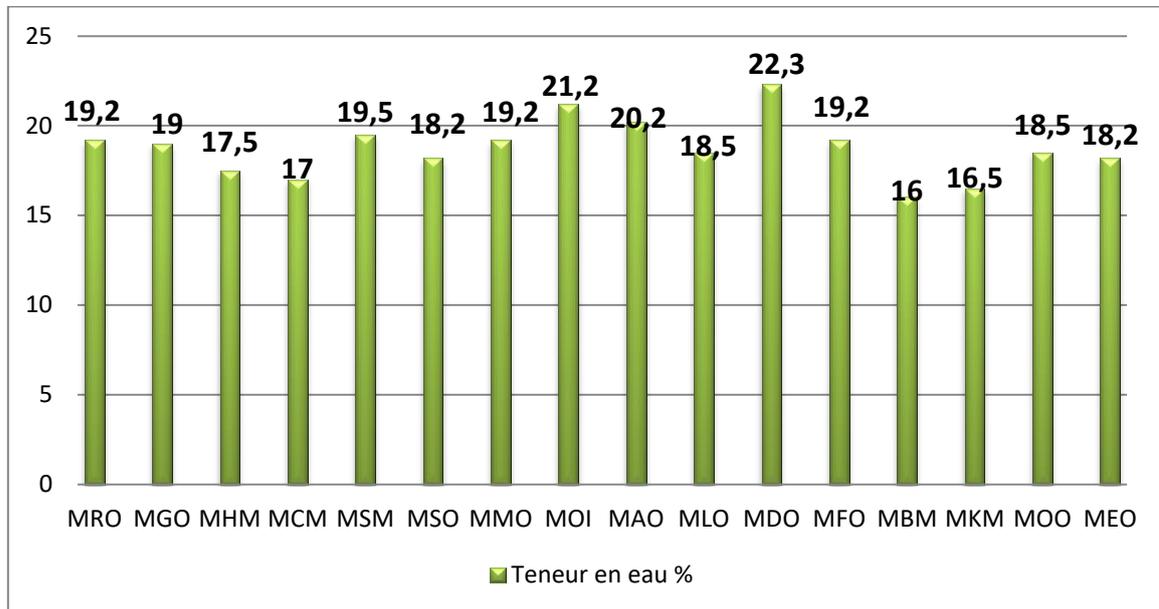


Figure 16 : La teneur en eau des échantillons récoltés.

La plus part des échantillons de miel analysés présentent des valeurs de la teneur en eau inférieures ou égale aux normes préconisées par le codex sauf les 2 échantillons MIO et MDO qui sont légèrement supérieure aux normes.

Selon **Jéanne (1993)**, les miels qui présentent des teneurs en eau $\geq 18\%$, sont plus exposé au risque de fermentation, ces teneurs en eau élevées pourraient être expliquée par :

- ✓ Une récolte trop précoce et d'un climat humide.
- ✓ Mélange d'un miel operculé à un miel non operculé.
- ✓ Le nombre de jours que ces miels ont passé dans les maturateurs.

Certain sont issus de région à atmosphère humides ou subhumides.

Le miel d'Imesker d'oranger et le miel de Douaouda d'oranger risque de fermenter.

La moyenne de la teneur en eau de nos échantillons est de 18,80 % de miel cette valeur est inférieur à celle obtenus par **Adjelane et al., (2014)**, qui ont trouvé une valeur de 19 % pour des miels toutes fleurs de la région de Tipaza.

La teneur en eau d'un miel provient essentiellement de l'humidité de nectar mais peut être influencé par de nombreux facteurs : la teneur en eau de plantes butinées par les abeilles ouvrières, l'origine florale, le climat et aux compétences de l'apiculteur (**Ouchemoukhe, 2012**).

Le miel récolté trop tôt ou extrait dans un endroit humide contient trop d'eau, et par conséquent est moins dense (**Prost, 1987**).

2.1.2.2. La mesure de degré de Brix

Les résultats présentés ci-après montrent la variation du taux de matière sèche des échantillons de miel récoltés dans la région de Tipaza.

Tableau 15 : La teneur en matière sèche des miels

Echantillons	Le degré de Brix %
MHO	80,2
MGO	81
MHM	82,5
MCM	83
MSM	80,5
MSO	81,8
MMO	80,2
MOI	78,8
MAO	79,8
MLO	81,5
MDO	77,7
MFO	80,2
MBM	84
MKM	83,5
MOO	81,5
MEO	81,8
Norme de codex	≥ 80 %

MHO: miel Hmar el Ain oranger, **MGO**: miel Germen oranger, **MHM** : miel Hatatba multi fleurs, **MCM**: miel Hatatba centre multi fleurs, **MSM** : miel Sidi Amar multi fleurs, **MSO** : miel Sidi Amar oranger, **MMO** :miel Mesalmoune oranger, **MIO** :miel Imseker oranger, **MAO**: miel Aghbel oranger , **MLO** : miel Loudalouze oranger ,**MDO** : miel Douaouda oranger ,**MFO** : miel Fouka oranger, **MBM** : miel Bousmail multi fleur, **MKM** :miel khemisti multi fleurs, **MOO** : miel oued Harbil oranger, **MEO** : miel El Kesadi oranger.

Les valeurs suivies d'une même lettre sont significativement comparable de 5%.

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

Les échantillons de miel analysés présentent une teneur en matière sèche qui varie de 77,7 à 84%. Le miel de Daouaouda, miel Imesker et le miel d'Aghbel de même variété ont des valeurs de MS comprise entre 77,7 à 79,9%, ces dernières sont inférieurs à celle autorisé par le **Codex**, ces mêmes échantillons présentent des teneurs en eau élevés.

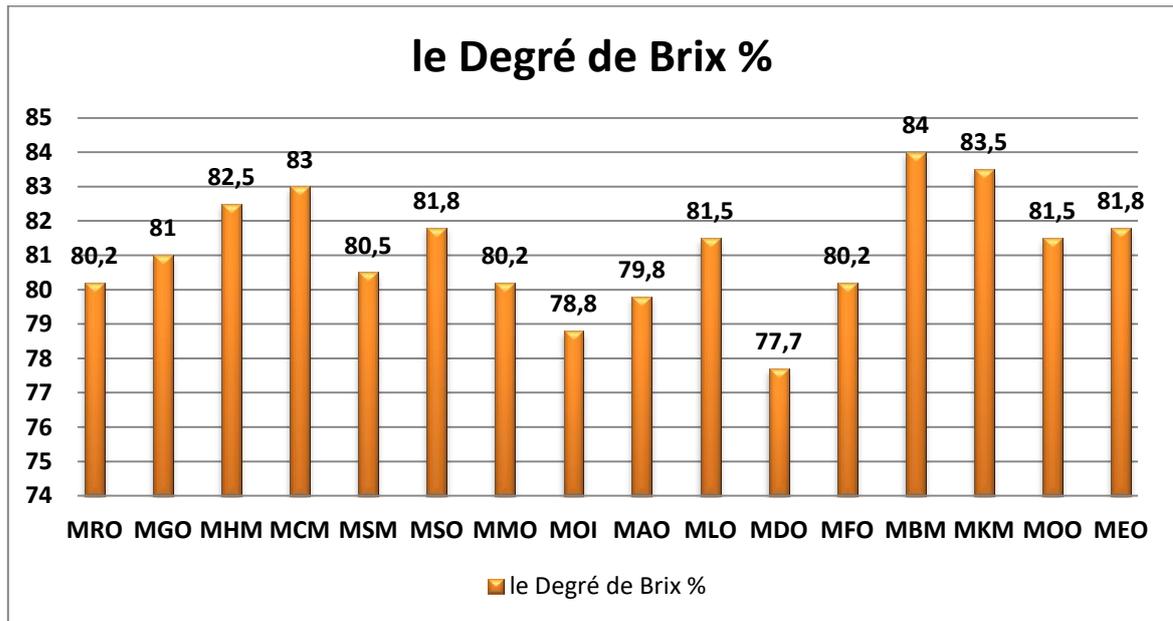


Figure 17 : Le taux de matière sèche des échantillons de miels (%).

