

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الجيلالي بونعامة - خميس مليانة
Université DJILALI BOUNAAMA de Khemis-Miliana
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre
Département de la Biologie



Mémoire de Fin d'Etudes
En vue d'obtention du diplôme de **Master**
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Microbiologie Appliquée

*Analyses Physico-chimique et Polliniques
de Quelques Miels d'Algérie*

Présenté par :

Melle *BENKHOCHA KHEDIDJA*

Melle *CHENAWI KARIMA*

Melle *MAZOUNI RAWIA*

Devant le jury composé de :

Présidente: Mme HALFAOUI. Z

(MAB) U DB_KM

Examinatrice: Mme BRAHIMI. S

(MCB) U DB_KM

Promoteur: Mr BOUSSOUBEL AEK

(MAA) U DB_KM

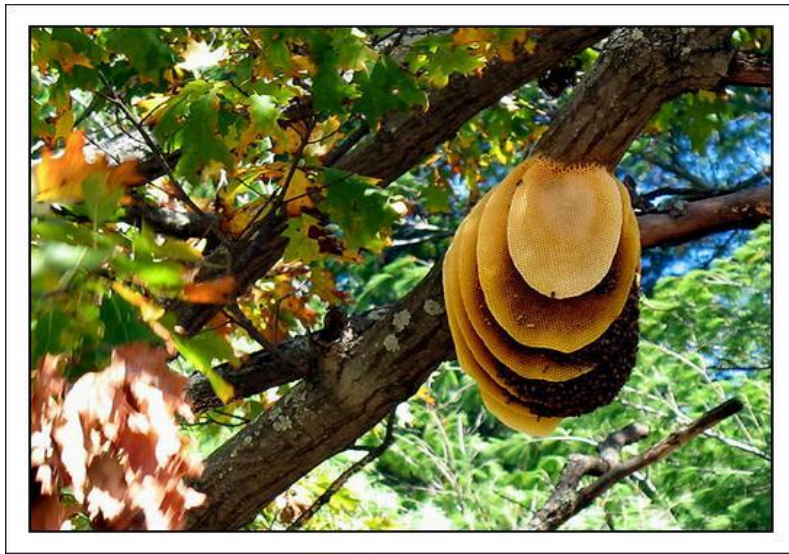
Co-promotrice : Mme KABLI. N

(Chargée de Recherches) INRAA.EL-Harrach

Année Universitaire : 2019/2020

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

آية 68. 69. سورة النحل



Dans le Coran, Dieu, dont le nom est béni et exalté, dit

« [Et voilà] ce que ton Seigneur révéla aux abeilles : "Prenez des demeures dans les montagnes, les arbres, et les treillages que [les hommes] font. 68. Puis mangez de toute espèce de fruits, et suivez les sentiers de votre Seigneur, rendus faciles pour vous. De leur ventre, sort une liqueur, aux couleurs variées, dans laquelle il y a une guérison pour les gens. Il y a vraiment là une preuve pour des gens qui réfléchissent 69.»

Sourat Les abeilles 16, Aya 68 et 69.

Remerciements

Nous remercions « Allah » le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté d'entamer et de finir ce mémoire.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous ceux qui nous ont aidés à la réalisation de ce manuscrit.

On exprime notre profonde gratitude à notre promoteur le professeur BOUSSOUBEL AËK ainsi qu'au Co-promotrice Mme KABLI Nabila de nous avoir facilité la réalisation de ce mémoire, en mettant à notre disposition tout ce nous avons besoin et pour les conseils qu'ils nous ont prodigué tout au long du travail.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi au membre de Jury d'avoir accepté et bien voulu prendre le temps d'évaluer notre travail, et de contribuer à son enrichissement par leurs valeureuses remarques :

Mme. HALFAOUI.Z pour avoir accepté de présider le jury et dévaluer notre travail.

Mme. BRAHMI.S pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous réitérons nos remerciements à Mme KABLI Nabila, attachée de recherche au niveau de laboratoire d'Apiculture de la Division de Recherche en Productions Animales du CRP Mehdi Boualem, INRAA de Baraki, pour sa disponibilité et son professionnalisme. Veuillez trouver ici, Madame le témoignage de notre reconnaissance.

Nous pensons à tous les membres du corps scientifique de la faculté des sciences de la nature et de la vie, qu'ils trouvent à travers ce modeste travail, la matérialisation et /ou la concrétisation de cette mosaïque de connaissances qu'ils nous ont transmise durant notre parcours.

Dédicace

Je dédie ce travail à toutes les personnes qui me sont chères.

À mes très chers parents ceux qui ont donné un sens à mon existence, en m'offrant une éducation digne de confiance.

À ma joie de vie, ma fille ALA

À mon grand frère et son épouse ; mes sœurs et à leurs époux ; ainsi mes adorables nièces et neveux

À toutes mes amies ; mes camarades de travail qui m'ont soutenu durant tout mon parcours surtout notre senseur Mr BERARMY.

À mes promoteurs et ma promotion, surtout MAHJOUBA et AHLAME , je vous souhaite plein de succès à tous.

À mes binômes KARIMA et RAWIA

Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

« Khadidja »

Dédicace

Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.

Je tiens à dédier ce travail :

A mon père slimen l'homme de ma vie, mon exemple, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir que dieu te garde.

A ma très chère maman zohra en signe d'amour de reconnaissance et de gratitude pour tous les soutiens et les sacrifices dont elle a fait preuve à mon égard que DIEU le tout puissant te donne longue vie, santé et bonheur.

A mes chères sœurs et mes chers frères

A mes proches et toute ma famille

Mes très chères amies : chaima, chahinez

A tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi.

« Karima »

Dédicace

Ce mémoire est dédié

A mes chers parents : qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études, je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours.

A toutes mes sœurs : Kouloude, Bouchera, Nour.

A mes amies : Ahlem , Malika , et surtout mon ami Hakim qui m'a toujours encouragé.

A tous ceux que j'aime et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation ce travail.

« Rawia »

R E S U M E

La présente étude a tenté d'identifier l'authenticité de 06 échantillons de miel, de quatre régions géographiques de l'Algérie à savoir : Djelfa, Boussada, Bejaia, Tizi ouzou. Pour ce faire, nous avons utilisé des analyses physico-chimiques et méliissopalynologiques selon la norme Algérienne NA 15304 (2016) inspirée du *Codex Alimentarius*.

Il est trouvé que chaque paramètre physique ou chimique devient un indice précieux dans l'identification de nos miels. Le taux d'humidité trouvé dans le miel par exemple peut nous donner un aperçu sur la maturité, l'âge ainsi que le risque de fermentation de ce dernier. Le type de miel (nectar-miellat) ou origine florale est indiqué grâce à la conductivité électrique. Les autres paramètres restants (Acidité libre et teneur en Hydroxymethylfurfural) nous orientent respectivement vers le vieillissement et la fraîcheur du produit mielleux.

Parmi les 06 échantillons étudiés, un total de 12 taxons de plantes mellifères nectarifères ont été identifiés. La richesse spécifique du miel étudié variait de 3 à 12 taxons. Les analyses méliissopalynologiques ont montré que les pollens les plus dominants dans les échantillons de miel confèrent une particularité mono florale à nos échantillons (Jujubier, Euphorbe, Harmel et Eucalyptus) même si l'échantillon présente une multitude de groupes polliniques, le premier échantillon ou celui du jujubier en est un exemple, où ce dernier présente plus de 10 taxons avec une dominance du pollen de *Ziziphus lotus* trouvés. Ainsi, la confirmation de l'origine florale des différents types de miel testés est assurée par l'analyse pollinique selon les recommandations de Von der Ohe et al. (2004).

Mots-clés : Miel mono et multifloral, analyse physico-chimique du miel, méliissopalynologie.

Abstrat

The present study tries to identify the authenticity of 06 honey samples, from four geographical regions of Algeria namely: Djelfa, Boussada, Bejaia, Tizi ousou. To do this, we used physico-chemical and melissopalynological analyzes according to the Algerian standard NA 15304 (2016) inspired by the Codex Alimentarius.

It is found that each physical or chemical parameter becomes a valuable clue in the identification of our honeys. The moisture content found in honey, for example, can give us insight into the maturity, age and risk of fermentation of the latter. The type of honey (nectar-honeydew) or floral origin is indicated by the electrical conductivity. The other remaining parameters (free acidity and Hydroxymethylfurfural content) orient us respectively towards the aging and freshness of the honeyed product.

Among the 06 samples studied, a total of 12 taxa of nectariferous honey plants were identified. The specific richness of the honey studied varied from 3 to 12 taxa. Melissopalynological analyzes have shown that the most dominant pollens in the honey samples confer a mono-floral characteristic to our samples (Jujube, Euphorbia, Harmel and Eucalyptus) even if the sample presents a multitude of pollen groups, the first sample or the one jujube is an example, where the latter presents more than 10 taxa with a dominance of Ziziphus lotus pollen found. Thus, confirmation of the floral origin of the different types of honey tested is ensured by pollen analysis according to the recommendations of Von der Ohe et al. (2004).

Key-words: Mono and multifloral honey, physico-chemical analysis of honey, melissopalynology

ملخص :

حاولنا من خلال هذه الدراسة التعرف على أصالة 06 عينة عسل من أربع مناطق جغرافية بالجزائر هي: الجلفة ، بوسعادة ، بجاية ، تيزي وزو. للقيام بذلك ، استخدمنا تحليلات فيزيوكيميائية وعلم حبوب الطلع وفقاً للمعيار الجزائري NA15304 (2016) المستوحى من Codex Alimentarius.

لقد وجد أن كل عامل فيزيائي أو كيميائي يصبح دليلاً قيماً في تحديد عسلنا. يمكن لمحتوى الرطوبة الموجود في العسل ، على سبيل المثال ، أن يعطينا نظرة ثاقبة لنضج وعمر وخطر تخمر هذا الأخير. يشار إلى نوع العسل (رحيق - عسل) أو أصل الأزهار من خلال التوصيل الكهربائي. العوامل الأخرى المتبقية (الحموضة الحرة ومحتوى Hydroxymethylfurfural) توجهنا على التوالي نحو الشيخوخة ونضارة المنتج العسل.

من بين العينات الستة التي تمت دراستها ، تم تحديد ما مجموعه 12 صنفاً من نباتات عسل النحل. تراوح الثراء النوعي للعسل المدروس من 3 إلى 12 صنفاً. أظهرت التحليلات Melissopalynological أن حبوب اللقاح الأكثر شيوعاً في عينات العسل تضيف خاصية أحادية الأزهار على عيناتنا (عنا ، وفوريبيا ، وهارمل ، وأوكالبتوس) حتى لو كانت العينة تقدم عدداً كبيراً من مجموعات حبوب اللقاح ، العينة الأولى أو واحدة يعتبر العنا مثلاً على ذلك ، حيث يقدم الأخير أكثر من 10 أصناف مع هيمنة حبوب لقاح اللوتس Ziziphus. وبالتالي ، يتم ضمان تأكيد الأصل الزهري لأنواع العسل المختلفة التي تم اختبارها عن طريق تحليل حبوب اللقاح وفقاً لتوصيات (Von der Ohe et al. (2004).

الكلمات المفتاحية: عسل أحادي ومتعدد الأزهار ، التحليل الفيزيائي والكيميائي للعسل ، علم حبوب الطلع.

INDEX



1. INDEX DES ABREVIATIONS :

CMI : Concentration minimale inhibitrice.

DMSO : Dimethyl Sulfoxyde.

EAG : Equivalent acide galique

G+ : Gram positive.

G- : Gram négative.

GM : Gentamicine.

H : heure.

ITELV : Institut Technique des élevages

Mg : Milligramme.

MH : Muller Hinton.

SARM : Staphylococcus aureus résistance à methiciline.

µl : microlitre

2. INDEX DES FIGURES :

N°	Titre des figures	Page
Figure 01	Gravures de récolteurs de miel découvertes dans les grottes de Las Aranas dans la région de Valence en Espagne.	02
Figure 02	Représentations d'abeilles domestiquées datant du haut empire égyptien	03
Figure 03	Exemples de nectaires	04
Figure 04	Miellat de pucerons	05
Figure 05	Exemples de Miels multif floraux de France	07
Figure 06	Exemples de Miels unifloraux de France	08
Figure 07	Exemples de couleurs de différents types de miels	09
Figure 08	La roue des odeurs et des arômes des miels	11
Figure 09	Morphologie d'un grain de pollen mûr	25
Figure 10	Laboratoire d'Apiculture de la Division de Recherche en Production Animale de l'INRAA.	27
Figure 11	Echantillons de miel analysés	28
Figure 12	Les différentes étapes du dosage de l'HMF.	33
Figure 13	Organisation de lame pour un examen microscopique représentatif	34
Figure 14	Lecture des résultats a) Solution du miel après centrifugation (dépôt d'culot), b) Observation des pollens au microscope optique	35
Figure 15	Valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel étudiés.	38
Figure 16	Valeurs de la conductivité électrique des échantillons de miel étudiés	39
Figure 17	Valeurs de pH des échantillons de miel étudiés	40
Figure 18	Valeurs de l'acidité libre des échantillons de miel étudiés.	41
Figure 19	Valeurs des taux d'HMF des échantillons analysés.	42
Figure 20	Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech1 (Jujubier).	43
Figure 21	Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 1 (g×40)	43
Figure 22	Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech 2 (miel d'Euphorbe).	44
Figure 23	Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 2 (g×40)	45
Figure 24	Résultat d'analyses polliniques de l'échantillon Ech 3 (Toutes fleurs)	45
Figure 25	Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 3 (g×40)	46
Figure 26	Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech 4 (miel de Harmal)	46
Figure 27	Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 4 (g×40)	47
Figure 28	Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech 5 (miel d'eucalyptus).	47
Figure 29	Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 5 (g×40)	48
Figure 30	Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech 6 (Mélange nectar/miellat).	48
Figure 31	Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 6 (g×40)	49

3. Index des tableaux :

N°	Titre du tableau	Page
Tableau I	Principales différences entre miel du nectar et de miellat	06
Tableau II	Composition moyenne des miels	16
Tableau III	Les vitamines dans le miel, en mg/100g	19
Tableau IV	Sels minéraux et oligo-éléments du miel	20
Tableau V	Relation entre la durée et la température dans la formation de HMF	21
Tableau VI	Codification des échantillons étudiés	28
Tableau VII	Produits chimiques utilisés	29
Tableau VIII	Préparation de l'échantillon et du blanc pour la mesure du HMF.	32
Tableau IX	Classification du pollen en fonction de son pourcentage	42
Tableau X	Confirmation de l'origine florale.	49

SOMMAIRE



RESUME	
ABREVIATION	
INDEX	
INTRODUCTION	01
<i>Partie 01 : Revue bibliographique</i>	
I. Le Miel	02
I.1. Définition du miel	03
I.2. L'origine du miel	04
I.2.1. Le nectar	04
I.2.2. Le miellat	05
I.2.3. La miellée	06
I.2.4. Les différents types du miel	06
A) Selon l'origine végétale ou florale :	06
B) Selon le mode de récolte	08
C) Selon l'origine géographique	09
D) Selon la couleur, le parfum et la saveur	09
II. Propriétés physico-chimiques du miel	09
II.1. Propriétés physiques	09
II.1.1. Propriétés organoleptiques du miel	09
A) La couleur	10
B) La texture	10
C) Le goût et les arômes	11
D) L'odeur	11
II.1.2. Propriétés mécaniques	12
A) La densité	12
B) La viscosité	12
C) Activité de l'eau	13
D) L'hygroscopicité du miel	13
II.1.3. Propriétés thermiques	13
A) La chaleur spécifique	13

B) La conductivité thermique	13
C) Abaissement du point de congélation	13
II.1.4. Propriétés électriques	14
A) Conductibilité électrique	14
II.1.5. Propriétés optiques	14
A) L'indice de réfraction	14
B) La turbidité	14
C) Coloration	15
D) Fluorescence	15
II.2. Composition et propriétés chimiques des miels	15
II.2.1. Composition chimique	15
A) La teneur en eau	15
B) La teneur en sucres	17
C) La teneur en protéides	18
D) Les enzymes	18
E) Les vitamines	19
F) La teneur en lipides	19
G) La teneur en substances insolubles dans l'eau	20
H) La teneur en sels minéraux et oligo-éléments	20
I) La teneur en acides	20
J) La teneur en substances aromatiques	21
K) La teneur en composés phénoliques	21
L) La teneur en Hydroxy méthyl furfural (HMF)	21
II.2.2. Propriétés chimiques des miels	22
II.2.2.1. Le pH	22
II.2.2.2. La fermentation	22
II.3. Les fraudes relatives au miel	22
III. Propriétés polliniques des miels et identification des plantes butinées	22
III.1. Origine du pollen présent dans les miels	23
III.2. Éléments de morphologie pollinique	24
III.2.1. L'analyse de la morphologie du Pollen	25
III.2.2. Clé de détermination des grains de pollen	26

Partie 02 : Matériels et méthodes

I. Matériel	27
I. 1. Lieu d'études	27
I. 2. Matériel Biologique	28
I. 2.1. Le miel	28
A) Origine des échantillons du miel	28
B) Conditions de stockage	28
I. 3. Matériel Biologique	29
II. Méthodes d'études	30
II.1. Analyses physico-chimiques	30
II.1.1. Teneur en eau (Norme Algérienne NA 19410 2018)	30
A) Préparation de l'échantillon	30
B) Détermination	30
II.1.2. Acidité libre et pH (méthode par titrage jusqu'à pH 8.3)	30
A) Préparation de l'échantillon	30
B) Détermination de l'acidité libre	31
II.1. 3. Conductivité électrique (Norme Algérienne NA 19410 2018)	31
A) Préparation de l'échantillon	31
B) Détermination	31
C) Expression des résultats	32
II.1.4. Teneur en Hydroxy-methyl-furfural (HMF) (Norme Algérienne NA 19410 2018)	32
A) Détermination	32
B) Expression des résultats	33
II.2. L'analyse pollinique (Von der Ohe et al. 2004)	34
A) Examen microscopique	34
II.3. Etude statistique	35

Partie 03 : Résultats et interprétations

II. Résultats et Discussion	38
II.1. Résultats globaux des analyses physico-chimiques de qualité	38
II.1.1. Teneur en eau (Humidité)	38
II.1.2. Conductivité électrique	39
II.1.3. Le potentiel hydrogène (pH)	40

II.1.4. Acidité libre	40
II.1.4. Teneur en Hydroxymethylfurfural (HMF)	41
II.2. Résultats de l'analyse pollinique	42
II.2.1. L'échantillon Ech1(Jujubier).	43
II.2.2. L'échantillon Ech2 (miel d'Euphorbe)	44
II.2.3. L'échantillon Ech3 (Miel Toutes fleurs).	45
II.2.4. Echantillon Ech4 (miel de Harmal)	46
II.2.5. Echantillon Ech5 (miel d'eucalyptus)	47
II.2.5. Echantillon Ech 6 (Mélange nectar/miellat)	48
II.3. Confirmation de l'origine florale	49
<i>Partie 04 : Conclusion et perspectives</i>	
I. Conclusion et perspectives	51
Références bibliographiques	

INTRODUCTION



Dans le monde entier, le miel constitue l'un des plus anciens aliments de l'humanité. Il est sans doute, la première source de sucre naturel à l'origine des premières boissons fermentées (**Canini et al., 2005**). Elaboré par les abeilles à partir du nectar des fleurs ou de sécrétions issues des parties vivantes des plantes (miellat), il connaît de nos jours une vogue nouvelle après une éclipse momentanée due à l'introduction de sucre de betteraves au XIXe siècle (**Djossou et al., 2013**). L'apiculture est l'élevage des abeilles pour la production de miel. C'est une activité séculaire dans les pays de l'Afrique (Paterson, 2008).

La production nationale de miel a presque doublé, au cours des dix dernières années (plus de 85%), pour atteindre 74.420 quintaux/an actuellement, alors que la consommation par habitant n'excède pas les 176 grammes/an (**ITELV., 2020**). Ce chiffre n'est cependant pas exhaustif, car il y a aussi des volumes produits et commercialisés par des réseaux informels. Différentes variétés de miel sont produites en Algérie, en énumérant pas moins de 13 recensés par le ministère de l'Agriculture (miel d'agrumes, d'eucalyptus, de romarin, de lavande, de jujubier, d'euphorbe, d'arbousier, de la carotte sauvage, de thym, d'origan, de peganum (harmel), de caroubier, de chardon, en plus du miel de toutes les fleurs du printemps) (**ITELV., 2020**).

Tous ces types de miels sont assez discernables par leur goût, leur couleur et leur texture. Cependant, le consommateur demeure incapable d'identifier le vrai miel du faux, en l'absence de traçabilité dans le processus de production et de commercialisation de ce nectar précieux. Par ailleurs, seule l'analyse au laboratoire peut identifier la composition et l'origine des miels authentiques.

Ce présent travail tente d'identifier et de comparer certains miels relevés de différentes régions d'Algérie, et cela conformément au code alimentaire (Codex) établi par la FAO et l'OMS. Ce manuscrit sera alors organisé comme suit :

- ✓ Une première partie est consacrée aux rappels bibliographiques actualisés sur la qualité physico-chimique et pollinique du miel avec une tentative de synthèse littéraire.
- ✓ Une deuxième partie consacrée aux matériels et méthodes utilisés.
- ✓ Puis une dernière partie pour la discussion des résultats et conclusion.

RAPPELS
BIBLIOGRAPHIQUES



I. Le Miel

Le Miel est présent sur la Terre bien avant l'homme car les abeilles qui le fabriquent y sont apparues il y a des dizaines de millions d'années. Les abeilles peuplaient déjà notre planète avant le début de l'histoire humaine. On a cependant trouvé des fossiles d'abeilles mellifères dont l'âge a été évalué à 150 million d'années (**Aletru et Poirot., 2006**).

Les anthropologues supposent que le miel qui se trouvait dans les troncs creux des vieux arbres fut certainement l'une des premières richesses naturelles pour l'homme. Les chasseurs cueilleurs étaient aussi des dénicheurs qui, pour se nourrir, devaient être capables d'extraire les fruits contenus dans des coquilles dures, mais aussi les insectes ou les bulbes enfouis dans le sol, ou encore le miel dans les ruches nichées au sommet des arbres (**Derat-Carrière., 2009**).

C'est est un aliment connu depuis fort longtemps, et a été utilisé dans diverses cultures. la première peinture (**fig. 01**) qui représente des hommes cueilleurs de miel a été retrouvée en Espagne, et datant d'environ 10000 ans avant j-c (**Rossant., 2011**).

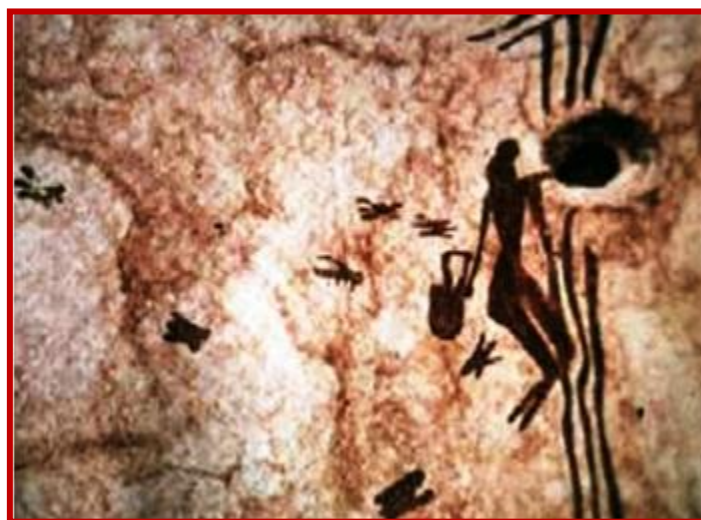


Figure 01 : Gravures de récolteurs de miel découvertes dans **les grottes de Las Aranas** dans la région de Valence en Espagne.

En Égypte, c'est à l'aube de la civilisation pharaonique qu'apparaissent les prémices d'une apiculture organisée (**fig. 02**), grâce à laquelle les Égyptiens ont pu se créer un accès privilégié à la production d'une des ressources naturelles les plus difficiles à obtenir. Devenu un produit indispensable dans leur quotidien, le miel s'est également imposé comme offrande rituelle au sein des temples et des tombes.

Plusieurs papyrus datant de plus de quatre mille cinq cents ans mentionnent le miel qui à cette époque été extrêmement convoité si bien que les fonctionnaires recevaient une partie de leur salaire en miel qui servait également de moyen de paiement : un pot de miel équivalait à un âne ou u bœuf. Il était utilisé pour sucrer les plats mais aussi pour embellir la peau, soigner et embaumer les morts. (Lafont., 2017).

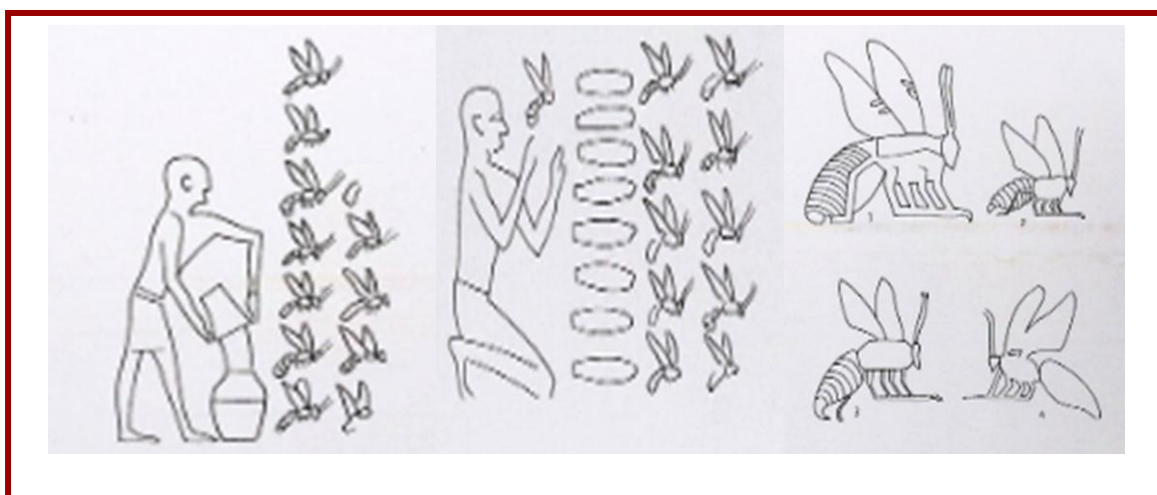


Figure 02 : Représentations d'abeilles domestiquées datant du haut empire égyptien (Marchenay., 2007).

Lors des jeux Olympiques les athlètes buvaient de l'eau miellée pour retrouver rapidement leurs forces. Hippocrate (460/377 av. JC) prescrivait le miel pour combattre la fièvre, les blessures, les ulcères et les plaies purulentes et dans la préparation de pâtes médicinales.

Au Moyen-Âge, le miel était considéré comme une source bénéfique et servait à fabriquer le pain d'épice. Jusqu'en 1500, il était préconisé en médecine comme antiseptique pour la guérison des infections, pour le traitement des verrues, des boutons infectieux et furoncles mais est également recommandé pour la cicatrisation des plaies. Il était d'ailleurs utilisé pendant les deux guerres mondiales pour accélérer la cicatrisation des blessures des soldats. Ces vertus bactéricides ont été découvertes pour la première fois par White en 1962, et identifiées comme inhibine (Doré et al., 2003).

I.1. Définition du miel

Selon le référentiel, le miel est défini comme un liquide visqueux remarquable, produit par les abeilles d'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar ou à partir du miellat laissé sur les parties vivantes des plantes, et que les abeilles récoltent et transforment avec des

enzymes spécifiques, et puis le déposent, déshydratent, stockent et le laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche ou le combinant avec des matières propres. Cet aliment peut-être épais, fluide ou cristallisé (**Codex Alimentarius., 2001**).

I.2. L'origine du miel

La fabrication du miel résulte du travail des abeilles, les éléments de base de la nourriture des abeilles sont le nectar, le pollen et le miellat (**Desmoulière., 2013**).

I.2.1. Le nectar

Le nectar qui est un liquide sucré (principale source du miel des abeilles) se produit à la surface de parties spéciales de la plante et qui est ordinairement à l'intérieur et vers la base de la fleur. On distingue les nectaires floraux qui font partie de la fleur, et les nectaires extra floraux qui peuvent se trouver sur d'autres organes de la plante (**fig. 03**), ces derniers sont beaucoup moins nombreux (**Bonnier et De Layens., 1987**).

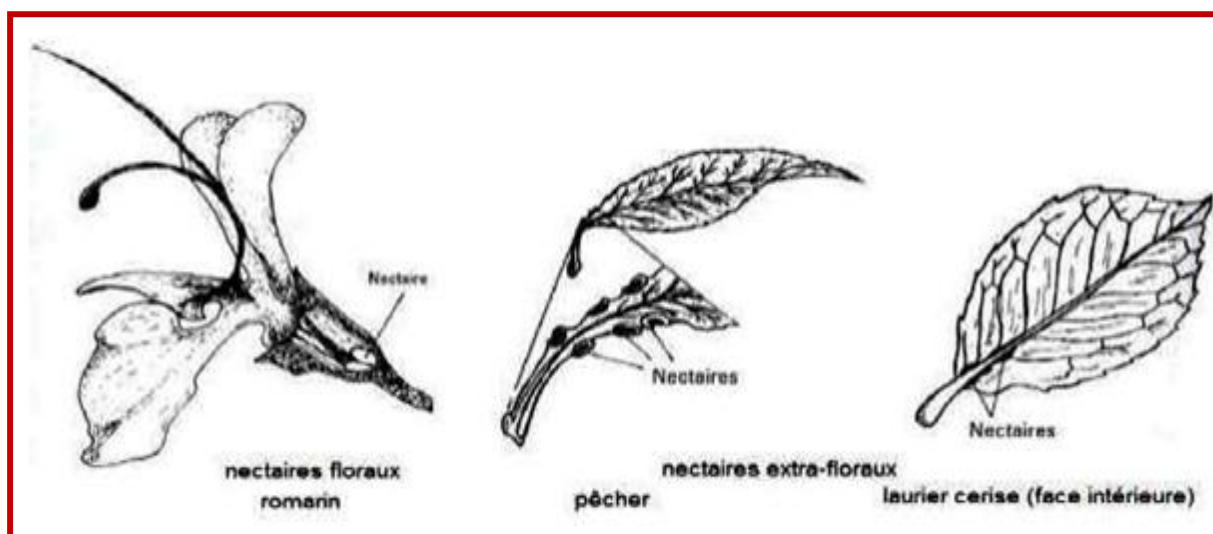


Figure 03 : Exemples de nectaires (d'après Prost, 2005)

Le nectar est une exsudation sucrée plus ou moins visqueuse, destinée à attirer les insectes pollinisateurs tels que les abeilles. Cette substance contient environ 80% de sucres (dont le saccharose, le glucose et le fructose), des acides organiques (acide fumarique, succinique, oxalique, malique.. etc.), des protéines, notamment des enzymes, des acides aminés libres et des composés inorganiques (**Desmoulière, 2013**).

Dans les tissus qui se trouvent vers la base de la fleur, il y a toujours accumulation de sucre, cette provision de sucre constitue une réserve qui est utilisée par la plante après la

floraison pour le premier développement du fruit et de graines, le nectar est donc produit par une sorte d'exsudation de l'eau venant des racines traversant la plante et entraînant avec elle une partie des sucres contenus dans le tissu nectarifère (Prost J., 1987).

Le nectar des plantes a une composition qui dépend de l'espèce florale mais aussi des conditions hygrométriques de l'air et du sol et des conditions climatiques en général. L'eau représente de 40 à 80% de sa composition (Domerego et al., 2009; Prost, 2005).

I.2.2. Le miellat

Le miellat est un liquide épais et visqueux (fig. 04) constitué par les excréments liquides des homoptères (pucerons, cochenilles), il diffère par sa composition du nectar (Tab : I), il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organique, en minéraux et sucres complexes (Clément., 2002).

La digestion du miellat par les abeilles ouvrières laisse trop de résidus qui s'accumulent dans leurs ampoules rectales. La composition en sucres de cette substance dépend de divers facteurs écologiques tels que le sol le microclimat et même d'autres insectes éleveurs de puceron (comme les fourmis) (Schweitzer., 2004).