La moyenne de la teneur en matière sèche de nos échantillons est de 81,12 % cette valeur est proche à celle obtenue par **Yahia Achour** et **Khali (2014)**, qui ont trouvés une valeur moyenne du degré de Brix de 81% pour le miel toutes fleurs de la wilaya de Tipaza

Le miel de toute fleur de Hatatba a une teneur en matière sèche de 80,2 %, cette valeur est proche à celle trouvée par **Zekerini (2012)**, pour le miel d'oranger de Hatatba avec une teneur en MS de 81%.

Selon **Bara et Slimani (2015)**, la variation du taux de matière sèche est due à de nombreux facteurs : botanique, nature de la fleur, le moment du passage de l'abeille et les facteurs météorologiques qui influent sur la miellée.

2.1.2.3. Le pH

Les valeurs du pH obtenus des échantillons de miel analysés sont indiquées dans le tableau 16.

Tableau 16 : Les valeurs de pH des échantillons de miel.

Echantillons	pH	
MRO	4,45 ±0,021	A
MGO	4,45 ±0,007	A
MHM	4,70 ±0,021	DE
MCM	4,73 ±0,021	E
MSM	4,47 ±0,176	AB
MSO	4,61 ±0	CD
MMO	4,62 ±0,042	CD
MIO	4,43 ±0,007	A
MAO	4,38 ±0,021	A
MLO	4,61 ±0,014	CD
MDO	4,56 ±0,014	BC
MFO	4,63 ±0,014	CDE
MBM	4,92 ±0	F
MKM	4,86 ±0,007	F
MOO	5,24 ±0,014	G
MEO	5,19 ±0,014	G
Normes	3,5 à 4,5 pour les miels de nectar 5 à 5,5 pour les miels de miellat	

MHO: miel Hmar el Ain oranger, **MGO**: miel Germen oranger, **MHM** : miel Hatatba multi fleurs, **MCM**: miel Hatatba centre multi fleurs, **MSM** : miel Sidi Amar multi fleurs, **MSO** : miel Sidi Amar oranger, **MMO** :miel Mesalmoune oranger, **MIO** :miel Imseker oranger, **MAO**: miel Aghbel oranger , **MLO** : miel Loudalouze oranger ,**MDO** : miel Douaouda oranger ,**MFO** : miel Fouka oranger, **MBM** : miel Bousmail multi fleur, **MKM** :miel khemisti multi fleurs, **MOO** : miel oued Harbil oranger, **MEO** : miel El Kesadi oranger.

Les valeurs suivies d'une même lettre sont significativement comparable de 5%

Les résultats du pH obtenus des 14 échantillons de miel sont dans les normes des miels de nectar entre 3,5 à 4,5, par contre le miel d'Oued Harbil et le miel El Kesadi ont des normes de 5,24 et 5,19 respectivement, ils peuvent être des miels de miellat.

Selon **Gonnet (1986)**, précise que le pH est une mesure qui permet la détermination de l'origine florale du miel. Ainsi les miels issus de nectar ont un pH compris entre 3,5 et 4,5, par contre ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5,5.

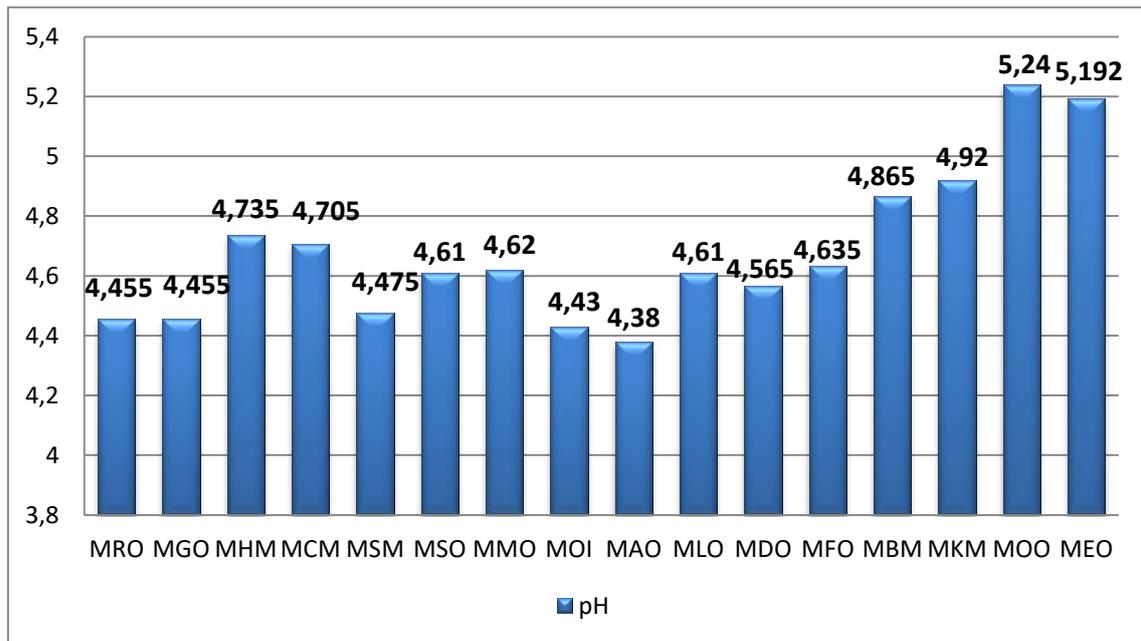


Figure 18 : Le pH des échantillons de miel.

L'analyse statistique de résultats de pH des miels étudiés montre qu'il existe une différence significative entre le groupe (MRO, MGO, MIO, MAO) et les échantillons (MDO, MLO, MSO, MMO, MFO), et le groupe (MBM, MKM) et les échantillons (MEO, MOO).

Nos résultats de pH des miels étudiés varient de 4,38 à 5,24 ces valeurs sont supérieures à ceux de **Benaziza-Bouchema et Schweitzer (2010)**, qui ont analysés le pH des miels toute fleurs récoltés dans la région de Tipaza et qui ont trouvés des valeurs de 3,76 à 3,82.

Le miel de toute fleurs de Hatatba (MHM) a un pH de 4.735, cette valeur est supérieure à celle trouvée par **Yaich Achour et Khali (2014)**, qui ont trouvé un pH de 4.03 pour le miel toute fleurs de Hatatba.

Zekrini (2012), a trouvé une valeur de pH comprise entre 3,82 et 3,39 pour le miel d'oranger de Tipaza, cette valeur est nettement inférieure à nos résultats.

Selon **Louveaux (1968)**, la variation du pH serait due à la flore butinée, à la sécrétion salivaire de l'abeille et aux processus enzymatiques et fermentatifs pendant la transformation de la matière première.

2.1.2.3. L'acidité libre

Les résultats de l'acidité libre des échantillons de miel analysés sont récapitulés dans le tableau 17

Tableau 17 : Les valeurs de l'acidité libre des miels

Echantillons	Acidité libre	
MRO	25 ±1,41	BCD
MGO	25 ±1,41	BCD
MHM	25 ±4,94	BCD
MCM	30 ±3,53	BCD
MSM	35 ±0.70	D
MSO	22,5 ±9,89	ABC
MMO	20 ±0	ABC
MIO	15 ±7,07	AB
MAO	23,5 ±2,12	ABCD
MLO	25 ±1,41	BCD
MDO	25 ±0	BCD
MFO	19 ±7,07	ABC
MBM	19 ±14,14	ABC
MKM	19 ±3,53	ABC
MOO	12,5 ±5,65	A
MEO	12,5 ±7,07	A
Norme codex	50 méq/kg	

MHO: miel Hmar el Ain oranger, **MGO**: miel Germen oranger, **MHM** : miel Hatatba multi fleurs, **MCM**: miel Hatatba centre multi fleurs, **MSM** : miel Sidi Amar multi fleurs, **MSO** : miel Sidi Amar oranger, **MMO** :miel Mesalmoune oranger, **MIO** :miel Imseker oranger, **MAO**: miel Aghbel oranger , **MLO** : miel Loudalouze oranger ,**MDO** : miel Douaouda oranger ,**MFO** : miel Fouka oranger, **MBM** : miel Bousmail multi fleur, **MKM** :miel khemisti multi fleurs, **MOO** : miel oued Harbil oranger, **MEO** : miel El Kesadi oranger.

Les valeurs suivies d'une même lettre sont significativement comparable de 5%.

Les valeurs de l'acidité libre des échantillons de miels analysés sont comprises entre 12,5 et 35 méq/kg, ces valeurs obtenues sont inférieurs à la limite d'acidité libre autorisée par le Codex.

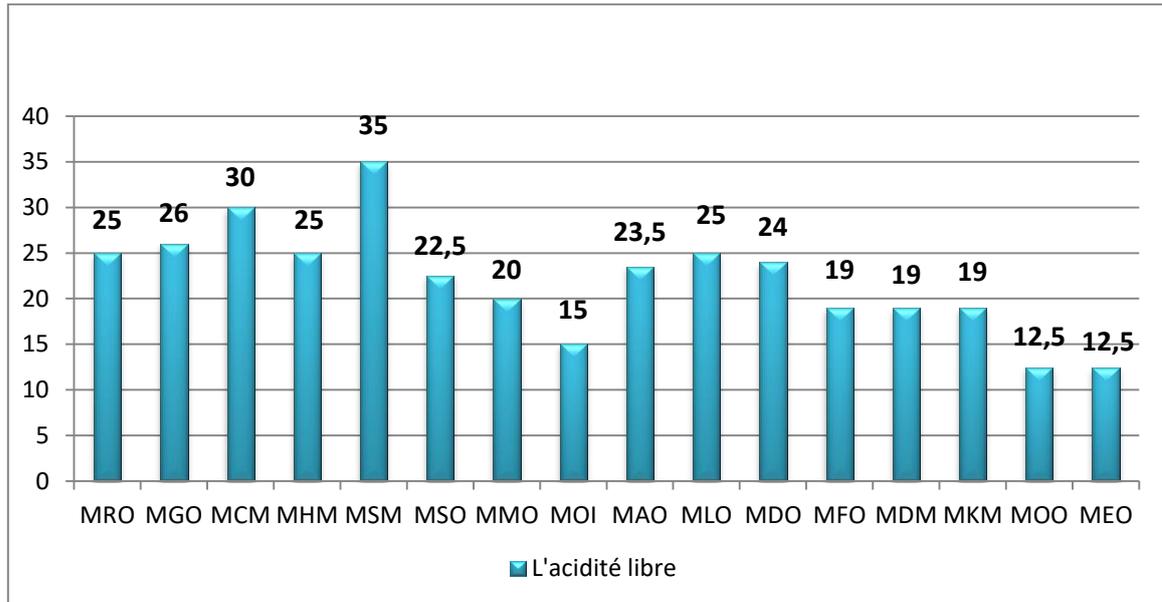


Figure 19 : L'acidité libre des échantillons de miel.

Le miel toutes fleurs de montagne issu de Sidi Amar enregistre la valeur d'acidité la plus élevée 35 még/kg, alors que les échantillons de miel Oued Harbil et le miel El Kesadi de même variété présentent la plus faible acidité.

L'analyse statistique de l'acidité libre des échantillons étudiés révèlent qu'il y a une différence significative entre l'échantillon de miel Sidi Amar multi fleurs et le groupe d'échantillons de miel (MOO, MEO et MIO).

La comparaison entre les valeurs de l'acidité libre des échantillons de groupe (MSO, MMO, MFO, MBM et MKM) et le reste des échantillons montre qu'il y a une différence significative.

Le miel de toute fleurs de Hatatba a une acidité de 25 még/kg qui est supérieure de celle trouvé par **Zekrini (2012)**, qui a trouvé pour le miel d'oranger de Hatatba une valeur d'acidité de 18 még/kg.

Yaich Achour et Khali (2014), ont obtenu une acidité de 29 még/kg pour le miel d'eucalyptus de Hatatba. Cette acidité est supérieure à celle du miel toutes fleurs de Hatatba qui est de 25 még/kg.

L'acidité libre de miel doit être supérieur à 10 még/kg et inférieur à 50 még/kg, toute acidité dépassent 40 még/kg est considéré comme facteur favorisant la dégradation du fructose en HMF (**Gonnet, 1982**).

D'après **Bogdanov (1999)**, l'acidité est un critère de qualité important ; elle donne des indications importantes sur l'état d'un miel.

2.1.2.4. La détermination de la teneur en cendres

Les résultats de la teneur en cendres obtenus sont portés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Taux de la teneur en cendres dans les échantillons de miel.

Echantillons	Le taux de cendres (%)	
MRO	0,28± 0,0049	BC
MGO	0,27 ± 0,0049	ABC
MHM	0,28 ± 0,0014	BC
MCM	0,27 ± 0,0042	ABC
MSM	0,26 ±0,1414	AB
MSO	0,26 ± 0,0035	AB
MMO	0,26 ±0,0042	AB
MIO	0,26 ± 0,0084	AB
MAO	0,26 ± 0,0042	AB
MLO	0,26 ± 0,0042	A
MDO	0,26 ± 0,0070	AB
MFO	0,26 ± 0	AB
MBM	0,27 ± 0,0113	AB
MKM	0,26 ± 0,0113	AB
MOO	0,30 ± 0,0395	BC
MEO	0,27 ± 0,0056	AB
Norme de codex	< 0,6%	

MHO: miel Hmar el Ain oranger, **MGO**: miel Germen oranger, **MHM** : miel Hatatba multi fleurs, **MCM**: miel Hatatba centre multi fleurs, **MSM** : miel Sidi Amar multi fleurs, **MSO** : miel Sidi Amar oranger, **MMO** :miel Mesalmoune oranger, **MIO** :miel Imseker oranger, **MAO**: miel Aghbel oranger , **MLO** : miel Loudalouze oranger ,**MDO** : miel Douaouda oranger ,**MFO** : miel Fouka oranger, **MBM** : miel Bousmail multi fleur, **MKM** :miel khemisti multi fleurs, **MOO** : miel oued Harbil oranger, **MEO** : miel El Kesadi oranger.

Les valeurs suivies d'une même lettre sont significativement comparable de 5%.

Les résultats de la teneur en cendres des échantillons analysés varient de 0.26 à 0.30%, ces valeurs de cendres trouvées sont inférieurs à 0,6 %.

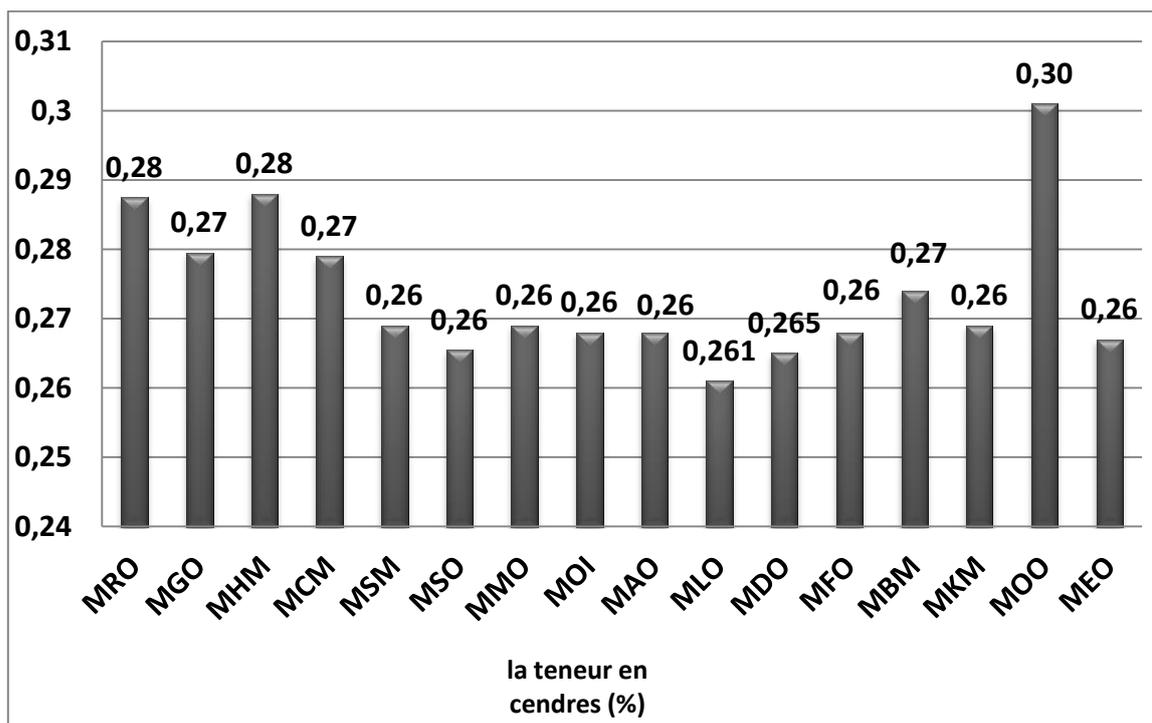


Figure 20 : Le taux de cendres dans les échantillons de miel

L'analyse statistique de la teneur en cendres indique qu'il existe une différence significative entre les échantillons (MSM, MSO, MMO, MOI, MAO, MDO, MFO, MBM, MKM, MEO), l'échantillon MLO et le groupe (MRO, MHM, MOO).