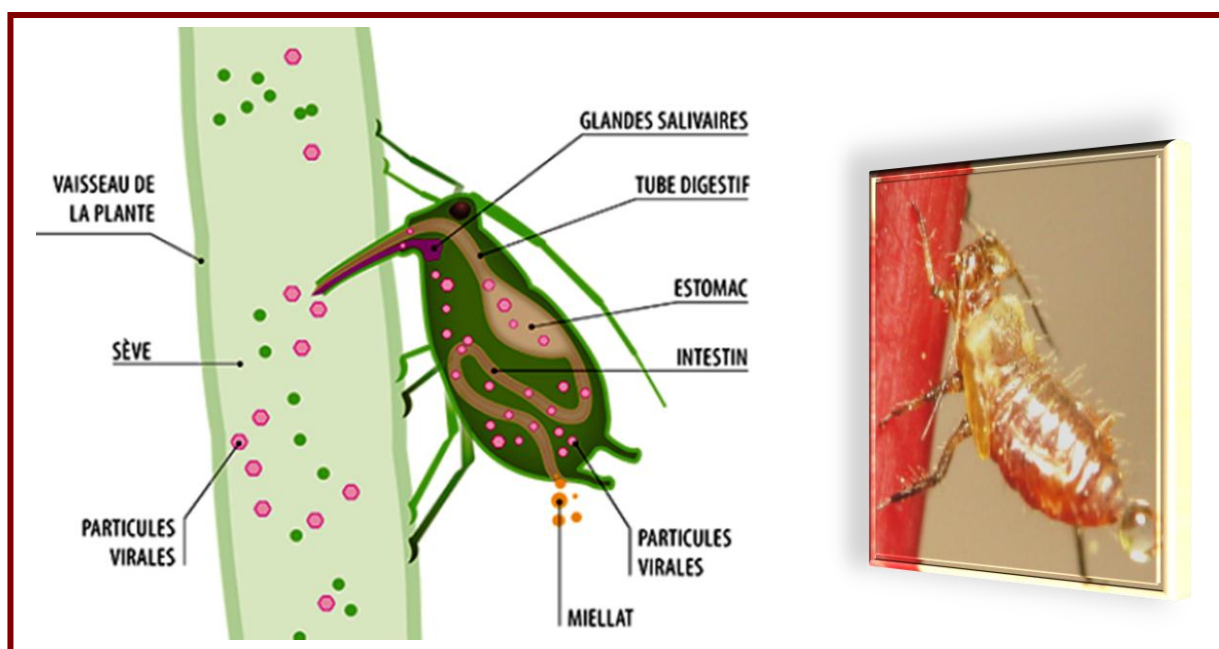


Figure 04 : Miellat de pucerons (d'après Myke 2018)

Tableau I : Principales différences entre miel du nectar et de miellat (Bruneau, 2009)

Composants		Miel de Miellat	Miel de Nectar
pH		4,5	3,9
Minéraux (cendres)		0,58 %	0,26 %
Fructose et Glucose		61,6 %	74 %
Autres sucres exprimés en % des sucres totaux	Mélicitose	8,6	0,2
	Raffinose	0,84	0,03
	Maltose + isomaltose	9,6	7,8

I.2.3. La miellée

Elle est produite par une exsudation des feuilles sous forme de perles et à travers les orifices stomatiques qui se réunissent en gouttelettes sucrées sur toute la surface de la feuille, surtout sur la face inférieure (Nair., 2006).

D'après Nair (2006) la miellée qui est formée directement par la plante appelé diffère du miellat de pucerons :

- Parce qu'elle s'accumule pendant la nuit, et disparaît ordinairement dans la journée, tandis que les pucerons produisent la matière sucrée toute la journée, et ralentissent leur activité pendant la nuit ;
- Par sa composition qui se rapproche beaucoup de celle des nectars, tandis que le rejet des pucerons renferme une grande quantité de dextrine, de gomme, et souvent des sucres différents du sucre des nectars avec présence de triholosides comme le mélicitose et même quelquefois de sucres supérieurs. La sève élaborée absorbée par les pucerons chemine dans leur tube digestif où les molécules de sucre sont fractionnées puis recombinaées selon de nouvelles dispositions, ainsi se forme le mélicitose. Leur charge minérale est également très importante.

I.2.4. Les différents types du miel

Le miel peut être désigné de la façon suivante :

A) Selon l'origine végétale ou florale : La majorité des miels proviennent d'une flore bien diversifiée. Il est courant que les abeilles visitent à la fois une dizaine ou une vingtaine

d'espèces végétales fleurissant en même temps dans leur secteur de butinage (**Huchet et al., 1996**).

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

- **Miels multif floraux** : miels donnés par plusieurs espèces végétales ou sans origine florale précise (**fig. 05**), Il peut y avoir la dominance d'un pollen accompagné par d'autres, en petites quantités ou bien il peut présenter une mosaïque de pollens (**Chauvain., 1968**). Le nectar rapporté à la ruche dans une courte période de temps n'est homogène que pendant une grande miellée. Ces miels ne sont pas susceptibles d'avoir une appellation florale, ce qui ne les empêche pas de pouvoir prétendre à une excellente qualité (**Huchet et al., 1996**).

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Pour valoriser leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique (**Rossant., 2011**).



Figure 05 : Exemples de Miels multif floraux de France

- **Miels unif floraux** : les miels unif floraux naturels proviennent principalement d'une espèce végétale déterminée (**fig. 06**), mais non exclusivement, car il est impossible d'empêcher tout mélange avec le miel provenant d'une fleur secondaire. Dans la mesure où ils sont suffisamment purs, les miels unif floraux répondent à un certain nombre de critères physico-chimiques et organoleptiques; la composition du nectar ou du miellat d'une espèce végétale donnée est relativement constante (**Huchet et al., 1996**).

Les miels élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant d'une seule espèce végétale nécessitent l'installation des ruches à proximité de la plante recherchée. Par exemple ; le miel d'acacia, d'oranger et de lavande (**Rossant., 2011**).



Figure 06 : Exemples de Miels unifloraux de France

B) Selon le mode de présentation

On distingue d'après **Bogdanov et al (2001)**

- **Le miel proprement dit** : il est sous forme cristallisée ou liquide ou un mélange des deux formes.
- **Le miel en rayon** : c'est le miel emmagasiné par les abeilles dans les alvéoles de rayons fraîchement construites ne contenant pas de couvain et vendu en rayons entiers ou en sections de rayons operculés
- **Le miel avec morceaux de rayons** : il renferme un ou plusieurs morceaux de rayons.

C) Selon le mode de récolte

Selon **Nair (2006)** on distingue :

- **Miel en rayon** : c'est le miel contenu dans les alvéoles fraîchement constituées operculées, sans couvains, de couleur blanchâtre d'où une très belle récolte.
- **Miel vierge (Miel d'égouttage)** : il s'écoule naturellement sans intervention, à travers des alvéoles non operculées, et exemptes de couvain.
- **Miel coulé** : il est obtenu par centrifugation des alvéoles exemptes de couvain alors qu'il conserve encore la température de ruche.
- **Miel pressé** : on le récolte à froid au moyen d'une presse hydraulique dont les alvéoles sont exemptes de couvain.
- **Miel jeune (non mûr)** : c'est le produit retiré des alvéoles non encore operculées, sa teneur en eau est généralement supérieure à celle du miel parvenu à maturité (plus de 20%).

D) Selon l'origine géographique

Certains miels multif floraux ont acquis une réputation qui est liée à leur origine géographique, ils sont désignés d'après le lieu de récolte, exemple miel de montagne, miel de forêt, ...

E) Selon la couleur, le parfum et la saveur

On distingue une coloration très variable, du presque incolore au presque noir. Elle varie selon l'espèce butinée (teneur en différents sucres) et la rapidité de la sécrétion (miel clair si sécrétion rapide) (Gonnet et Vache, 1985).

II. Propriétés physico-chimiques du miel

II.1. Propriétés physiques

L'aspect du miel peut varier considérablement d'un échantillon à un autre.

II.1.1. Propriétés organoleptiques du miel

Les miels récoltés peuvent être très divers, tant par leur coloration que par leur consistance et leur arôme. Cela dépend des plantes où les abeilles ont récolté le nectar. Le miel foncé a généralement un goût plus prononcé et sa teneur en sels minéraux est élevée ; le miel clair a une saveur plus délicate (Bradbear., 2005).

A) La couleur : en fonction de ses origines florale et géographique, le miel peut présenter différents coloris (**fig. 07**). À l'exception du violet et du bleu la couleur des miels varie à l'infini. Les pigments colorent et aromatisent les miels. Ce sont principalement des caroténoïdes, des xanthophylles et des flavonoïdes (Clemence., 2005).



Figure 07 : Exemples de couleurs de différents types de miels

La couleur constitue un critère de classification notamment d'un point de vue commercial. Plus il est clair, moins il est riche en minéraux et inversement. La couleur du miel est un autre paramètre de qualité. Les miels sont divisés en sept catégories de couleurs, elle va du jaune très pâle (presque blanc) au brun très foncé (presque noir) en passant par toute la gamme des jaunes, oranges, marrons et même parfois des verts ; mais le plus souvent le miel est blond . Elle est due aux matières minérales qu'il contient. La teneur en cendres des miels est inférieure à 1%, la moyenne étant 0.1%, la variabilité est grande puisque les miels les plus pauvres en matières minérales contiennent 0.02% de cendres. Il s'agit des miels très clairs ; les plus foncés étant les plus minéralisés (**Chouia, 2014**).

B) La texture : Le miel est une solution extrêmement concentrée de sucres simples, contenant plus de matériel dissous que ce qui peut rester en solution (**Manikis et al., 2001**) . Un miel initialement liquide peut donc au cours du temps cristalliser en formant des couches différentes. La cristallisation est donc un phénomène naturel qui n'altère en rien la qualité gustative et nutritive du miel.

Cristallisé finement ou grossièrement, dur ou souple, pâteux ou liquide, le miel peut se présenter sous de nombreux aspects. S'il est parfaitement fluide au moment de son extraction, le miel ne reste cependant pas dans cet état de façon indéfinie. La vitesse de cristallisation varie avec la composition en sucres, la teneur en eau, la température de conservation. Le rythme et le taux de cristallisation se diffère d'un type de miel à un autre car leur tendance a cristalliser est liée à quelques paramètres sensibles comme la teneur en glucose (**Emmanuelle et al., 1996 ; Skowronek et al., 1994**) . Il existe également des indicateurs de cristallisation tel que les rapports glucose/eau (D/W), glucose-eau /fructose (D-W/L) et fructose/glucose (L/D) et la teneur en mélézitose. **Manikis et ses collaborateurs (2001)** dans leurs travaux ont confirmé que le rapport D/W (glucose/eau) est l'un des indicateurs les plus utiles pour évaluer la tendance du miel à cristalliser. Un rapport D/W égal ou supérieur à 2,10 constitue les conditions favorables à la cristallisation alors qu'un rapport D/W égal ou inférieur à 1,70 ne permet pas aux miels de cristalliser. La cristallisation est la plus rapide à la température de 14°C.

C) Le goût et les arômes : Les études sur les substances aromatiques ont permis d'isoler environ 100 à 150 différentes substances aromatiques dans le miel et certaines ont même été caractérisées du point de vue chimique (**Bogdanov., 2003**). Elles jouent un

finas, lourdes, vulgaires. Une odeur de fumée ou de fermentation peut être un défaut (Guerzou et Nadji, 2009).

II.1.2. Propriétés mécaniques

A) 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. La densité du miel varie approximativement de 1,39 à 1,44 g/cm³ à 20°C (White, 1962). Le miel est donc un produit relativement dense où 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.

On peut pratiquement se servir de la densité comme moyen de connaître la teneur en eau d'un miel. Un miel récolté trop tôt, extrait dans un local humide, contient trop d'eau. Ce défaut se décèle au densimètre ou au réfractomètre (Prost, 1987).

La densité du miel est déterminée au moyen de différentes méthodes : par la méthode dite pycnométrique, par la mesure de la poussée hydrostatique et au moyen d'un aréomètre. Elle peut aussi être déterminée selon le principe de au moyen d'un appareil PAAR (Khenfer et Fettal, 1997).

B) La viscosité : La capacité d'écoulement d'un miel correspond à sa viscosité, plus l'écoulement est lent plus sa valeur augmente. En effet, depuis le moment de l'extraction jusqu'à la mise en pots, tout le travail de préparation et de conditionnement du miel est influencé par la plus ou moins grande viscosité du produit. Les trois facteurs principaux qui déterminent la viscosité d'un miel sont la teneur en eau, la température et la composition biochimique. Les colloïdes du miel seraient responsables en partie de sa viscosité. Les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs. L'élimination des colloïdes par ultrafiltration abaisse celle-ci (Chauvin, 1968 ; Emmanuelle *et al.*, 1996).

La viscosité du miel diminue quand la température s'élève jusqu'à 30°C, elle varie au-delà de 35°C (Prost, 1987). La majorité des miels ont une viscosité normale, c'est-à-dire qu'ils suivent les lois de Newton sur l'écoulement des fluides. Par ailleurs, les sucres contenus dans le miel peuvent cristalliser en partie sous l'influence de certains facteurs (température, agitation, composition chimique), entraînant alors une modification complète de son aspect mais sans rien changer à sa composition (Donadiou, 2008).

C) Activité de l'eau : L'activité de l'eau (et non la teneur en eau) d'un produit est le rapport entre la pression de vapeur d'eau à la surface du produit et la pression de vapeur de l'eau pure (vapeur saturée) à la même température T du produit. La valeur de l'activité de l'eau varie entre 0 (produit sec au point que toute l'eau est liée à l'aliment, et donc sans qualité réactive) et 1 (eau pure et sans soluté, difficile à atteindre et surtout à maintenir) (**Amrouche., 2010**).

L'activité de l'eau est le facteur le plus déterminant pour la conservabilité d'une denrée alimentaire. L'influence de la composition du miel sur la valeur a_w a été étudiée dans les travaux de **RUEGG et al (1981)**. Les valeurs a_w du miel varient entre 0,55 et 0,75. Les miels dont l' a_w est $< 0,60$ peuvent être, du point de vue microbiologique, qualifiés de stables. Bien que l'activité de l'eau soit un facteur de qualité important, on ne la détermine que rarement (**Bogdanov et al., 2003**).

D) L'hygroscopicité du miel : Le miel tend à absorber l'humidité de l'air et, si on le laisse trop longtemps dans une atmosphère humide, cette absorption peut être considérable. Un miel "normal", contenant 18% d'eau, peut atteindre, au bout de trois mois, une hygrométrie de 55% : son poids a alors augmenté de 84%. D'autre part, lorsqu'on veut dessécher le miel, il est déconseillé de le maintenir en atmosphère rigoureusement sèche, parce qu'il se forme en surface une pellicule dure qui empêche le reste d'eau de s'évaporer (**Emmanuelle et al., 1996**).

II.1.3. Propriétés thermiques

A) La chaleur spécifique : La chaleur spécifique du miel est de 0,54 à 20°C pour 17 % d'eau. Elle varie très peu d'un miel à l'autre. Le coefficient de température est de 0.02 cal par degré C (°C), en moyenne, valeur est relativement basse (**Chauvin., 1968**). Pour se réchauffer le miel demande 2 fois moins de calories que le même poids d'eau, mais il transmet très mal la chaleur qu'il reçoit de sorte qu'il peut être réchauffé rapidement en un point et rester froid tout à côté (**Prost., 1987**).

B) La conductivité thermique : La conductivité thermique du miel s'exprime en calories par cm, par seconde et par degré C. La conductibilité électrique est $1,29 \times 10^{-4}$ à 20°C pour un miel à 20% d'eau et finement cristallisé. Le miel est 14 fois moins bon conducteur que l'eau (**Chauvin., 1968**).

C) Abaissement du point de congélation : L'abaissement du point de congélation dépend de la proportion de glucose et de lévulose ainsi que de la teneur en saccharose

et en dextrans. Sur 10 échantillons de miel, ils ont obtenu un abaissement de 1,42°C à 1,53°C en solution à 15% et 2,75°C à 3,15°C en solution à 25% (**Chauvin., 1968**).

II.1.4. Propriétés électriques

A) Conductibilité électrique : La conductibilité électrique est la propriété d'un corps à permettre le passage du courant électrique, c'est donc l'inverse de la résistivité. Elle est donnée en s.cm^{-1} (s pour siemens) ; elle est exprimée pour un volume de liquide d'un centimètre d'épaisseur pour 1cm² de surface (**Chauvin., 1968**).

RAVAZZI (2007) signale que le miel à une conductivité électrique qui augmente avec la teneur en matières minérales. Selon **JEAN-PROST (1987)** la conductibilité du miel varie dans de fortes proportions (de 1 à 15). En règle générale, les miellats conduisent mieux le courant électrique que les miels.

II.1.5. Propriétés optiques

A) Pouvoir rotatoire : La majorité des miels sont lévogyres, mais il existe des miels naturels dextrogyres et qui sont parfaitement normaux. En fait, la détermination du pouvoir rotatoire ne permet guère de tirer de conclusions quant à l'authenticité d'un miel; un grand nombre de substances ayant une action sur la lumière polarisée interviennent dans la composition du miel naturel; le pouvoir rotatoire de celui-ci a peu d'intérêt pour des mesures polarimétriques sur les miels (**Chauvin., 1968**).

Ce phénomène est défini par l'évolution du pouvoir rotatoire des sucres du miel mis en solution et passant par des formes physiques divers ayant chacune un pouvoir rotatoire différent et n'atteignent que progressivement un équilibre stable. Parmi l'ensemble des composés glucidiques impliqués dans la structure du miel, compte le glucose qui possède la stabilité la plus élevée, ce phénomène est dit la mutarotation (**Nair., 2014**).

B) L'indice de réfraction : L'indice de réfraction est une propriété optique qui caractérise toute substance transparente. Il est en fonction de la teneur en eau et de la température. L'indice de réfraction du miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est basse (**Ravazzi., 2007**). L'indice de réfraction varie de façon presque linéaire avec la teneur en eau, de telle sorte qu'il est possible de connaître très rapidement cette teneur en mesurant l'indice de réfraction (**Clément., 2009**).

C) La turbidité : A moins d'avoir été filtrés d'une façon parfaite, les miels sont toujours plus ou moins troubles, même lorsqu'ils ont été très bien refondus. Cette turbidité est

due aux particules en suspension : grains de pollen, poussière, levures, particules de cire et de propolis, colloïdes, protéines, etc... (Clément., 2009).

D) Coloration : La coloration des miels a fait l'objet de nombreuses études qui concernent soit son origine, soit les modifications qu'elle subit sous l'influence de divers facteurs. Signalons seulement l'extrême variabilité de la pigmentation jusqu'au noir en passant par toute la gamme des bruns, roux, jaunes, oranges, verdâtre, etc. (Chauvin., 1968).

E) Fluorescence : Beaucoup de miels présentent une fluorescence avec des couleurs variables. Cette caractéristique est plus ou moins importante suivant les types de miel et est sous l'action des rayonnements ultraviolets (Nair, 2014).

II.2. Composition et propriétés chimiques des miels

II.2.1. Composition chimique

Le miel est un mélange biochimique complexe (Tab : II), sa composition varie suivant l'origine des plantes butinées par les abeilles. D'après CRANE (1990) qui a identifié 181 substances dans le miel, la composition de ce dernier varie en fonction de nombreux facteurs : Botanique ; Nature du sol ; Facteur météorologiques influant sur la miellée, ...etc.

A) La teneur en eau : Le miel qui contient une teneur en eau élevée fermente plus facilement. Les deux projets *Codex Alimentarius*, UE, Union Européenne proposent de maintenir la valeur maximale de 21 g d'eau/100 g mais l'exception faite pour Miel de bruyère (*Calluna*) et Miel de trèfle (*Trifolium*) où la teneur en eau ne doit pas dépasser 23 %. Un grand nombre d'organisations apicoles nationales ont des valeurs maximales pour la teneur en eau de 17,5 à 18,5 g/100 g pour les catégories spéciales du miel de qualité. Les contrôles chimiques effectués jusqu'à aujourd'hui pour Le miel de qualité FSSA ont montré que la teneur en eau de plus de 95% des miels est inférieure à la valeur prescrite de 18,5%. Le miel (Bogdanov *et al.*, 2001).

Tableau II : Composition moyenne des miels (Les techniques de l'ingénieur, 2000)

	Pourcentage total	Type de composés	Principaux composants
Eau	15 à 20% (moyenne 17%)		
Hydrates de carbone	75 à 80 %	Monosaccharides	Glucose (33%) Fructose (39%)
		Disaccharides	Maltose (0,9%), Isomaltose 75 à 80 %, Saccharose (2,3%)
		Polysaccharides	Erlose, Raffinose, (mélézitose), (kojibiose), (dextrantriase), (mélibiose)
Fructose et Glucose	61,6 %	Acides (0,1 à 0,5%)	Gluconique (0,1 à 0,4 %), (maléique), (succinique), (oxalique), (glutamique), (pyroglutamique), (citrique), (glucuronique), formique (0,01 à 0,05%)
Substances diverses	1 à 5 %	Protéines et acides aminés (0,2 à 2%)	Matières albuminoïdes, matières azotées, (proline), (tyrosine), (leucine), (histidine), (alanine), (glycine), (méthionine), (acide aspartique)
		Vitamines	B,C, (A,D,K)
		Enzymes provenant des glandes hypopharyngiennes	Amylases a et B, gluee-Invertase, glucose oxydase
		Enzymes provenant du nectar	(Catalase), (amylases), (phosphatases acides)
		Minéraux	K, Ca, Na, Mg, Mn, Fe, Cu, (Co, B, Si, Cr, Ni, Au, Ag, Ba, P, Cs)
Arômes		Esers	Méthylantranylates, acétates, méthyléthylcétones...
		Aldéhydes et acétones	Formaldéhyde, acétaldéhyde...
		Alcools	Méthanol, éthanol, isobutanol, 2-phényléthanol...
Flavones			Flavanol, catéchine, quercétine
Lipides	Traces	Acides gras	(Acides palmitique, butyrique, caprique, caproïque. valérique)
Les substances indiquées entre parenthèses sont à l'état de traces; les % sont donnés par rapport au poids total du mie			

B) La teneur en sucres : Les sucres représentent de 95 à 99% de la matière sèche des miels. Chaque miel susceptible de contenir une bonne dizaine de sucres, ce sont des mono, di, tri, ou polysaccharides représentant les 80% du poids total de miel (**Gleiter et al., 2006**). L'analyse quantitative et qualitative des sucres du miel se fait généralement par chromatographie en phase gazeuse. Parmi ces sucres figurent le fructose et le glucose, on les trouve en quantité voisine dans les miels. Cependant, le rapport de la quantité de fructose sur la quantité de glucose est très important et varie de 0,76 à 1,76 environ, ainsi la quantité du saccharose dont peut aller jusqu'à 7 % et le maltose varie de 2 à 7 % (**Khenfer et Fettal., 1997**).

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

On peut proposer une valeur pour la somme des teneurs en fructose et glucose d'au moins 60 g/100 g pour tous les miels de nectar et de 45 g/100 g pour tous les miels de miellat. Pour ce qui est du saccharose, la situation est plus compliquée. Dans ce cas, la norme générale de 5 g/100 g serait remplie par plus de 99% des miels analysés à l'exception de quelques miels mono floraux (**Bodganov et al., 2001**).

- **Le saccharose :** La teneur en saccharose des miels naturels et généralement plus basse, souvent elle n'atteint même pas des quantités mesurables, il existe certaines différences végétales. Les miels de châtaignier, par exemple de tilleul, de bruyère, de fleurs d'oranger et de certaines espèces de labiacées sont riches en saccharose, d'autres miels sont pauvres en saccharose tels ceux de colza, de trèfle et de sarrasin (**Huchet et al., 1996**).

La limite maximale est de 10 % Malgré les teneurs très élevées de saccharose dans le nectar de lavande, il est rare que l'on en retrouve plus de 10% dans le miel car l'abeille est capable de le transformer en glucose et en fructose grâce à une action d'enzyme « l'invertase », les plus fortes teneurs en saccharose sont observées lorsque la miellée est très courte ou lorsque les colonies sont faibles (**Boquet., 1993 ; Alippe., 2000**).

- **Rapport fructose/glucose :** **Shin et Ustinol, 2005** ont montré que les hexoses (fructose et glucose) dominent toujours ; le rapport des hexoses entre eux est la caractéristique de certains miels. Les miels contiennent des quantités à peu près égales de ces hexoses, le fructose domine légèrement. En revanche, le miel élaboré par les abeilles butinant presque exclusivement la même espèce végétale, contient souvent

plus de fructose que de glucose ou rarement d'avantage de glucose que de fructose (**Daily, 2008**)

- **La teneur en sucres spécifique** : Les sucres spécifiques du miel sont analysés pour obtenir des renseignements concernant différents aspects de la qualité du miel. Ainsi, le rapport fructose/glucose et la concentration de saccharose sont de bons critères pour différencier les miels mono floraux. La teneur en oligosaccharides tels que le mélézitose et le maltotriose sont de bons indicateurs pour la teneur en miellat d'un miel. Le spectre de sucres spécifiques donne des renseignements sur l'authenticité du miel et la falsification des sucres (**Bogdanov et al, 2001**).
 - **Le maltose** : il est sensiblement plus élevé que la teneur en saccharose, aussi bien dans les miels des fleurs que dans les miels de miellat. Ces derniers lorsqu'ils sont purs, contiennent souvent 2 à 3 fois et parfois jusqu'à 10 fois plus de maltose que de saccharose, compte tenu de l'ensemble du groupe maltose, il est possible de rencontrer des miels contenant 10% de maltose et d'iso maltose (**Kerrar., 1994 ; Cavia et al., 2006**).
 - **Le mélézitose (tri saccharides)** : une teneur élevée en mélézitose est caractéristique de certains miels de miellat, tandis que ce sucre fait défaut dans les miels de fleurs, il peut constituer 4% à 11%, varie d'une proportion plus forte encore des sucres totaux, jusqu'à 16 % de la matière sèche. Les miels riches en mélézitose se cristallisent souvent alors qu'ils sont encore dans les rayons, de sorte qu'ils sont difficiles à récolter. Parmi ces miels riches en mélézitose et difficiles à centrifuger, on trouve par exemple les miels élaborés à partir du miellat de mélèze, de tilleul ou certaines variétés d'épicéa, certains miellats arrivent à renfermer des taux de mélézitose atteignant 15% à 18% (**Nacer., 1994**).
- C) La teneur en protides** : Les protides sont présents en faible quantité (1.7 gramme par kilogramme de miel soit une teneur de 0.26%) et la teneur en azote est négligeable (de l'ordre de 0.041%). Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante, soit de l'abeille. Il y a également des acides aminés libres dont la proline, qui provient des sécrétions salivaires de l'abeille (**Huchet et al. ,1996**).
- D) Les enzymes** : de nombreuses enzymes se retrouvent dans le miel ; L'invertase, l' α -amylase, la β -amylase, l' α -glucosidase et la glucose-oxydase capable de transformer le glucose en acide gluconique. Le miel contient aussi une catalase et une phosphatase.

Ces diastases sont détruites par un chauffage exagéré du miel, qu'il y a donc lieu d'éviter si on veut bénéficier de leur action. Ainsi, leur dosage permet de détecter les fraudes liées au chauffage du miel (**Huchet et al. ,1996**).

E) Les vitamines : Il convient de rappeler tout d'abord que le miel est un aliment pauvre en vitamines (**Tab : III**). L'ensemble des recherches effectuées jusqu'à ce jour permet d'affirmer que, si l'on reste dans le cadre des consommations journalières normales, le miel est totalement incapable de couvrir les besoins vitaminiques de l'homme ; on peut considérer que les vitamines qu'il apporte, et qui semblent bien provenir surtout des grains de pollen en suspension puis qu'une filtration poussée les élimine en grande partie, représentent une quantité pratiquement négligeable (**Chauvin., 1968**)

Tableau III : Les vitamines dans le miel, en mg/100g, (**Bogdanov et Matzke., 2003**)

Vitamines	Teneur mg / 100 g
Thiamine (B₁)	0,00 -0,01
Riboflavine (B₂)	0,02 -0,01
Pyridoxine (B₆)	0,01 -0,23
Niacine (B3)	0,10 -0,20
acide pantothénique (B5)	0,02 -0,11
acide ascorbique (Vitamine C)	2,2 -2,5
phylloquinone et ménaquinone (Vitamine K)	0,25

F) La teneur en lipides : De très faibles quantités de lipides ont été isolées dans le miel, principalement l'acide palmitique et oléique et très peu d'acide laurique myristoleique, stéarique et linoléique (**Nacer., 1994**).

G) La teneur en substances insolubles dans l'eau : En mesurant les substances insolubles dans l'eau, on peut déterminer les impuretés. La valeur proposée est semblable à l'ancienne valeur qui, elle, provient de l'époque où une partie importante des miels récoltés aux quatre coins du monde était extraite par pressage des rayons. Aujourd'hui, la quasi-totalité des miels que l'on trouve dans le commerce est extraite par centrifugation. Le maxima de 0,1 g/100 g autorisé par les normes du *Codex Alimentarius* et de l'Union européenne nous paraît trop élevé. Souvent, ce sont des valeurs plus faibles qui sont déterminées et qui se trouvent entre 0,005 et 0,05 g/100 g. Il n'est malheureusement pas possible, de mesurer la quantité de cire, impureté

insoluble dans l'eau se trouvant en quantité relativement importante dans le miel (**Bogdanov et al, 2001**).

H) La teneur en sels minéraux et oligo-éléments : Le miel contient naturellement un grand nombre de sels minéraux et d'oligo-éléments (**Tab : IV**) en différentes concentrations. Certains oligo-éléments comme le plomb, le mercure, le fer, le zinc, l'aluminium, etc. peuvent parvenir dans le miel à partir de matériaux d'emballage inappropriés, d'outils apicoles de même que directement de l'environnement. En ce qui concerne les contaminations dues à l'environnement, l'abeille agit comme un filtre de sorte que le miel n'est que faiblement contaminé (**Bogdanov et al, 2001**).

Tableau IV : Sels minéraux et oligo-éléments du miel (**Mores et al ., 1980**).

Les constituants minéraux	Quantité en mg/kg	Les constituants minéraux	Quantité en mg/kg
Potassium	200 - 1500	Manganèse	0,2 - 10
Sodium	16 - 170	Chrome	0,1 - 0,3
Calcium	40 - 300	Cobalt	0,01 - 0,5
Magnésium	7 - 130	Nickel	0,3 - 1,3
Fer	0,3 - 40	Aluminium	60
Zinc	0,5 - 20	Cuivre	0,2 - 6,0
Plomb	<0,02 - 0,8	Cadmium	<0,005 - 0,15

I) La teneur en acides : Les acides organiques qui existent dans les miels (acides citrique, oxalique, acétique...) proviennent soit du nectar, soit des sécrétions des abeilles (**Khenfer et Fettal., 1997**).

Le plus important des acides de miel est l'acide gluconique dont l'origine serait une bactérie, appelée gluconobacter, qui, lors de la maturation du miel, transformerait le glucose en acide gluconique. On y trouve également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide oxalique, l'acide des traces d'acide formique, d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique. D'autres composés, les lactones, dont la présence est constante, ont également une fonction acide. Le pH, qui peut varier de 3.2 à 4.5, est égal, en moyenne, à 3.9 (**Huchet et al., 1996**).

L'acidité est un critère de qualité important. La fermentation du miel provoque une augmentation de son l'acidité, c'est pourquoi une valeur maximale est très utile, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable (**Horn et Lüllmann., 1992**).

J) La teneur en substances aromatiques : Les substances aromatiques ne sont pas importantes quant à leur poids. Les composés sont isolés par les méthodes de chromatographie en phase gazeuse. On dénombre plus de cinquante substances aromatiques qui peuvent permettre l'identification de l'origine des miels elles sont responsables de l'arôme, car elles paraissent provenir presque exclusivement de la plante (**Huchet et al. ,1996**).