Nos résultats de la teneur en cendres des échantillons de miel sont supérieurs de ceux de **Zekerini (2012)**, qui a obtenu des valeurs de teneurs en cendres comprises entre 0,017 et 0,137 g/100g pour des miels d'oranger de Tipaza.

Selon **Feàs et al., (2011)**, il existe une relation entre la couleur de miel et sa teneur en cendres : les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés.

Les cendres sont déterminées par le contenu de substances minérales du miel. Ce contenu dépend fondamentalement et quantitativement aux caractéristiques du sol et du climat de la région du miel (**Vanhanen et al., 2011**).

2.2. La relation entre la conductibilité électrique et la teneur en cendres

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

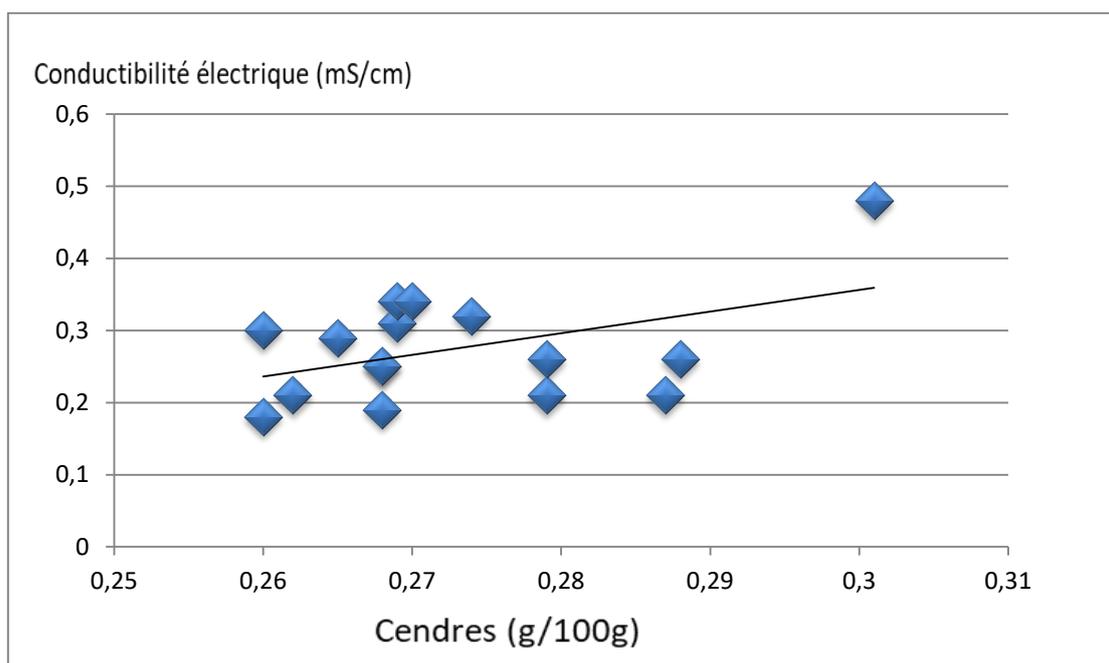


Figure 20 : La régression entre la conductibilité électrique et la teneur en cendres.

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

Selon **Bogdanov et al.,(2004)**, la conductibilité électrique est actuellement le paramètre de qualité le plus utilisé pour caractériser les miels mono floraux.

La conductivité électrique dépend de la teneur en éléments minéraux, plus ces derniers sont élevés et plus la conductivité correspondante est élevée (**Terrab et al., 2003**).

L'analyse statistique montre qu'il y a une corrélation positive moyenne entre la teneur en cendres et la conductibilité électrique, cela est prouvé par le coefficient de corrélation qui de $R = 0,45$ et leurs évolution dans le même sens.

CONCLUSION

Conclusion

Le présent travail a porté sur l'étude de la qualité de quelques miels récoltés dans la région de Tipaza. Cette recherche nous a permis d'évaluer la qualité de ces échantillons à partir de certains paramètres physico-chimiques et de comparer leurs qualités selon les normes internationales de Codex Alimentaire.

Les principaux paramètres étudiés sont la teneur en eau, la teneur en matière sèche, le pH, l'acidité libre, la teneur en cendres, la conductibilité électrique et la densité.

Chacun de ces paramètres analysés contribue à une indication précise sur la qualité du miel : la maturité de miel est déterminée par la teneur en eau, l'origine botanique est déterminée par le pH, l'acidité libre, la conductibilité électrique, et la teneur en cendres.

La teneur en eau des miels étudiés montre que tous les échantillons n'excèdent pas la limite autorisée de 20 %, sauf le miel d'oranger d'Imsker, le miel d'oranger d'Aghbel et le miel d'oranger de Douaouda qui ont des teneurs en eau élevés donc ces miels risquent de fermenter.

Les résultats obtenus pour la conductibilité électrique, le pH, et de la teneur en cendres des échantillons de miel analysés confirment leurs origine nectarifère.

D'après les résultats obtenus et les normes de codex, nous pouvons classer le miel Sidi Amar d'oranger parmi le meilleur miel de la région du Tipaza avec une teneur en matière sèche de 81,8 %, une teneur en eau de 18.2%, une conductibilité électrique de 0.30 mS/cm, un pH de 4.61, une acidité de 22,5 méq/kg, une densité de 1,38 et un taux de cendres de 0.26% .

Notre étude nous a conduit à conclure que tous les miels analysés répondent aux normes internationales sauf les miels d'oranger issues d'Imsker, Aghbel et Douaouda qui ont dépassés la limite de la teneur eau autorisée par le codex alimentaire.

L'absence des moyens nous a empêchés de procéder à des analyses très importantes telles que l'analyse de sucre, l'analyse d'HMF qui permet de déterminer la fraîcheur de miel, et l'analyse polliniques qui permettent d'identifier les pollens de certaines espèces butinées par les abeilles et vérifier leur origine géographique.

Nous espérons dans les prochains travaux que tous les types d'analyses qui se rapportent à la qualité de miel seront disponibles afin de pouvoir améliorer et contrôler la qualité de nos miels.

Liste des Références

Références Bibliographiques

- **Abersi D., Hennak K., Rahem A., 2016.** Etude comparative de la caractéristique physico-chimique et organoleptique de certains miels locaux et importées. pp35-37.
- **Adjlane N., Haddad.N, Laid Aneur.K, Kesraoui.S, Moussaoui.DJ.,2014.** Physicochemical and Microbiological Characteristics of some Samples of Honey Produced by Beekeepers in Algeria.Acta Technologica Agriculturae.University of M'hamed Bougara of Boumerdès, Algeria,(1),p1-5.
- **Altman N., 2010.**The honey prescription: the amazing power of honey as medicine. Healing arts press: division of inner tradition international.Vermont.P25.ISBN: 978-1-59477-346-4.
- **Amellal H.,2008.** Aptitudes technologique de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement, sucré et aromatisé. Thèse de doctorat en technologie alimentaire. Université M'hamed Bouguera Boumerdes.p127.
- **Amri A., 2016.** «Contribution à l'étude approfondie de Quelques miels produits en Algérie : Aspect physico-chimique et botanique». Université Baji Mokhtar –Annaba.Thèse de doctorat.
- **Amri A., Ladjama A., Tahar A., 2007.** Etude de quelques miels produits à l'est Algérien: Aspect physico- chimiques et biochimique. Laboratoire de biochimie appliquée, faculté des sciences, département de biochimie, université Badji Mokhtar, Annaba.Revue Synthèse N°17. Pp : 57-63.
- **Azeredo L. D. C., Azeredo M. A. A., De Souza S. R. and Dutra V. M. L., 2003.** Protein content and physicochemical properties in honey samples of ApisMellifera of different floral origins. Food Chem ; 80: 249–254.
- **Bara F., Slimani H., 2015.** Etude des caractères physic-chimiques et palynologiques des miels Algériens. Mémoire Master. ENSA. El-Harrach, Alger. 99p.
- **Benaziza-Bouchema D ., Schweitzer P. 2010.** Caractérisation des principaux miels des régions du Nord de l'Algérie, Cah agric. Ecole

nationale supérieure agronomique Département des productions animales, El Harrach, vol, 19, n° 6, p 432-438.