K) La teneur en composés phénoliques : Le principal flavonoïde extrait du miel était le pinocembrine, sa concentration varie entre 2 et 3 ppm, sa teneur est plus élevée dans le propolis (10%), il varie d'un échantillon à l'autre en fonction de la source utilisée, il existe d'autres flavonoïdes, tels que la chrisine, la presemptine et la galangine dont leur concentration dans le miel est de 0.1 et 0.2 ppm, (**Bogdanov, 1984**).

L) La teneur en Hydroxy méthyl furfural (HMF) : On appelle hydroxyméthyl furfural, ou simplement HMF, un dérivé de déshydratation des hexoses qui se forme dans le miel au cours de son vieillissement, dans un miel conservé à température ordinaire (entre 15 et 20°C). Le taux d'HMF augmente progressivement, lentement tout d'abord pour s'accélérer par la suite. Le teneur initial en HMF serait à multiplier par 1.10 au bout de 6 mois et par 2 au bout d'un an. Cette progression serait plus rapide dans les miels à pH faible (compris entre 3 et 3.5) (**Tab : V**) (**Louveaux., 1968**).

Tableau V : Relation entre la durée et la température dans la formation de HMF

Température (°C)	Durée pour la formation de 40mg HMF/kg
4	20 - 80 ans
20	2 - 4 ans
30	0,5 - 1 an
40	1 - 2 mois
50	5 - 10 jours
60	1 - 2 jours
70	6 - 20 heures

II.2.2. Propriétés chimiques des miels

II.2.2.1. Le pH

Il varie entre 3,2 et 5,5. Il est généralement inférieur à 4 dans les miels de nectar, supérieur à 5 dans ceux de miellat. Les miels à pH bas se dégradent plus facilement, il faudra alors prendre un soin particulier à leur conservation (**Gonnet et Vache, 1985**).

II.2.2.2. La fermentation

Le deuxième processus qui peut affecter la qualité de miel après la cristallisation est la fermentation. Tous les miels contiennent des levures tolérantes au sucre qui peuvent les faire fermenter si leur contenu en eau est trop élevé. La cristallisation et la fermentation sont étroitement liées, car pendant la cristallisation, les molécules de glucose séparé de la phase liquide forment des cristaux de glucose hydraté contenant 9,09 % de l'eau (**Calderone, 2008**). Ces cristaux restent au fond du pot et la phase liquide surnage, cela favorise le phénomène de fermentation du miel et le rend impropre à la consommation (**Polus, 2008**).

II.3. Les fraudes relatives au miel

Selon Khenfer et Fettal, (1997) la recherche des falsifications porte non seulement sur la détection des produits divers ajoutés au miel tels que sucre inverti, saccharose, glucose industriel, mélasse, amidon .gélatine, gommés, mucilages, etc. mais aussi sur l'exactitude des appellations florales, la grande quantité de fraudes relatives au miel en Algérie est :

- L'addition de sirops saccharés.
- La vente de "miel d'industrie" comme "miel".
- Les dénominations botaniques incorrectes.
- Les indications d'origine géographique trompeuses.

III. Propriétés polliniques des miels et identification des plantes butinées

Les sciences agronomique font appel à la palynologie dans plusieurs domaines et tout particulièrement dans l'apiculture .C'est au XVII^{ème} siècle que les naturalistes commencèrent à s'intéresser au rôle joué par le pollen dans la ruche et que les premières observations contenues dans les miels furent faites vers la fin du XIX^{ème} siècle c'est en effet à cette époque qu'on s'est aperçu que le miel contient toujours des grains de pollen en suspension (**Louveaux ., 1996**).

Ces éléments figurent identifiable au microscope et apportent de précieuses informations sur l'origine des miels On y trouve toujours des grains de pollen appartenant à la plante visitée (**Defer et Suc., 2003**).

Enfin, si l'on prélève aseptiquement dans les rayons du miel ou du nectar fraîchement entreposé, la présence du pollen des plantes les plus visitées du moment peut y être mise en évidence (**Louveaux., 1968**).

D'après l'organisation **O.P.I.D.A** (Office Pour l'Information et la Documentation en Apiculture) dans la fiche **ECHAUFFOUR/F61370** on peut dire que le pollen constitue une véritable "carte d'identité" de la plante considérée d'aspect pulvérulent, au couleur variées, c'est en réalité une substance aux structures extrêmement complexes mais qui ne peuvent être observées qu'au microscope.

Les pollens sont de très petits grains, pas plus de quelques micromètres de diamètre, qui servent à la reproduction des plantes à fleurs. Ils sont produits par les organes mâles de la fleur, les étamines, au niveau de leur partie terminale, nommée l'anthere (**Prost., 2007**).

D'après **Donadiou (1982)** il y'a autant de pollens différents qu'il y'a de fleurs différentes de forme sphérique ou ovoïde plus ou moins déformée, un grain de pollen mesure de 2,5 à 220 microns (millième de millimètre) selon les espèces de fleur dont il est issu avec une taille fréquente qui oscille entre 20 et 40 microns.

La présence de grains de pollen dans le miel en plus ou moins grande quantité est un phénomène remarquablement constant. On ne connaît pratiquement pas de miels naturels dépourvus de pollen (**Louveaux., 1968**).

Le miel reste cependant un produit naturel, les abeilles des animaux semi sauvages. Il est impossible de donner l'ordre à une abeille de ne pas aller butiner le trèfle ou le pissenlit qui se trouve à quelques mètres de là. On ne peut pas non plus enfermer les abeilles avec une clôture. C'est pour cela qu'un miel ne contient jamais 100 pour 100 de miel d'une seule et même fleur (**Belval., 2004**).

L'abeille ; Cet insecte pollinisateur importe des grains de pollen dans sa production. Pris dans le miel, ces éléments peuvent être étudiés. Ils apportent de grandes précisions sur les espèces visitées par l'abeille, donc sur l'origine du miel et sur la composition de la flore d'une région donnée (**Pigache., 1998**).

III.1. Origine du pollen présent dans les miels

Lorsque l'abeille récolte le nectar des fleurs, elle entre plus ou moins complètement en contact, non seulement avec les nectaires, mais avec la plupart des pièces florales et notamment les anthères. Selon la morphologie des fleurs visitées ce contact peut intéresser différentes parties du corps de la butineuse, mais il aboutit régulièrement à marquer les gouttelettes de nectar par quelques grains de pollen de la plante visitée (**Louveaux., 1996**).

Avant même le passage de l'abeille il peut commencer à tomber du pollen mûr dans le nectar lorsque la morphologie des fleurs s'y prête. Il s'agit là d'un véritable marquage car les grains de pollen associés au nectar vont le suivre dans le jabot de la butineuse, dans les cellules du rayon puis dans le miel extrait. On peut se convaincre de plusieurs façons de la réalité du phénomène. Si l'on prélève au moyen de micropipettes le nectar des fleurs, on constate d'une façon très générale.

La présence de grains de pollen. Il en va de même si l'on examine au microscope le contenu du jabot des butineuses (**Louveaux., 1968**).

En visitant les fleurs, l'abeille entre en contact avec les anthères et s'y saupoudre de pollen mûr. Ce pollen se dépose à plusieurs endroits du corps, suivant la structure de la fleur et la façon dont l'abeille s'y introduit. En butinant sur *Salvia pratensis* et *Linaria vulgaris*, par exemple ; le pollen forme une tache jaune sur l'abdomen ou le thorax ; les trèfles (*Trifolium repens*, *Tr. pratense*) et la luzerne (*Medicago sativa*) déposent leur pollen dans la région du cou (*Fossa*) dans les fleurs de pissenlit (*Taraxacum officinale*), toute la surface du corps est saupoudrée de pollen, ce qui donne une couleur jaune orange aux abeilles rentrant à la ruche. Les pollinies des orchidées, qui se collent au front des abeilles, y restant souvent plusieurs jours sont si frappantes qu'on a cru souvent à une maladie (**Maurizio., 1968**).

L'abeille domestique transporte le pollen, façonné en deux petites masses arrimées sur la troisième paire de pattes, jusqu'à la ruche. Le processus de récolte du pollen et la formation des pelotes sont décrits comme suit ; Le corps entier, mais surtout l'appareil buccal et les trois paires de pattes prennent part à la récolte du pollen. Le processus se compose de deux phases. Dans la première, l'abeille s'installe dans la fleur, ou s'y suspend, travaillant les anthères de son appareil buccal, ce qui fait tomber de plus ou moins grandes quantités de pollen sur tout son corps. Dans la seconde phase, l'abeille s'élève au-dessus de la fleur, brosse le pollen de son toison et façonne les pelotes (**Maurizio., 1968**).

On a évoqué parfois la possibilité d'une pollution par les pollens atmosphériques pénétrant dans la ruche par le trou de vol. **Maurizio (1952)** a étudié cette éventualité, mais ses conclusions sont formelles. Une telle pollution ne peut être qu'accidentelle et beaucoup trop limitée pour pouvoir jouer un rôle (**Louveaux., 1968**).

III.2. Eléments de morphologie pollinique

De nombreuses caractéristiques permettent aux spécialistes d'identifier au microscope le type de pollen auquel on a affaire (**Donadieu., 1982**).

Les grains de pollen ont constitué un objet d'observation pour les premiers naturalistes qui au XVIII^{ème} siècle commencèrent à se servir d'un microscope. Ils constatèrent que les différentes plantes donnent des grains qui ont un aspect caractéristique de l'espèce (**Louveaux., 1995**).

L'analyse pollinique est un reflet fidèle des groupements végétaux de la région ; leurs formes varient énormément en fonction des espèces de plante, elles sont majoritairement ovoïdes (**Defer et Suc., 2003**).

Il existe une discipline qui se consacre à la seule étude des pollens présents dans les différents miels, sous le nom de « la méliissopalynologie ». Elle garantit un certain contrôle de la production de miels. En identifiant les pollens présents, on est en mesure de détecter d'éventuelles fraudes de fabrication. Par exemple, le miel étudié est donné comme miel d'acacia. Au cours de l'étude on retrouve des pollens de lavande. Il y a donc soit méconnaissance soit fraude (**Louveaux., 1996**).

III.2.1. L'analyse de la morphologie du Pollen

Certain grain de pollen sont très simple morphologiquement, d'autre son très complexe et peuvent compter un nombre très élevé de caractères structure du pollen permet alors d'identifier les espèces butinées et de typifier les miels (**Lobreau-Callen et Clement., 2004**).

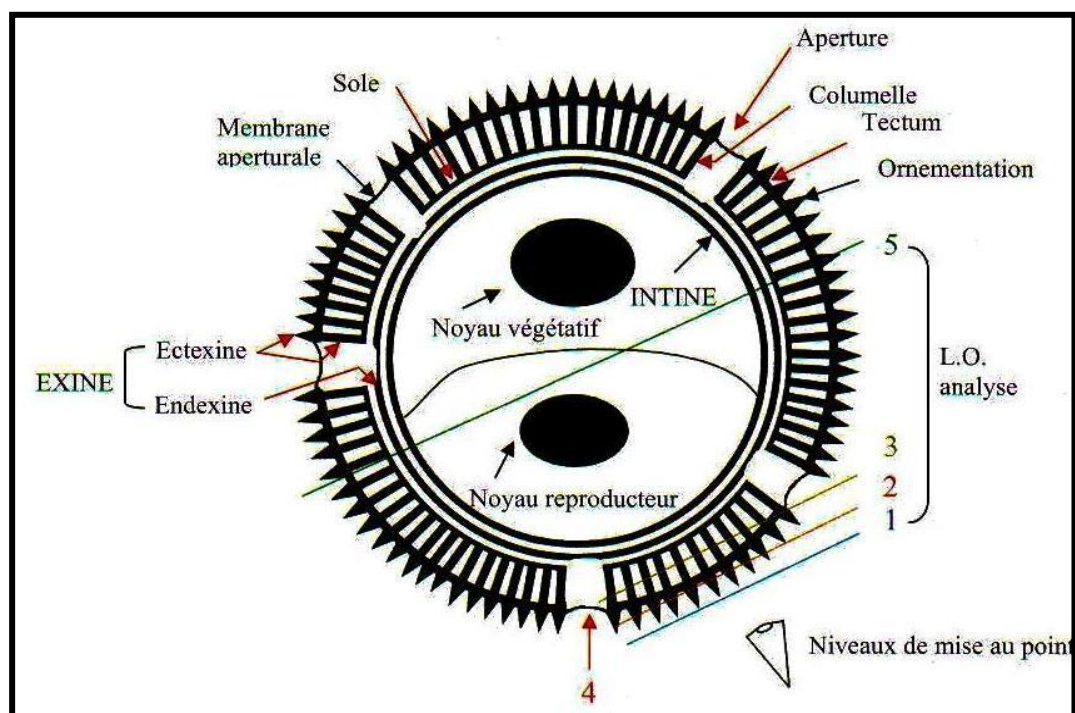


Figure 09 : Morphologie d'un grain de pollen mûr (**Defer et Suc 2003**)

D'après **Defer et Suc (2003)**, les grains de pollen possèdent trois particularités extraordinaires qui concernent leur enveloppe externe, l'exine :

- Le nombre élevé des caractères qui permettent de relier le grain de pollen à la plante qui l'a émis (le plus souvent identifiable au niveau du genre pour les arbres au niveau de la famille pour les herbes);
- Leur émission en très grandes quantités qui se prête aisément aux approches statistiques. Le reflet de la végétation ainsi obtenue étant plus ou moins représentatif ;
- Une très grande faculté de résistance aux agents chimiques ou biochimique hormis l'oxydation (**Defer et Suc., 2003**).

Au microscope photonique, l'examen du pollen se fait d'une part à travers la succession de plans de mises au point superficielles en interprétant la variabilité de brillance (on appelle cela la **L.O. analyse** : **L** = lumière, **O** = ombre) d'autre part au niveau de la mise au point sur tout le pourtour du pollen que l'on nomme la coupe optique. Les caractères révélés par le premier examen doivent être retrouvés dans le second plus synthétique. Cet examen souvent très détaillé informe précisément l'ornementation puis la structure interne de l'exine. De tels examens sont parfois complétés par la microscopie électronique à balayage qui renseigne essentiellement sur la surface du pollen et par la microscopie électronique à transmission qui livre, à partir de coupes très fines, la structure intime de l'exine (**Defer et Suc., 2003**).

III.2.2. Clé de détermination des grains de pollen

Il est indispensable, pour effectuer des analyses polliniques, de posséder de solides connaissances sur les différentes formes de pollen et la présence de pollens spécifiques dans le miel. Un instrument important et utile, en plus de la littérature et de recourir à une collection de préparations comparatives de pollens. Pour obtenir des résultats fiables, il faut s'attacher les services d'un expert en pollens, familiarisé avec la melissopalynologie (**NSDA2004, 2003**).

*MATERIEL
& METHODES*



L'objectif de notre étude est de réaliser des analyses physico-chimique et pollinique de quelques miels de différentes régions de l'Algérie, et, de démontrer leur pouvoir inhibiteur sur l'activité bactérienne entérique.

Il est utile de rappeler que l'intitulé et le travail lui-même ont été modifiés. Cette reformulation était nécessaire et motivée par le fait que les dispositions qui régissaient les stages durant le confinement imposé en raison de la pandémie au Covid19, ne nous ont pas permis de procéder aux manipulation microbiologiques. A cet effet, la reformulation a été adaptée aux analyses physicochimique et pollinique du miel. cette activité a été réalisée en Novembre 2019.

I. Matériel

I. 1. Lieu d'études

Les analyses physicochimique et pollinique du miel de notre étude ont été effectués au niveau de laboratoire d'Apiculture de la Division de Recherche en Productions Animales du CRP Mehdi Boualem, INRAA de Baraki (fig. 10), concernant les analyses bactériologiques, elles devaient être réalisées au niveau du laboratoire de microbiologie de l'université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana.



Figure 10: Laboratoire d'Apiculture de la Division de Recherche en Production Animale de l'INRAA.

I. 2. Matériel Biologique

I. 2.1. Le miel

A) Origine des échantillons du miel

Notre étude a porté sur 06 échantillons de miel, de trois régions géographiques de l'Algérie à savoir : Djelfa, Boussada, Bejaia, Tizi ousou (fig. 11).



Figure 11 : Echantillons de miel analysés

Un code a été attribué à chaque échantillon, dans le but de faciliter leur manipulation durant les différentes analyses au laboratoire, comme le montre le suivant.

Tableau VI : Codification des échantillons étudiés.

Echantillons	Régions de récolte	Date de récolte	Origine florale supposée
Ech 1	Djelfa	Juin 2019	miel Jujubier
Ech 2	Boussada	Juillet 2019	miel d'Euphorbe
Ech 3	Bejaia	Octobre 2018	miel de Foret
Ech 4	Djelfa	Juin 2019	miel de Harmel
Ech 5	Azeffoun	juin 2018	miel toutes fleurs
Ech 6	Tizi Ouzou	juillet 2018	miel d'Eucalyptus

B) Conditions de stockage

Les miels sont, dès leur réception au niveau de laboratoire, stockés dans des boîtes hermétiquement fermées, à l'abri de la lumière et à une température ambiante.

I. 3. Matériel Biologique

Les appareils utilisés: Spectrophotomètre ; Bain-marie ; Refractomètre ; Balance ; pH mètre ; Agitateur magnétique ; Centrifugeuse ; Conductimètre ; Microscope optique ; Etuve ; Autoclave ; Bec benzen.

Les produits chimiques utilisés : dans le cadre de notre travail sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau VII : Produits chimiques utilisés

Solvant et réactifs	Constitution des solutions	Milieu de culture
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solution NaOH (1N) ; ▪ Gélatine glycinée ; ▪ Solution Carrez I ; ▪ Solution de Carrez II ; ▪ Solution de ninhydrine ; ▪ Eau physiologique ; ▪ Eau acidulée à 5 %. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solution Carrez I L'hexacyanoferrate de potassium, $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$, eau distillé. ▪ Solution Carrez II Acétate de zinc, eau distillée. ▪ Solution de bisulfite (0.2g /100 ml) Sulfite d'hydrogène de sodium $NaHSO_3$, eau distillée. ▪ Eau acidulée à 5% Acide sulfurique, eau distillée. ▪ Gélatine glycinée Gélatine, eau distillée, glycérine pure, acide phénique cristallisé. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Milieu Mueller-Hinton ; ▪ Bouillon nutritive.

Les outils utilisés : Pincés, Spatules, Verrerie, Papier Filtre, Lames et Lamelles, Micropipette, Bécher, Eprouvette graduée, Pipette pasteur, Moules et Support de lames, Bécher, support des lames, Passoire, Papier filtre.

Les programmes informatiques utilisés :

- XLSTAT 2017
- Excel 2010 de *Microsoft*
- Axio Vision 4.8 de *CARL ZEISS*

II. Méthodes d'études

II.1. Analyses physico-chimiques

II.1.1. Teneur en eau (Norme Algérienne NA 19410 2018)

La méthode est basée sur la relation entre l'indice de réfraction et l'humidité, en effet il est admis que l'indice de réfraction augmente avec l'augmentation du taux de solide soluble, il est donc inversement proportionnel au taux d'humidité.

A) Préparation de l'échantillon

Homogénéiser le miel, l'échantillon correctement préparé est mis dans un petit flacon, ce dernier est correctement fermé puis placé dans un bain à 50°C ($\pm 0,2^\circ$) jusqu'à disparition totale des cristaux de sucre. Refroidir jusqu'à ce que le miel retourne à la température ambiante puis bien mélanger avant de le mettre sur le prisme du réfractomètre.

B) Détermination

Le prisme du réfractomètre est convenable et délicatement nettoyé avec de l'eau distillée et bien séché. Le bain à circulation réglé à 20°C est branché au réfractomètre, jusqu'à équilibre des températures. (Un thermomètre est placé pour contrôler la température). Directement après homogénéisation du miel couvrir la surface du prisme par une goutte de miel exempte de cristaux, laisser s'équilibrer les températures pendant 2 min, puis lire l'indice de réfraction à 0,0001 chiffre près.

Faire deux répétitions et prendre la moyenne de la lecture pour extraire l'humidité de la table de Chataway (Annexe 01), si la lecture se trouve entre 2 valeurs du tableau, faire une interpolation.

Note : Cette procédure décrit la méthode de mesure simultanée du pH et de l'acidité libre de miel. Elle s'applique à tous les types de miel (Norme Algérienne NA 19410 2018).

II.1.2. Acidité libre et pH (méthode par titrage jusqu'à pH 8.3)

A) Préparation de l'échantillon

Homogénéiser le miel. Dissoudre 10 g de miel dans 75 ml d'eau distillée dégazée (20°C) dans un bécher de 250 ml. Une agitation convenable est assurée par le barreau magnétique, puis l'électrode de pH mètre y est immergée, le pH est ainsi enregistré avec deux décimale. Garder l'électrode dans le bécher pour la suite de l'expérimentation.

B) Détermination de l'acidité libre

La solution précédemment citée, est titrée avec de NaOH (0,1N) jusqu'au pH de 8,3, le volume enregistré, mesuré à 0,20 ml près, servira au calcul de l'acidité libre. Le titrage doit se faire en continu et ne doit pas dépasser 2 min au risque de fausser le résultat par la comptabilisation de l'acidité liée. L'acidité libre sera calculée comme suit :

$$\text{Acidité libre (meq/Kg)} = V \times 10$$

Où V : volume de titrage (ml) et 10 : 0,1 (Normalité) * 100 (facteur pour rapporter les résultats à 1 kg de miel)

II.1. 3. Conductivité électrique (Norme Algérienne NA 19410 2018)

La conductivité électrique d'une solution de 20 g de matière sèche de miel dans 100 ml d'eau distillée est mesurée en utilisant une cellule de conductivité électrique. La détermination est basée sur la mesure de la résistivité électrique qui est une notion réciproque de la conductivité. La méthode est basée sur le travail original de VORWHOL.

A) Préparation de l'échantillon

Homogénéiser le miel, dissoudre dans un bécher l'équivalent de 20 g de matière sèche de miel dans l'eau distillée puis les transvaser quantitativement dans une fiole de 100 ml et compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée. Si nécessaire, pour utiliser une plus faible quantité de miel une solution 1/5 (poids/volume) est préparée.

B) Détermination

Prendre 40 ml de la solution et la mettre dans un bain Marie à 20°C. Rincer l'électrode avec le reste de la solution, puis immerger l'électrode dans la solution de miel et lire la conductivité électrique à l'équilibre en mS.cm^{-1} ou $\mu\text{S.cm}^{-1}$.

- ✓ Pour éviter les phénomènes de polarisation, le temps de lecture doit être le plus court possible.
- ✓ Corriger la lecture si la température de la solution est différente de 20°C, pour les $T > 20^\circ\text{C}$
- ✓ soustraire 3,2 % de la valeur de CE par °C, pour $T < 20^\circ\text{C}$ rajouter 3,2 % de la valeur de CE par °C.
- ✓ Pour éviter l'influence de conductivité de l'eau distillée, mesurer toujours la conductivité de cette dernière, elle ne doit pas dépasser 4 à 6.

C) Expression des résultats

Les résultats sont exprimés à $10 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ près ($0,01 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$).

II.1.4. Teneur en Hydroxyméthylfurfural (HMF) (Norme Algérienne NA 19410 2018)

Cette procédure décrit la méthode de mesure de l'hydroxyméthylfurfural (HMF) par spectrophotométrie dans l'UV, elle est appelée méthode de White. Elle s'applique à tous les types de miel.

La mesure de la teneur en HMF est basée sur la détermination de l'absorbance spécifique de la molécule à 284 nm ; pour cela on détermine la différence entre l'absorbance d'une solution de miel claire (échantillon) et celle de la même solution contenant de bisulfite de sodium (blanc de lecture) qui a pour rôle de détruire l'hétérocycle de l'HMF. Cette méthode est basée sur le travail original de White (1979).

A) Détermination

Peser 5 g de miel Homogénéisé à 0,01gr près dans un bécher de 50 ml. Dissoudre dans 25 ml d'eau distillée et transférer cette quantité dans une fiole jaugée de 50 ml. Ajouter 0,5ml de la solution de Carrez I et mélanger. Ajouter 0,5ml de la solution de Carrez II et mélanger puis compléter jusqu'au trait avec de l'eau distillée (une goutte d'éthanol peut être ajoutée pour éliminer la mousse). Filtrer la solution en utilisant un papier filtre et en jetant la première dizaine de ml du filtrat. Pipeter 5 ml de la solution filtrée dans deux tube à essais (18×150 mm). Dans le premier tube, ajouter 5 ml d'eau distillée et mélanger (solution, échantillon). Dans le second tube ajouter 5 ml de la solution de bisulfite (0,2 %) et homogénéiser (solution de référence) (fig. 12). La dilution de l'échantillon et de la référence est effectuée comme montré dans le tableau suivant :

Tableau VIII: Préparation de l'échantillon et du blanc pour la mesure du HMF.

Ajouts au tube à essai	Solution échantillon	Solution de référence
Solution de miel filtrée (ml)	5	5
Eau distillée (ml)	5	0
Solution de bisulfate de sodium (0,2%) (ml)	0	5

On détermine l'absorbance de la solution échantillon contre celle de référence à 284 et 336 nm dans des cellules en quartz (10 mm) au plus tard dans l'heure qui suit la préparation.

Si la valeur de l'absorbance à 284 nm dépasse la valeur de 0,6 ; on dilue, dans les mêmes proportions, la solution échantillon avec de l'eau distillée et la solution de référence avec du bisulfite de sodium. Ceci est dans le but d'obtenir une absorbance suffisamment faible pour la mesure photométrique. Les résultats de l'HMF sont exprimés en mg/kg à une décimale près.

Si une dilution D est nécessaire, elle est calculée par : $D = \text{volume final de la solution diluée} / \text{volume initial de la solution du miel utilisé pour la dilution}$.

B) Expression des résultats

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

Où :

A₂₈₄ : Absorbance à 284 nm.

A₃₃₆ : Absorbance à 336 nm.

D : Facteur de la dilution (si la dilution est nécessaire).

5 : Poids nominal de miel utilisé pour la méthode en g.

$149,7 = \frac{126 \times 1000 \times 1000}{16830 \times 10 \times 5}$ = constante de calcul (mg/kg) déduite de la loi de Beer Lambert

126 : Masse moléculaire du HMF

16830 : l'absorptivité molaire ϵ du HMF à $\lambda = 284$ nm

1000 : Conversion des grammes en milligrammes

1000 : Conversion de grammes de miel en kilogramme

10 : Conversion de 5 à 50 ml

5 : Masse théorique de l'échantillon de miel



Figure 12 : Les différentes étapes du dosage de l'HMF.

II.2. L'analyse pollinique (Von der Ohe et al. 2004)

10 g de miel (pesés à 0,1 g près) sont dissous dans 25 ml d'eau distillée, la solution obtenue est centrifugée pendant 10 min, et le liquide restant est séparé du sédiment par versement rapide. Pour une meilleure élimination des sucres du miel il est recommandé de reprendre le dépôt par 20 ml d'eau distillée, de le transvaser dans un tube à centrifugation et centrifuger à nouveau pendant 10 min, à l'aide d'une pipette on porte le culot d'une façon quantitative sur une lame où on le répartit sur une surface d'environ 20×20 mm. Après séchage sur une plaque chauffante (afin d'éliminer l'eau restante) quelques minutes, on verse une goutte de glycérine sur une lamelle puis on couvre la lame avec cette dernière, en dernier seller la lamelle avec du vernis.

A) Examen microscopique

L'examen au microscope est effectué à l'agrandissement qui est le plus apte à identifier les différents éléments dans les sédiments (400 X). Après une inspection générale de la lame pour vérifier sa lisibilité, une identification systématique par ligne est faite afin de déterminer les types et la densité des grains de pollen. L'identification et comptage des grains de pollen pour qu'il soit statistiquement représentatif doit se faire sur 5 lignes parallèles équidistantes (fig. 13) réparties uniformément d'un bord de la lamelle à l'autre, jusqu'à ce que 500 grains ou plus soient comptés. Si le compte n'est pas atteint, désigner cinq autres lignes et continuer le comptage. [AFNOR, 1982]

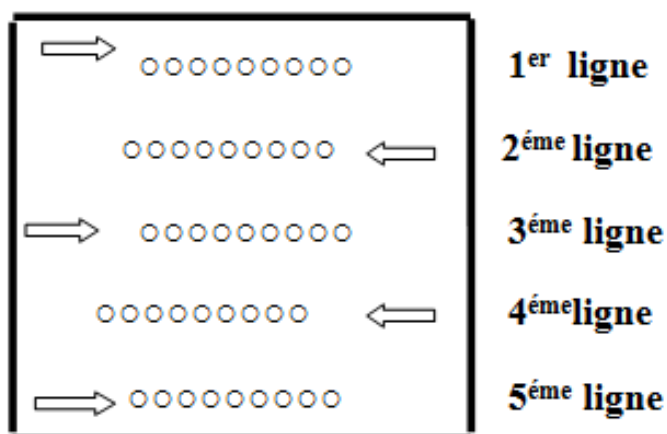


Figure 13: Organisation de lame pour un examen microscopique représentatif (AFNOR., 1982)

- Toute la quantité du sédiment doit être répartie sur une seule lame.
- Le but des deux lavages c'est d'enlever les sucres présents dans le miel.

- Le rôle de la glycérine c'est de mettre en suspension les pollens pour une bonne observation.

L'analyse microscopique nous indique tous les sédiments présents sur la lame (pollen, débris de plante, débris d'insecte et de sable ainsi que les pollens non identifiés) (fig. 14). Pour l'identification de l'origine florale on ne compte que les pollens des espèces nectarifères et les pollens non identifiés, le pourcentage de chaque espèce est calculé comme suit :

$$\frac{\text{nombre de pollen de chaque espèce}}{\text{nombre total des pollens}} \times 100$$

Pour classer les pollens de chaque espèce (dominant, rare, isolé important), l'observation doit porter sur 500 à 1200 grains.

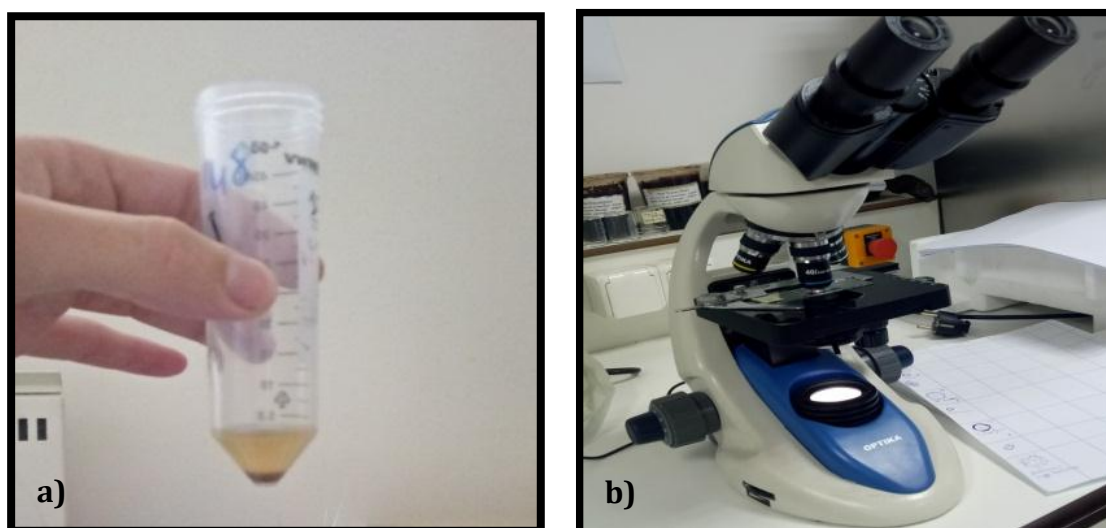


Figure 14: Lecture des résultats a) Solution du miel après centrifugation (dépôt d'culot), b) Observation des pollens au microscope optique

II.3. Etude statistique :

L'analyse statistique a été réalisée avec XLSTAT. Pour chaque série d'analyse, la moyenne et l'écart type sont calculés. Les paramètres statistiques sont donnés par les relations suivantes :

$$\text{Moyenne} = \frac{\sum x_i n_i}{N}$$

$$\text{Ecarttype} = \sqrt{\delta^2}$$

- ✓ ni : désigne la fréquence.

- ✓ x_i : la valeur individuelle.
- ✓ N : effectif.