- **Bendahou H., Hasnat N., 2005.** Contribution à l'étude de l'influence de durer de conservation sur la qualité du miel dans la wilaya de Mascara.
- **Benkhaddera H.,Ghabane R .,2014.**les paramètres physicochimiques du miel et l'effet de l'humidité sur le développement des microorganismes .mémoire de master 2. Université Mohammed El Bachir EL-Ibrahimi-Bordj-Bou Arreridj.p 9-10.
- **Blanc M., 2010.** Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse pour l'obtention de diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Limoges, pp142, 201.
- **Bogdanov S., 1999.** Stockages, cristallisation et liquéfaction du miel. Centre suisse de recherche apicoles.5p.
- **Bogdanov S., 2002.** Harmonised methods of the international honey commission. Swiss Bee Resarch Center. FAM, Liebefeld, CH-3003 Berne
- **Bogdanov S., 2006.** Contaminants of the products.A pidologie 37, INRA/DIB-AGIB/EDP sciences, pp1-18.
- **Bogdanov S., 2011.** Honeys Types, Chapter 6. The Honey Book, May, p1.
- **Bogdanov S., Bieri K., Gremaud G., Iff D., Kanzig A., Seiler K., Stockli H. et Zurcher K., 2003.** Produits Apicoles. 23 A Miel, 1-37.
- **Bogdanov S., Gallmann P., 2008.** Authenticity of Honey and Other Bee Products State of the Art, Ed : 1, ISBN. 978-3-905667-59(2), p.p 3-5.
- **Bogdanov S., Imdrof A., Charrière J.D., Fluri P et Kilchenmann V., 2003.** Qualité des produits apicoles et sources de contamination .Centre Suisse de recherché apicoles. Station fédérale de recherché laitières, Bielefeld, CH-3003 Berne P 1, 2,3.traduction Evelyne Fasnacht (Partie 1) et Michel Dubois (Partie 2).
- **Bogdanov S., Kansing A., Frey T., Iff D., 2004.** Manuels des denrées alimentaires.Ed: MSDA. Pp 1-39.
- **Bogdanov, S., Lüllmann, C., Martin, P., vonderohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G., Flamini, C., 1999.** Honey Quality and International

Regulatory Standards: Review of the International Honey Commission. Bee World, 80, 61,69 p.

- **Bogdanov, S., Ruff, K., Persano Oddo, L., 2004.** Physico-chemical methods for the caractérisation of unifloral honeys, Apidologie, n° 35, 4, 17.
- **Bogdanov. S., 1999:** Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel. Centre suisse de recherche apicoles .05p.
- **Bonté f a ., Rossant J.C., Archambaul t, A., Desmoulière ., 2011.**Miels et plantes : de la thérapeutique à la cosmétique La Phytothérapie Européenne, 63, p 22,28.
- **Bonté F et Désmolière A., 2013.** Le miel, quel intérêt en cicatrisation. Le miel origine et composition. Actualités phamaceutiques.
- **Bouknani S., Langueure NI., 2020.**etude bibliographique de la qualité des miels (Mitidja). Mémoire de master. USDB.
- **Bouseta A., Collin S., Dufour J P., 1992.** Characteristic aroma profiles of unifloral honeys obtanned with a dynamic headspace GC-MS system.of apicultural Resarch.
- **Bradbear N., 2010.** Le rôle des abeilles dans le développement rural. Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles, organisation des notions unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome. 238p.
- **Bradbear N., 2011.** Le rôle des abeilles dans le développement rural Manuel sur la récolte, la transformation et la commercialisation des produits et services dérivés des abeilles.
- **Bruneau E., 2002.** Le miel. In « le Traité Rustica de l'Apiculture » Edition Rustica, 63 354.
- **Buba F., Abubakar G and Aliyu S., 2013.**Biochem Anal Biochem 2:4 “Physicochemical and Microbiological Properties of Honey from North East Nigeria” Department of Biochemistry, Faculty of Science, University of Maiduguri, Maiduguri, Nigeria.
- **Canini A., De Santis L., Leonardi D., Di Giustino P., Abbale F., Damesse E., Cozzani R., 2005.** Qualificazione de miele

piantenettariferedelCamerun Occidentale. La Rivista di Scienza dell'Alimentazione, anno n°34, p4.

- **Centre de références en agriculture et agroalimentaire de Québec (CRAAQ), 2012.** Caractéristique de miel. Ed. Delta 1, Québec, pp11-12.
- **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., n°43, pp 215.
- **Clément H., 2009.** Crée son rucher. Les cahiers d'élevage. Rustica édition. 111p.
- **Clément H., 2015.** Le traité Rustica de l'apiculteur. Rustica Edition.
- **Clément M.C., 2002.** Méliissopalynologie en Nouvelle-Calédonie, importance des spectres polliniques dans la typification des miels. Diplôme de l'école pratique des Hautes Etudes, Nouvelle-Calédonie.
- **Codex Alimentarius commission Novembre 1999** programme mixte fao/oms sur les normes alimentaires, comite du codex sur les sucres, septieme session londres, royaume uni, 9,11 fevrier 2000 projet de norme codex revisee pour le miel.
- **Codex Alimentarius. ,1993** .commission du codex alimentarius. Edition FAO /O.M.S.
- **Codex., 2001.** Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Commission du Codex Alimentaires. ALINORM 01/25, p1, 31.
- **Conseil de l'Union européenne. 2001.** "Directive 2001/110/CE du Conseil du 20 décembre 2001 relative au miel", J. Off. Communautés Eur., L10, p 47, 52.
- **Cuevas- Glory, pino Jorge, A., Santiago Louis Sauri- Duch, E. ,2007** .Areview of volatile analyticale methods for determining the botanical origin of hony Food chemistry.
- **Da Silva P. M., Gauche C., Gonzaga L. V., Costa, A.C.O., Fett R., 2016.** Honey. Chemicalcomposition, stabilityandauthenticity. FoodChemistry
- **Dailly H., 2008.** Le réfractomètre, un outil essentiel. Abeilles & Cie, vol.35, n.122, p.p.30,32.

- **Darrigol J.L., 2007.** Apithérapie : miel, pollen, propolis, gelée royale. Dangles Ed, p271.
- **Delphine I., 2010.** Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Utilisation dans les plaies cutanées, p6.
- **Direction des services agricoles Tipaza 2022.**
- **Durand M., 1999.** Les abeilles. Edition minerva, Genève (Suisse), pp 163,164.
- **Emmanuelle H., Julie C., Laurent G., 1996.** Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. apiservices, Galerie Virtuelle apicole.
- **Féas X., Pirs J., Estevinho M.L Iglesias A., Pinto de Araujo J.P.(2011).** Palynological and physicochemical data characterization of honeys produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal. International Journal of Food Science and Technology, 45:pp.1255- 1262
- **Felsner M.L., Cano C.B., Bruns R.E., Almeida-Muradian L.B., Matos J.R., 2004.** Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. Journal of Food Composition and Analysis, Volume 17, Issue 6, Pp 737,747.
- **Ghmallah FZ., Hadjab N., 2020.** evaluation de quelques paramètres physico-chimique de miels algériens .mémoire de master. USDB.
- **Giroud B., Barbara, G., antoine, V., Emmanuelle, V., Laure, W., Audery, B., 2013.** Trace level determination of pyrethroid and neonicotinoid insecticides in beebread using acetonitrile-based extraction followed by analysis with ultrahigh-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Journal of Chromatography A. 1316, pp53,61.
- **Gomes S., Luis G.D., Leandro L., Moreira, Paula R., Leticia E., 2010.** Physico- chemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. Food and Chemical Toxicologie, Volume 48. Issue 2, pp 544,548.
- **Gonnet M., 1982.** Le miel : composition, propriétés, conservation. Station expérimentale d'apiculture, 18p.