La variance δ^2 : est la moyenne des carrés des écarts types entre les valeurs de l'échantillon et la moyenne arithmétique

$$\delta^2 = \frac{\sum n_i(x_i - x_a)^2 + \sum n_i(x_i - x_b)^2}{(Na - Nb) - 2}$$

$$SEM = \frac{Ecarttype}{\sqrt{N - 1}}$$

$N-1$: désigne le degré de liberté (ddl)

$$t = \frac{Xa - Xb}{\sqrt{\delta^2 / Na + \delta^2 / Nb}}$$

Pour une ddl de $(Na + Nb) - 2$ et à 5% d'erreur, la valeur de t nous donne le degré de signification P , la différence entre deux moyennes est :

- ✓ Peu significative si $P < 0,05$ (*).
- ✓ Significative si $P < 0,01$ (**).
- ✓ Très significative si $P < 0,001$ (***)).
- ✓ Hautement significative si $P < 0,0001$ (****).

*RESULTATS &
INTERPRETATIONS*



II. Résultats et Discussion

II.1. Résultats globaux des analyses physico-chimiques de qualité

Les paramètres physico-chimiques les plus importants ont été mesurés pour les six échantillons de miel à savoir : l'humidité, la conductivité électrique, pH, l'acidité libre et l'HMF.

II.1.1. Teneur en eau (Humidité)

Les résultats de la teneur en eau, sont représentés sur la figure 15.

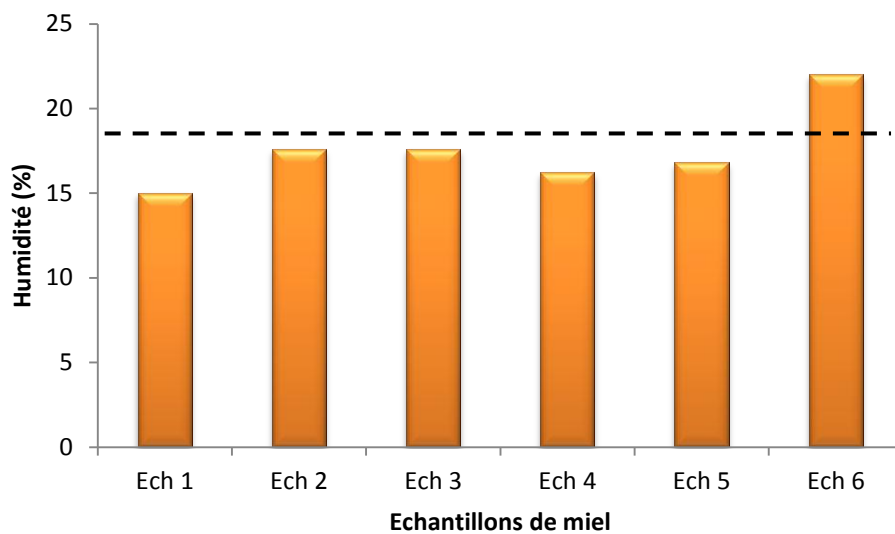


Figure 15 : Valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel étudiés.

Selon la Norme Algérienne NA 15304 (2016) inspirée du *Codex Alimentarius* les miels doivent avoir un taux d'humidité inférieur ou égal à 18 %. Notons par ailleurs que l'humidité des échantillons de miels Ech1, Ech2, Ech3, Ech4 et Ech5 sont aux normes, ceci va dans le sens où les conditions pédoclimatiques (chaleur, humidité relative basse) favorisent le bon murissement et donnent des miels très peu humides ce qui favorise une longue conservation. De ce fait ils ne subissent pratiquement pas de fermentation s'ils sont stockés dans de bonnes conditions.

En général, les miels jujubier d'Algérie ont des seuils d'humidité assez faible allant de 14 à 16 % ce qui élimine le risque de fermentation et leurs assure de bonne aptitude à la conservation (Haderbache et Kabli., 2019) c'est le cas de l'Ech1 (miel de jujubier) avec une humidité à 15%.

Contrairement à l'échantillon Ech 6 récolté dans la région de Tizi-Ouzou qui représente la plus forte teneur en eau (22%). Cette valeur dépasse les limites normales préconisées Norme

Algérienne NA 15304 (2016) inspirée du *Codex Alimentarius*. Ceci peut être expliqué par la récolte du miel avant sa maturité complète dans les alvéoles, ou par l'extraction de ce miel dans un endroit humide ou dans une région où le taux d'humidité est très élevé. Etant donné que le miel est très hygroscopique.

II.1.2. Conductivité électrique

Les résultats de la conductivité électrique, sont représentés sur la figure 16.

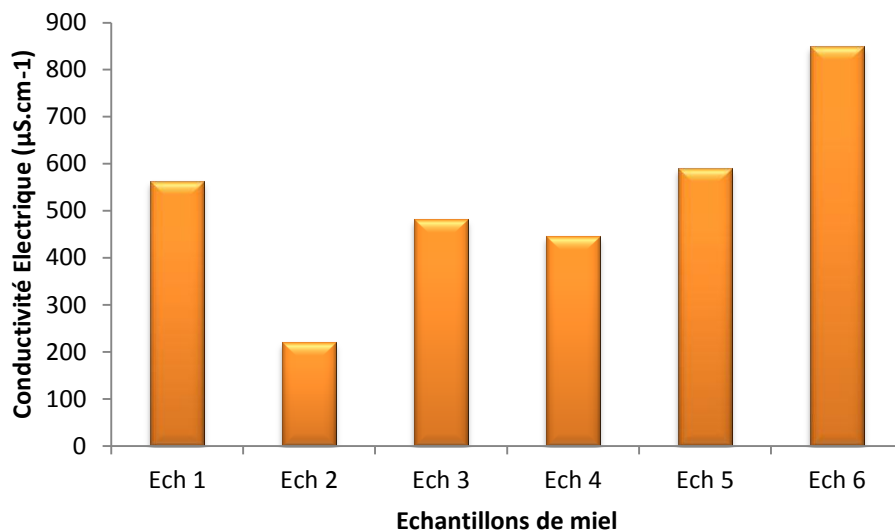


Figure 16 : Valeurs de la conductivité électrique des échantillons de miel étudiés

Selon les normes algériennes NA 15304 et le *CODEX-ALIMENTARIUS* (1993)

- Les miels de nectar doivent avoir une conductivité électrique qui ne dépasse pas les 800 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.
- Les miels de miellat et mélanges (nectar-miellat) une conductivité électrique pas moins de 800 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

La conductivité électrique nous renseigne sur la richesse en minéraux et aussi en acide et toutes les entités susceptibles de conduire le courant électrique.

D'après Chakir et *al.* (2011) la conductivité électrique des miels de jujubier a une moyenne de 654 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, l'Ech1 a une conductivité électrique de 563 ce qui confirme son origine botanique (jujubier).

Les échantillons Ech2, Ech3, Ech4, Ech5 et l'Ech6 représentent des valeurs inférieures à 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ce qui démontre que ce sont des miels d'origine nectarifère. Par contre le miel Ech4

qui représente une conductivité de $850 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ est considéré comme un miel d'origine mixte où le nectar est dominant.

II.1.3. Le potentiel hydrogène (pH)

Les résultats des pH des quatre échantillons de miel, sont représentés sur la figure 17.

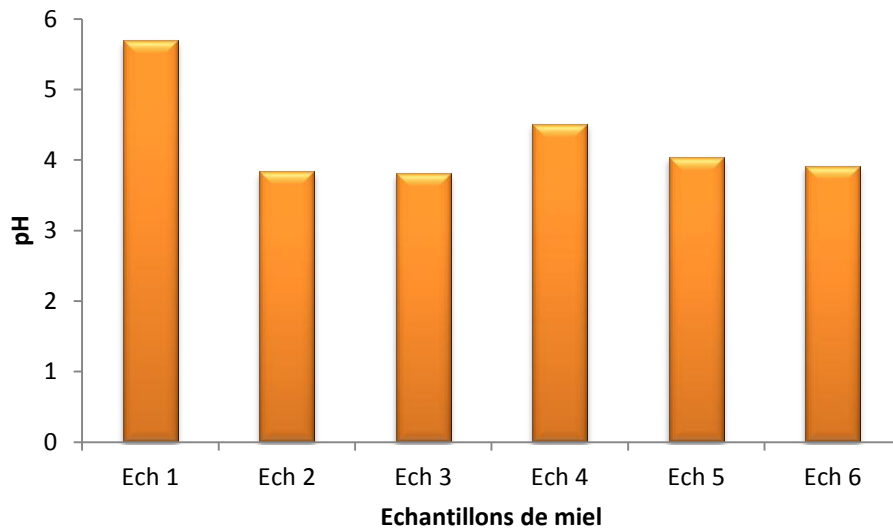


Figure 17 : Valeurs de pH des échantillons de miel étudiés.

Selon Zerrouk et *al.* (2017) le pH varie entre 3,0 et 4,5 dans les miels de nectar et il est supérieur à 5 dans ceux du miellat.

D'après les résultats nous remarquons que l'éch1 (miel de jujubier) présente un pH de 5,7 c'est à dire supérieur à 4,5. C'est une valeur spécifique aux miels de jujubier. Ce type de miel est légèrement acide malgré qu'il soit un miel de nectar.

Concernant, les Ech2, Ech3, Ech4, Ech5 et Ech6 leurs pH oscillent entre 3,92 et 4,51. Nous pouvons ainsi dire, que nos échantillons présentent vraisemblablement une origine nectarifère.

II.1.4. Acidité libre

Les résultats de l'acidité libre, sont représentés sur la figure 18.

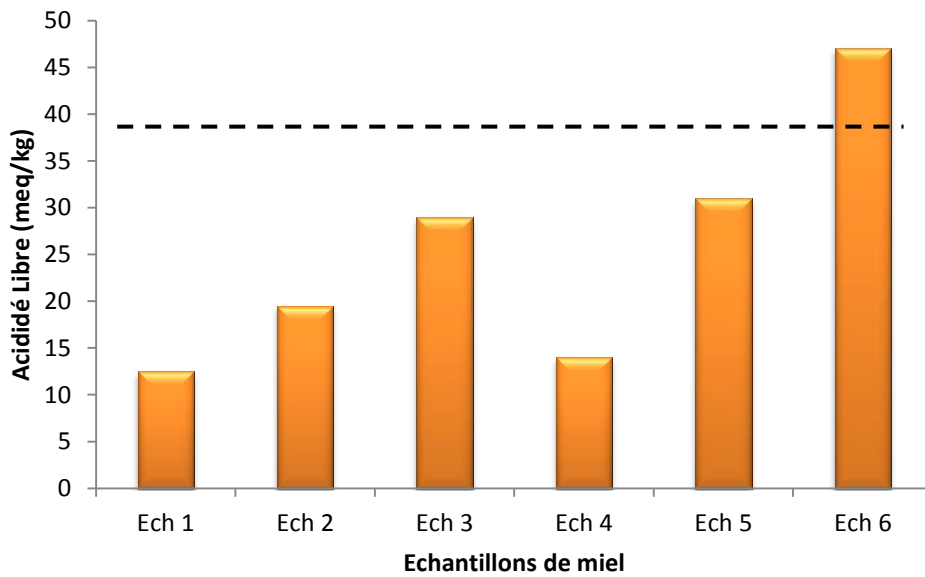


Figure 18 : Valeurs de l'acidité libre des échantillons de miel étudiés.

Selon les normes algériennes NA 15304, l'acidité libre des miels de nectar doit être inférieure à 40 meq/Kg et inférieure à 50 meq/kg pour les miels de miellat.

Les résultats obtenus présentent des valeurs d'acidité qui varient entre 12,5 et 47 meq/Kg pour les miels analysés. la valeur de 12,5 pour l'Ech 1 (Miel de jujubier), (valeur très basse) elle confirme les résultats trouvés par Haderbache et *al.* (2013) qui montrent que le miel de jujubier se différencie des autres miels de nectar avec un taux bas d'acidité libre.

Concernant, L'échantillon Ech6, présente une valeur qui est un peu élevée (47 méq /kg), cette valeur peut être expliquée par son vieillissement.

II.1.4. Teneur en Hydroxymethylfurfural (HMF)

Les résultats du taux de l'HMF, sont représentés sur la figure 19

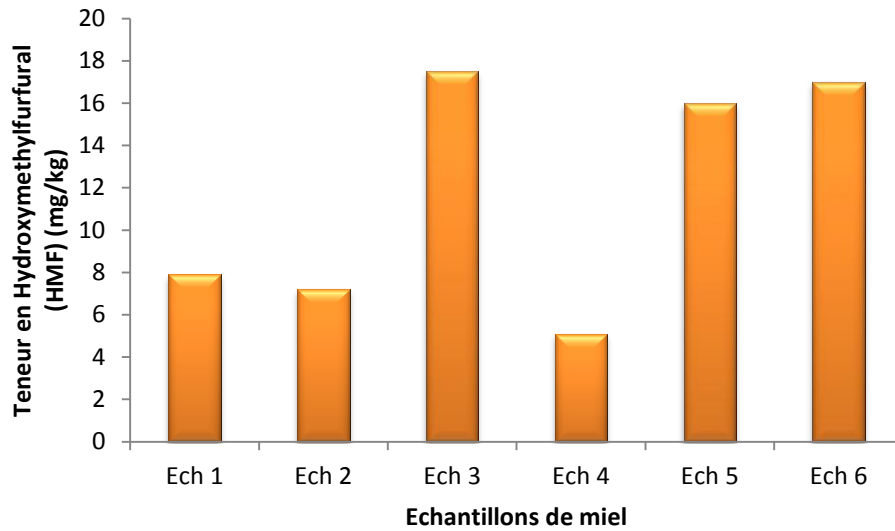


Figure 19 : Valeurs des taux d’HMF des échantillons analysés.

Selon le *Codex Alimentarius*(1993) et la norme nationale (NA 15304) la teneur en HMF ne doit pas dépasser 40 mg/kg pour les miels mis en marché et 20 mg/kg pour les miels fraîchement récoltés.

Les échantillons étudiés présentent un taux d’HMF qui varie entre 7,2 et 17,5 mg/kg, ces résultats sont assez éloignés de la valeur limite du Codex (40 mg/kg), ce qui signifie que les miels testés sont frais et conformes à la norme.

II.2. Résultats de l’analyse pollinique

La confirmation de l’origine florale des différents types de miel testés est assurée par l’analyse pollinique selon les critères du tableau selon les recommandations de Von der Ohe et *al.* (2004)

Tableau IX : Classification du pollen en fonction de son pourcentage (Saida et Fthia., 2014)

Pourcentage de pollen	>500 pollens
>45%	Pollen prédominant
16-45%	Pollen d’accompagnement
4-15%	Pollen important isolé
<3%	Pollen isolé

II.2.1. L'échantillon Ech1(Jujubier).

L'analyse pollinique de l'échantillon Ech1, montre la présence de 10 taxons différents de pollen nectarifère avec un total de 1381 grains (fig : 20).

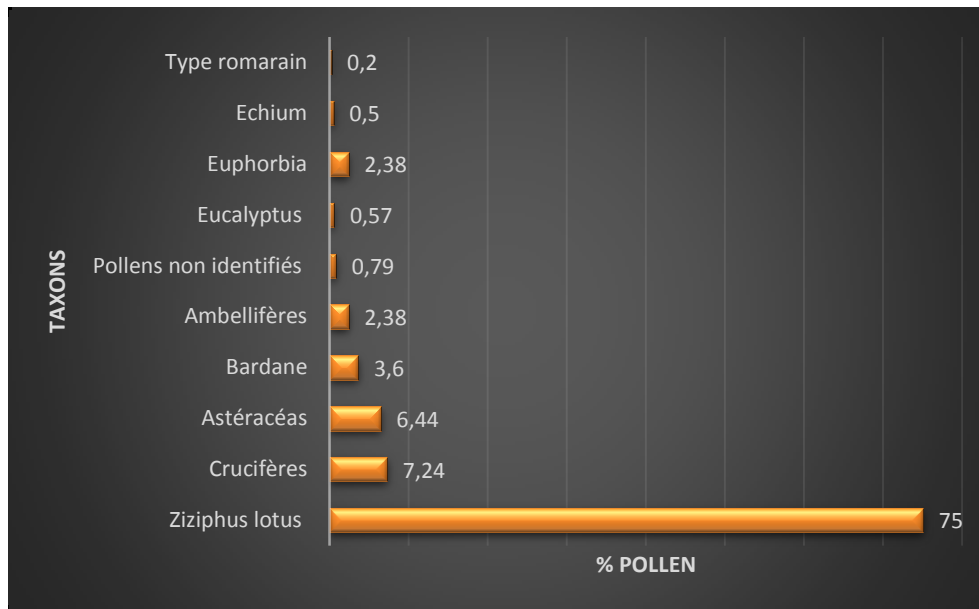


Figure 20 : Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech1 (Jujubier).