- **Gonnet M., 1986.** L'analyse des miels, description de quelques méthodes de contrôle et l'évaluation de la qualité des miels, Bull Tech Apic. Vol .462, n°4, pp : 172.
- **Gonnet M., 1991.** Vieillessement des miels, que faut-il contrôler ? .Revue française d'apiculture, n°505.Paris. Pp 111,112.
- **Gout, J., 2009.** " Le miel", Ed. Jean-Paul Griseront, Paris, 64 p.
- **Guerriat H., 1996.** Mieux comprendre le concept de « race » Application à l'abeille noire (suite). Mellifica, 2008, n°84, pp 6,7.
- **Guerzou M et Nadj N, 2002.** Etude comparatives entre les miels locaux et les miels importés.mémoire d'ingénieur.université Zian-Achour Djelfa.
- **Hamel T., 2013.**Contribution à l'étude de l'endémisme chez les végétaux vasculaires dans la péninsule de l'Edough (Nord-Estalgérien).Thèse de Doctorat,Université Badji Mokhtar Annaba, (Algérie).238p
- **Hamoudi, E., Boudershem, A., 2009.** L'effet antibactérien du miel. Diplôme d'Etudes supérieures, Kasdi MerbahOuargla.
- **Hanifi S., 2013.** Contrôle de la qualité des miels locaux : isolement des bifidobactérie à partir de tube digestif de l'abeille et l'étude de leurs aptitudes technologiques (pH et croissance) dans le lait écrémé seul le lait enrichi par le miel .mémoire de master. Sciences alimentaires.USDB.
- **Hoyet C., 2005.** Le miel, de la source à la thérapeutique. Thèse d'Etat, Université HenriPoincaré-Nancy 1, Nancy.
- <http://dspace.univkm.dz/xmlui/bitstream/handle/123456789/941/miel%20.pdf> Consulté le : 05/05/2022
- <http://www.ajol.info/article.viewFile.117862-326555-1-SM.pdf> Consulté le : 30/04/2022.
- <http://www.memoireonline.com/03/10/3229/mEtude-comparative-entrequelques-miels-locaux-et-autres-importes3>
<https://images.app.goo.gl/FFLrWkzZFGsBN8cd7>.
- [https://www.apiservices.biz/fr/articles/326-les-constituants-chimiques-du-miel\(1996\)](https://www.apiservices.biz/fr/articles/326-les-constituants-chimiques-du-miel(1996))
- https://www.apiservices.biz/fr/articles/326-les-constituants-chimiques-du-miel_consulter_20_avril_2022.
- <https://www.babelio.com/livres/Domerego-Miels-et-miellats/1192785>

- <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14684520510598066/full> .
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713505001830> consulté le 02 avril 2022.
- **Huchet E., Coustel J et Guinot L.1996.** Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. 16p.
- **Jéanne F., 1993.** Éditions de l'O.P.I.D.A. centre apicole F 61370. Bulletin. Technique. Apicole. (opida) Echauffour. Insfp de Bougara.
- **Jean-Prost P.,Médori P.2005.** Apiculture,connaitre l'abeille ,conduire le rucher.Edition TEC Doc,7e édition,698p.
- **Jeremy R., 2012.** Une nouvelle conscience pour un monde en crise : Vers une civilisation de l'empathie, Actes Sud/Babel, Paris, 893 p.
- **Journal officiel de l'Union européenne ., 2002.** Directive 2001/110/ce du conseil relative au miel .12.1 :L10/47-10/52
- **Kahraman T., Buyukunal S.K ., Vural A., Altunatmaz S.S., 2010.** Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey ; Food chemistry ; In press.
- **Karabagias IK, Karabournioti S, Karabagias VK, Badeka AV.,2014.** Palynological, physicochemical and bioactivity parameters determination, of a less common Greek honeydew honey:“dryomelo”. Food Control. 109p.
- **Kašonienė V., Venskutonis P.R., Čeksterytė V., 2010.** Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honeys from Lithuania LWT-Food Science and Technology , Volume 43,Issue 5, June 2010 ,Pp :801-807
- **Kucuk M., Kolayi S.,Karaolus., Ulusoye., Baltaci C., Candan F.,2007.**Biological activities and chemical composition of the honeys of different types of anatolia food. Chemstery.vol.100, pp 526-534.
- **Krell R., 1996.** Value added products from beekeeping.FAO.agricultural services bullelin.food and agriculture organization of the united nation.

- **Lachman, J., D. Kilihova., D. Miholova., J. Kosata., D. Titera and K. Kult 2007.** Analysis of minority honey components possible use for the evaluation of honey quality. Food Chemistry, 101:973-979.
- **Lazaridou A., Biliaderis Costas G., Bacandritsos N., Sabatini Anna G., 2004.** Composition, thermal and rheological behavior of selected Greek honeys Journal of Food Engineering, Volume 64, Issue 1, p 9-2.
- **Lequet L., 2010.** Du nectar a un miel de qualité : contrôle analytique du miel et conseil pratiques a l'intention de l'apiculteur .Thèse de doctorat vétérinaire .université Claude Bernare.Lyon1.194p.
- **Louveaux J., 1968.** Composition propriété et technologie du miel. Les produits de la ruche, in Traité de biologie de l'abeille. Tome 03. Ed Masson et Cie. 389p.
- **Louveaux J., 1985.** Les abeilles et leur élevage. Édition Opida. Pp : 164.
- **Lucia PN., Consulenza SRL., Castel SPT (BO) Italie.,2016.** VIIIème Forum de l'Apiculture de la Méditerranée. La qualité du miel et la valorisation des spécificités de l'apiculture
- **Makhloufi C., Kerkvliet JD., D'Albore GR., Choukri A., Samar R., 2010.** Characterization of Algerian honeys by palynological and physic-chemical methods, Apidologie, 41, 509-521.
- **Manyi-Loh C. E., Clarke A.M. and Ndip, R.N., 2011.** Identification of volatile compounds in solvent extracts of honeys produced in South Africa. African Journal of Agricultural Research, 6(18): 4327-4334.
- **Marceau ., Noreau ., Houle.,1994.** Les HMF et la qualité du miel. Fédération des apiculteurs du Québec. Service de zootechnie.MAPAQ.V, 15, n°2.pp 1,4.
- **Marchenay P., Berard L., 2007.**L'homme l'abeille et le miel.Ed.de borée, Romagnant, 224p.
- **Mbogning E., Thouboue J., Damesse F., Sanou Sobze M., Canini A., 2011.** Caractéristiques physico-chimiques des miels de la zone Soudano-guinéenne de l'Ouest et de l'Adamaoua Cameroun. Tropicultura, Vol.29, n.3, p.p.168.

- **Mekious S., 2016.** Etude de la végétation mellifère et caractéristique physico- chimiques et melliso-palynologiques des miels de la région de Djelfa. Thèse de doctorat en sciences agronomie. USDB. PP 28-54.
- **Molan P.C., 2001.** Why honey is effective as a medicine, Honey healing, (a), editions P. Munn and R. Jones, International bee research Association.73(1),p 5-28.
- **Moniruzzaman M., Sulaiman S.A., Mdlbrahim Khalil M.I., Gan S.H. 2013.** Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other Malaysian honeys: a comparison with manuka honey. Chemistry Central Journal 7:138-150.
- **Moore, T.R.,1997.** Fetal growth in diabetic pregnancy. Clin Obstet Gynecol 40, pp771,786.
- **Nafea E.A., Zidan E.W., Asmaa, M.F., and Sehata, LA.A., 2013.** Determination of Organic Acids in Saudian Bee Honey Types Egyptian Academic Journal of Biological Sciences. 5(2).pp117,120.
- **Ouahchia C., Hamaidi-Chergi F., Hamaidi MS., Saidi F., 2014 .** Enquête préliminaire auprès des consommateurs sur la qualité organoleptique de l'eau dans la commune de Tipaza. Département de Biologie. Faculté de sciences de la nature et de la vie. USDB.
- **Ouchemoukh S. (2012)** .caractérisations physico-chimiques profils polliniques glucidiques et phénoliques et activité antioxydantes de miel algérien. Thèse de docteur en science.département de biologie phisico-chimique, université Abderrahmane mira Bejaia.
- **Philipe JM ., 2007.** Le guide le l'apiculture.p290.
- **Potts S G., Biesmeijer J C, Kremen C, Neumann P, Schweiger O., Kunin W E., 2010.** Global pollinator declines trends, impacts and Drivers. Trends Ecol. Evol. 25, 345–353. DOI : 10.1016/j.tree.2010.01.007
- **Prost F., 1987.** Le miel; composition, propriétés, conservation. INRA station expérimentale d'apiculture. pp 1,18.
- **Prost J. 2005** .Apiculture. Connaître l'abeille, conduire le rucher 7ème édition, Tec &, Lavoisier, 698p.
- **Rodriguez G.P., De Ferrer B.S., Ferrer and Rodriguez B., 2004.** Characterization of hony produced in Venezuela. Food Chemistry, p 84, 599.

- **Rossant A 2011.**le miel, un composant complexe aux propriétés surprenantes. thèse de doctorat en pharmacie.université de limoges.p 62.
- **Sancho MT., Muniategu S.,Huidorbo F., Simal J.,1991.** Coorelation between electrical conductivity of honey in humid and in dry matter. Apidologie.Pp221-227.
- **Schweitzer P ., 2004.** La cristallisation des miels. L'abeille de France, n°901 :149157.
- **Schweitzer P.,2004.** Les critères de qualité du miel. Revue l'abeille de France N°916 laboratoire d'analyse et d'écologie apicole.02p.
- **Silva Luís R., Videira R., Monteiro Andreia P., Valentão P., Andrade P.B., 2009.** Honey from luso Region (Portugal) : physicochemical characteristics and minerl contents .Microchemical Journal, Volume 93, Issue 1, pp 73,77.
- **Terrab A., Diez M J., Heredia F J., 2003.** Palynological, physic-chemical and colorcharacterization of Moroccanhoneys: i, River redgum (eucalyptus camaldulensisdehnh) honey. International journal of food science and technology. 38: 379-386.
- **Terrab A., Dolores H., Francisco J., Heredia., 2004.** Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents.Food Chemistry 88 .537, 542.
- **Vanhanen Leo P .,Emmertz A., Savage G.P., 2011.** Mineralanalysis of monofloral New Zealandhoney .Food Chemistry, Volume 128, Pp : 236,240.
- www.historique-météo.net/afrique/algerie/tipaza Consulté le : 02/06/2022.
- **Yahia S., 2015.** Analyses physico-chimique du miel de quelque miel de la wilaya : Ain Defla, Djendel, Bathia, Bourached et Miliana. Mémoire de fin d'étude en sciences et techniques des productions animales. Khemis miliana.17P.
- **Yaiche Acour H., khali K., 2014.** Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques, Afrique Science. (Université Saad Dahlab, faculté des sciences agronomiques, vétérinaires et biologiques). 10(2), p127 – 136 .ISSN 1813-548X

- **Yao L. Dattaa N., Tomas-Barberan F. A., Ferreres F., Martos I. , Singanusongc R.,2003.**Flavonoides, phenolic acids and abscisic acid in Australian and New Zealand Leptospermum honeys. Food Chemistry. 81 ,p 159-168.
- **Zamora M. C., Chirife J., 2006.** Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina. Food Control.
- **Zekrini L., 2012.**mémoire de master ; faculté agro vétérinaire .Saad Dahleb.

TABLE DES MATIERES

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste d'abréviation	
Introduction	1
Partie Bibliographique	
CHAPITRE 01 : GENERALITES SUR LE MIEL	
1.1. Définition du miel	4
1.2. L'origine du miel.....	4
1.3. La composition chimique du miel	5
1.3.1. L'eau	7
1.3.2. Les glucides.....	7
1.3.3. Les acides organiques.....	7
1.3.4. Les protéines	8
1.3.5. Les minéraux	8
1.3.6. Les enzymes.....	9
1.3.7. Les vitamines.....	10
1.3.8. Les substances aromatiques	11
1.4. Classification du miel	11
1.4.1. Miel du nectar	11
1.4.2. Miel du miellat.....	11
1.5. Les divers miels	12
1.5.1. Miels mono floraux (uni floraux).....	12
1.5.2. Miels poly floraux.....	12
1.6. Utilisation du miel.....	13

1.6.1. En alimentation	13
1.6.2. Médicament ou tonique.....	13
1.6.3. Autres usages.....	13
1.7. Technologie du miel.....	13
1.7.1. La récolte	13
1.7.2. Maturation de miel	14
1.7.3. Conditionnement du miel	14
1.7.4. Pasteurisation du miel	14
1.7.5. Emballage et étiquetage	14
1.7.6. La conservation	15

CHAPITRE 02 : LES ANALYSES DU MIEL

2.1. Les analyses physico-chimiques.....	17
2.1.1. Les analyses physiques.....	17
2.1.1.1. La densité	17
2.1.1.2. La viscosité.....	17
2.1.1.3. La conductibilité électrique	17
2.1.1.4. L'indice de réfraction	18
2.1.2. Les analyses chimiques.....	18
2.1.2.1. Le pH.....	18
2.1.2.2. L'acidité	18
2.1.2.3. La teneur en eau (l'humidité).....	18
2.1.2.4. L'hygroscopicité.....	19
2.1.2.5. L'hydroxy-2-méthylfurfural (HMF)	20
2.1.2.6. Le dosage de sucres	21
2.1.2.7. Le dosage de protéines	22
2.1.2.8. La teneur en cendres.....	22
2.1.2.9. L'activité enzymatiques	23
2.2. Les analyses polliniques	23
2.3. Les analyses sensorielles	23
2.4. Les caractéristiques du miel.....	24
2.4.1. Les caractéristiques organoleptiques	24
2.4.1.1. La couleur.....	24
2.4.1.2. L'odeur, le goût et les arômes	25

2.4.2. Les caractéristiques nutritives.....	25
2.4.3. Les caractéristiques thérapeutiques	25
3. La qualité du miel	26
3.1. Les critères de qualité	26
3.1.1. L'origine botanique	26
3.1.2. La maturité et la fraîcheur	26
3.2. Les normes internationales relatives au miel	26
3.2. Les facteurs essentiels de la composition et de la qualité du miel	28
3.3. Facteurs influençant sur la qualité du miel	28
3.3.1. Facteurs écologiques.....	28
3.3.2. Les pesticides	28
3.4.3. Les contaminants et composés toxiques potentiels.....	28
3.4.4. Les métaux lourds	29

Partie Experimentale

CHAPITRE 01 : MATERIELS ET METHODES

Objectif	32
1.1. Présentation de la wilaya de Tipaza.....	32
1.1.1. Situation géographique.....	32
1.1.2. Caractéristiques géographiques de la wilaya de Tipaza.....	33
1.1.2.1. Les reliefs.....	33
1.1.2.2. Hydrographie	33
1.1.3. Caractéristiques climatiques.....	33
1.1.3.1. Pluviométrie	34
1.1.3.2. Les températures	34
1.1.3.3. Les vents.....	34
1.1.3.4. L'humidité relative	34
1.1.4. La végétation du la wilaya de Tipaza.....	35
1.1.5. Situation de l'apiculture dans la wilaya de Tipaza	37
1.2. Matériels	38
1.2.1. Matériel biologique	38
1.3. Méthodes	38
1.3.1. Echantillonnage	38
1.3.2. Les analyses du miel	40

1.3.3.	Les analyses physico-chimiques du miel.....	41
1.3.3.1.	Détermination de la teneur en eau et degré de Brix.....	41
1.3.3.2.	La conductibilité électrique.....	42
1.3.3.3.	La mesure de pH.....	42
1.3.3.4.	L'acidité.....	43
1.3.3.5.	La densité.....	44
1.3.3.6.	Détermination de la teneur en cendres.....	45
1.4.	Calculs statistiques.....	46

CHAPITRE 02 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1.	Résultats des analyses physico-chimiques.....	48
2.1.1.	Les analyses physiques.....	48
2.1.1.1.	La densité.....	48
2.1.1.2.	La conductibilité électrique.....	49
2.1.2.	Les analyses chimiques.....	52
2.1.2.1.	La détermination de la teneur en eau (l'humidité).....	52
2.1.2.2.	La mesure de degré de Brix.....	54
2.1.2.3.	Le pH.....	55
2.1.2.3.	L'acidité libre.....	57
2.1.2.4.	La détermination de la teneur en cendres.....	60
2.2.	La relation entre la conductibilité électrique et la teneur en cendres.....	62
	Conclusion	64

Références bibliographiques

Annexes

Annexes

1. Matériels non biologique

Annexe 01 : Appareillage, verreries et réactifs utilisés

Appareillage	Verreries	Réactifs et solutions
-Agitateur magnétique -Balance analytique -Conductimètre -pH mètre à affichage numérique -Réfractomètre à main -Four à moufle -Dessiccateur contenant un déshydratante	-Barreau d'agitation magnétique - Bêchers de 100 ml -Burette graduée avec robinet -Capsule en verre - Erlenmeyers de 100 ml - Fioles jaugées - Eprouvette graduée	-L'eau distillée -Hydroxyde de sodium (NaOH) 0,1N. - Huile d'olive

2. Les résultats des analyses statistiques

2.1. Les résultats des analyses de la conductibilité électrique

Echantillons	1ière répétition	2ème répétition	Moyenne ± écart type
MRO	0,22	0,21	4,45 ±0,021
MGO	0,22	0,21	4,45 ±0,007
MHM	0,26	0,26	4,70 ±0,021
MCM	0,26	0,26	4,73 ±0,021
MSM	0,49	0,48	4,47 ±0,176
MSO	0,30	0,30	4,61 ±0
MMO	0,18	0,18	4,62 ±0,042
MOI	0,25	0,25	4,43 ±0,007
MAO	0,25	0,25	4,38 ±0,021
MLO	0,22	0,21	4,61 ±0,014
MDO	0,30	0,29	4,56 ±0,014
MFO	0,18	0,20	4,63 ±0,014
MBM	0,32	0,32	4,92 ±0
MKM	0,31	0,31	4,86 ±0,007
MOO	0,34	0,34	5,24 ±0,014
MEO	0,34	0,34	5,19 ±0,014

Modalité	Moyenne(Conductibilité)	Groupes							
MMO	0,1800	A							
MFO	0,1900	A							
MLO	0,2150		B						
MGO	0,2150		B						
MRO	0,2150		B						
MAO	0,2500			C					
MIO	0,2500			C					
MHM	0,2600			C					
MCM	0,2600			C					
MDO	0,2950				D				
MSO	0,3000				D	E			
MKM	0,3100					E	F		
MBM	0,3200						F		
MOO	0,3400							G	
MEO	0,3400							G	
MSM	0,4850								H

2.2. Les résultats de l'analyse de pH

Echantillons	1 ^{ère} répétition	2 ^{ème} répétition	Moyenne ±écart type
MRO	4,47	4,44	4,45 ±0,021
MGO	4,46	4,45	4,45 ±0,007
MHM	4,70	4,71	4,70 ±0,021
MCM	4,72	4,75	4,73 ±0,021
MSM	4,60	4,35	4,47 ±0,176
MSO	4,62	4,60	4,61 ±0
MMO	4,61	4,63	4,62 ±0,042
MOI	4,43	4,43	4,43 ±0,007
MAO	4,35	4,41	4,38 ±0,021
MLO	4,60	4,62	4,61 ±0,014
MDO	4,58	4,55	4,56 ±0,014
MFO	4,65	4,62	4,63 ±0,014
MBM	4,87	4,86	4,92 ±0
MKM	4,92	4,92	4,86 ±0,007
MOO	5,29	5,25	5,24 ±0,014
MEO	5,20	5,18	5,19 ±0,014

Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Description (Fisher (LSD)) :									
Modalité	Moyenne (PH)	Groupes							
MAO	4,3800	A							
MIO	4,4300	A							
MGO	4,4550	A							
MRO	4,4550	A							
MSM	4,4750	A	B						
MDO	4,5650		B	C					
MLO	4,6100			C	D				
MSO	4,6100			C	D				
MMO	4,6200			C	D				
MFO	4,6350			C	D	E			
MHM	4,7050				D	E			
MCM	4,7350					E			
MBM	4,8650							F	
MKM	4,9200							F	
MEO	5,1900								G
MOO	5,2400								G

2.3. Les résultats de analyses l'acidité libre

échantillons	1 ^{ère} répétition	2 ^{ème} répétition	Moyenne ± écart type
MRO	20	30	25 ±1,41
MGO	30	22	25 ±1,41
MHM	30	20	25 ±4,94
MCM	20	40	30 ±3,53
MSM	40	30	35 ±0.70
MSO	20	25	22,5 ±9,89
MMO	20	20	20 ±0
MOI	22	8	15 ±7,07
MAO	22	25	23,5 ±2,12
MLO	25	25	25 ±1,41
MDO	21	28	25 ±0
MFO	18	20	19 ±7,07
MBM	20	18	19 ±14,14
MKM	20	15	19 ±3,53
MOO	10	15	12,5 ±5,65
MEO	13	12	12,5 ±7,07

Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Description (Fisher(LSD)) :

Modalité	Moyenne (Acidité libre)	Groupes			
MEO	12,5000	A			
MOO	12,5000	A			
MOI	15,0000	A	B		
MBM	19,0000	A	B	C	
MFO	19,0000	A	B	C	
MKM	19,0000	A	B	C	
MMO	20,0000	A	B	C	
MSO	22,5000	A	B	C	
MAO	23,5000	A	B	C	D
MDO	24,5000	A	B	C	D
MHM	25,0000		B	C	D
MRO	25,0000		B	C	D
MLO	25,0000		B	C	D
MGO	26,0000		B	C	D
MCM	30,0000			C	D
MSM	35,0000				D

2.4. Les résultats des analyses de densité

Echantillons	1 ^{ière} répétition	2 ^{ème} répétition	Moyenne ± écart type
MRO	1,27	1,3	1,28 ± 0,77
MGO	1,31	1,24	1,34 ± 0
MHM	1,43	1,24	1,33 ± 0,02
MCM	1,42	1,36	1,39 ± 0,007
MSM	1,19	1,34	1,26 ± 0,106
MSO	1,33	1,44	1,38 ± 0,05
MMO	1,23	1,2	1,21 ± 0,021
MIO	1,34	1,23	1,28 ± 0,028
MAO	1,24	1,2	1,22 ± 0,042
MLO	1,3	1,31	1,30 ± 0,007
MDO	1,33	1,22	1,27 ± 0,021
MFO	1,22	1,27	1,25 ± 0,042
MBM	1,37	1,37	1,37 ± 0,14
MKM	1,34	1,14	1,37 ± 0,14
MOO	1,23	1,31	1,27 ± 0,077
MEO	1,32	1,31	1,315 ± 0,07

Modalité	Moyenne(Densité)	Groupes		
MMO	1,2150	A		
MAO	1,2200	A		
MKM	1,2400	A	B	
MFO	1,2500	A	B	C
MSM	1,2650	A	B	C
MOO	1,2700	A	B	C
MDO	1,2750	A	B	C
MRO	1,2850	A	B	C
MIO	1,2850	A	B	C
MLO	1,3050	A	B	C
MEO	1,3150	A	B	C
MHM	1,3350	A	B	C
MGO	1,3400	A	B	C
MBM	1,3700		B	C
MSO	1,3850		B	C
MCM	1,3900			C

2.5. Les résultats des analyses de teneur en cendres

Modalité	Moyenne(Cendres)	Groupes		
MLO	0,2610	A		
MDO	0,2650	A	B	
MSO	0,2655	A	B	
MFO	0,2680	A	B	
MAO	0,2680	A	B	
MIO	0,2680	A	B	
MKM	0,2690	A	B	
MMO	0,2690	A	B	
MSM	0,2690	A	B	
MEO	0,2710	A	B	
MBM	0,2740	A	B	
MCM	0,2790	A	B	C
MGO	0,2795	A	B	C
MRO	0,2875		B	C
MHM	0,2880		B	C
MOO	0,3010			C