Le pollen de jujubier (*Ziziphus lotus*) est représenté avec un pourcentage de 75%, donc c'est un pollen prédominant (fig : 21).

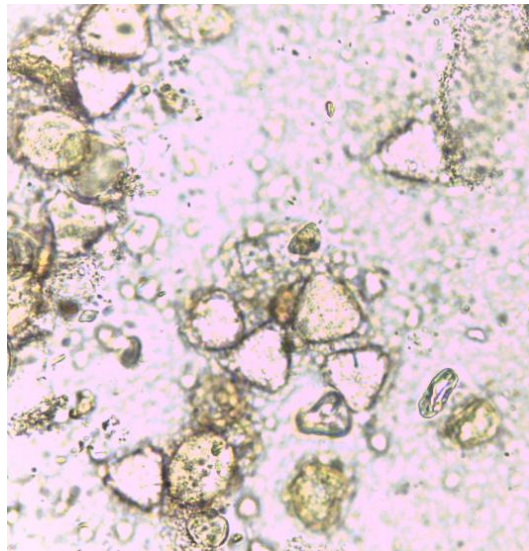


Figure 21 : Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 1 (g×40)

Les pollens de Crucifères et d'Astéracées sont représentés par un pourcentage de 7,24% et 6,44% respectivement. Ces derniers sont des pollens importants isolés.

Tous les pollens restant, à savoir ceux de bardane, ombellifères, eucalyptus, euphorbe, echium, type romarin, sont des pollens isolés.

Grace à cette analyse pollinique nous avons pu confirmer l'origine botanique supposée de cet échantillon qui est **un miel mono floral de jujubier à 75%**.

II.2.2. L'échantillon Ech2 (miel d'Euphorbe)

L'analyse pollinique de l'échantillon Ech2, montre la présence de 10 taxons différents de pollen nectarifère avec un total de 1020 grains (fig : 22).

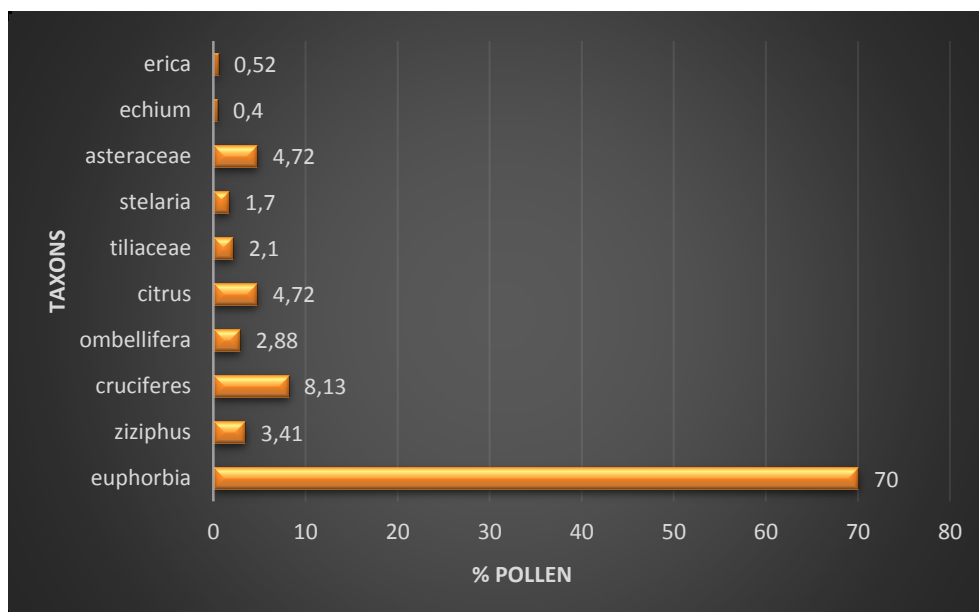


Figure 22 : Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech 2 (miel d'Euphorbe).

Le pollen d'euphorbe représente 70%, c'est le pollen prédominant, pour les pollens des *Zizyphus*, *Crucifères*, *Citrus* et *Asteraceae* ce sont des pollens importants isolés.

En ce qui concerne les autres pollens, on considère que c'est des pollens isolés car ils sont représentés à moins de 3%.

L'analyse pollinique a confirmé l'origine botanique supposée de ce miel qui est un miel mono floral d'Euphorbe à 70% (fig : 23).

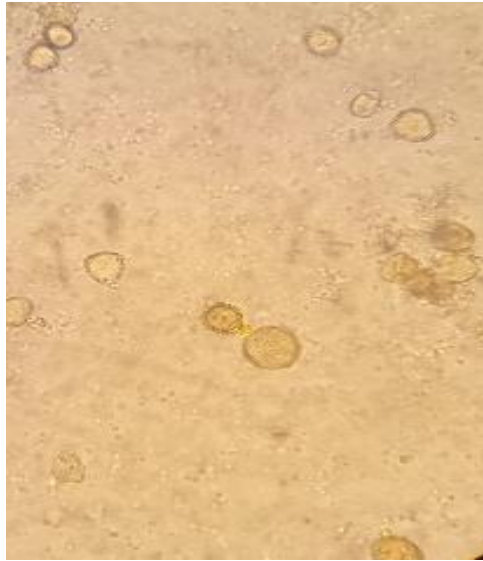


Figure 23 : Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 2 (g×40)

II.2.3. L'échantillon Ech3 (Miel Toutes fleurs).

L'analyse pollinique de l'échantillon Ech3, montre la présence de 06 taxons différents de pollen nectarifère avec un total de 1245 grains (fig : 24).

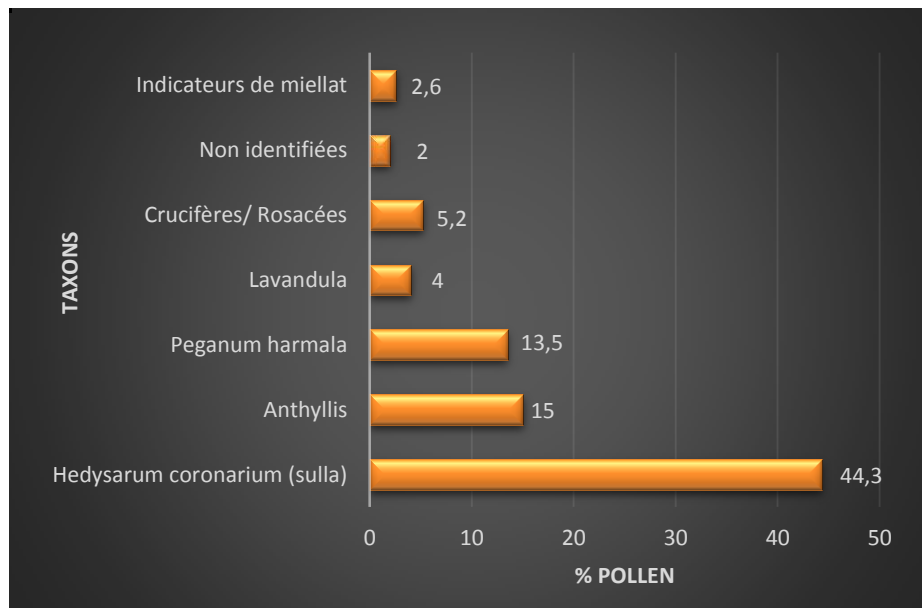


Figure 24 : Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech 3 (Miel Toutes fleurs).

La lame très riche en pollen (fig : 25), elle ne présente aucun film protéique, le miel ne présente aucun signe de fermentation.

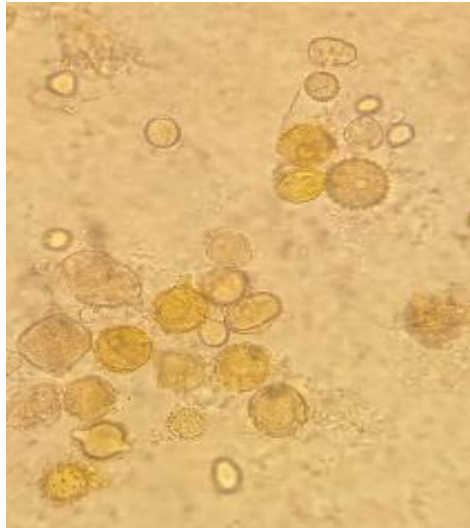


Figure 25 : Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 3 (g×40)

Le pollen d'*Hédysarum coronarium* (sulla) est présent avec une fréquence relative de 44,3% et le pollen du pollen d'*Anthyllis* et présent avec un taux de 15%, cette configuration nous permet de classer ce miel dans les miels multi floraux.

II.2.4. Echantillon Ech4 (miel de Harmal)

L'analyse pollinique de l'échantillon Ech4, montre la présence de 03 taxons différents de pollen nectarifère avec un total de 1245 grains (fig : 26).

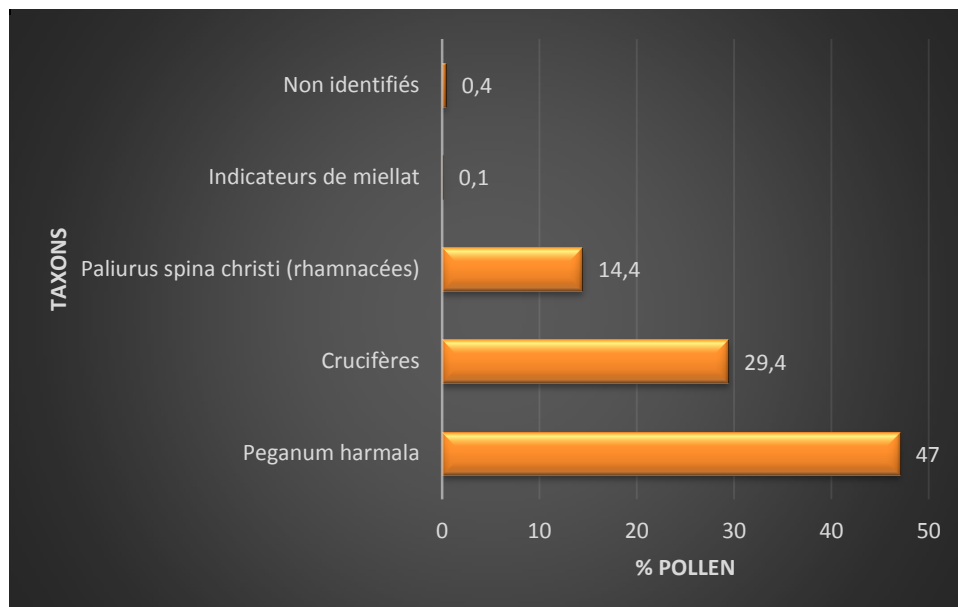


Figure 26: Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech 4 (miel de Harmal)

La lame observée de l'échantillon Ech6 est très riche en pollen (fig : 27), le pollen du *Peganum harmala* (Haraml) a 47% ce qui indique que c'est le pollen dominant.

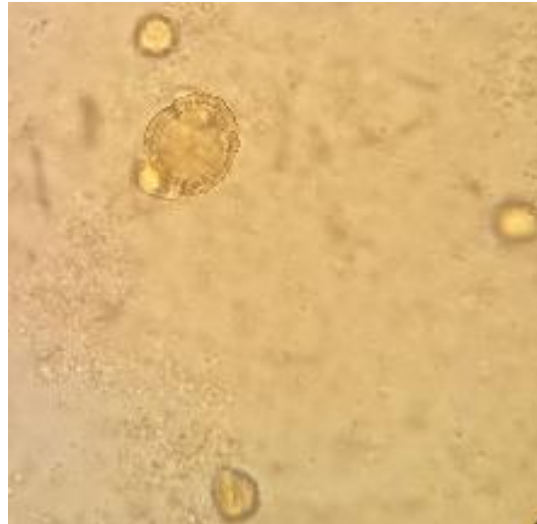


Figure 27: Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 4 (g×40)

En ce qui concerne le pollen des Crucifères et celui des Rhamnacées, ils sont représentés par 29,4% et 14,4 % respectivement, ce sont des pollens fréquents.

Les autres espèces présentent un pourcentage en pollen qui varie entre 0,1 et 0,4, ce sont donc des pollens très isolés.

Cette analyse a confirmé que c'est un miel de Harmal.

II.2.5. Echantillon Ech5 (miel d'eucalyptus)

L'analyse pollinique de l'échantillon Ech5, montre la présence de 12 taxons différents de pollen nectarifère avec un total de 4850 grain (fig : 28).

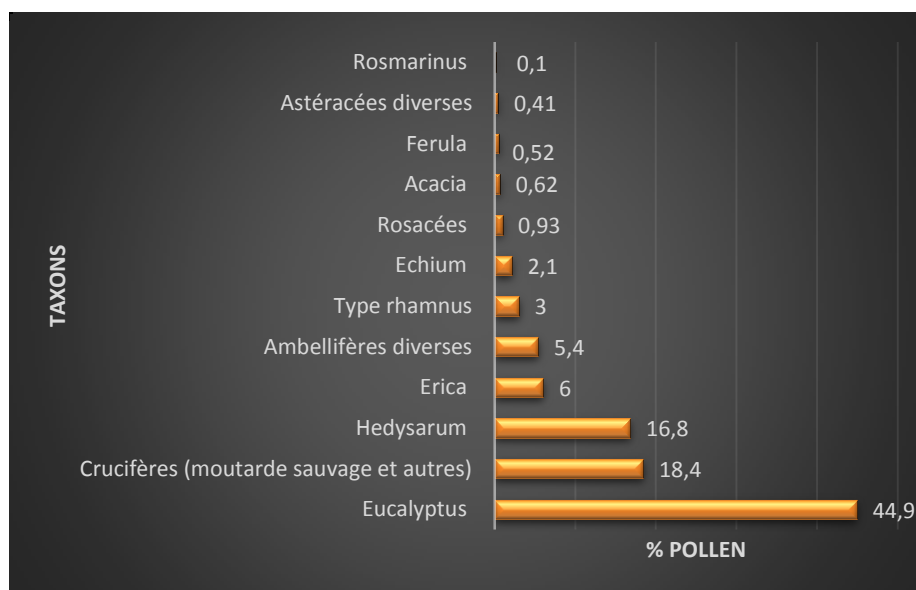


Figure 28 : Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech 5 (miel d'eucalyptus).

La lame observé est très riche en pollen (fig : 29), elle ne présente aucun film protéique ni d'indicateurs de miellat, ni de résidus minéraux. Le miel ne présente aucun signe de fermentation.

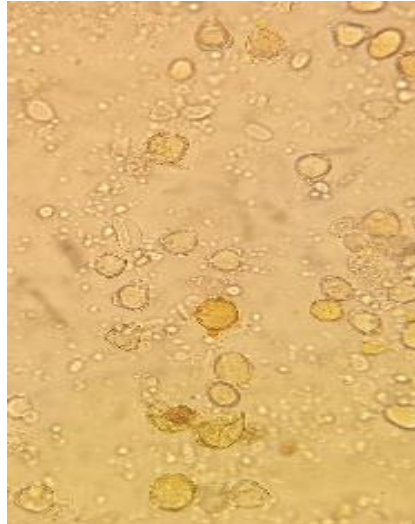


Figure 29: Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 5 (g×40)

Selon les pourcentages des familles de pollen, ce miel est un multifloral contenant de l'eucalyptus, car habituellement les miels d'eucalyptus sont surreprésentés et ne peuvent porter la mention « miel d'eucalyptus » qu'à partir de 90% de pollen d'eucalyptus.

II.2.5. Echantillon Ech 6 (Mélange nectar/miellat)

Pour cet échantillon, il n'y a pas de dominance au niveau des pollens (fig : 30).

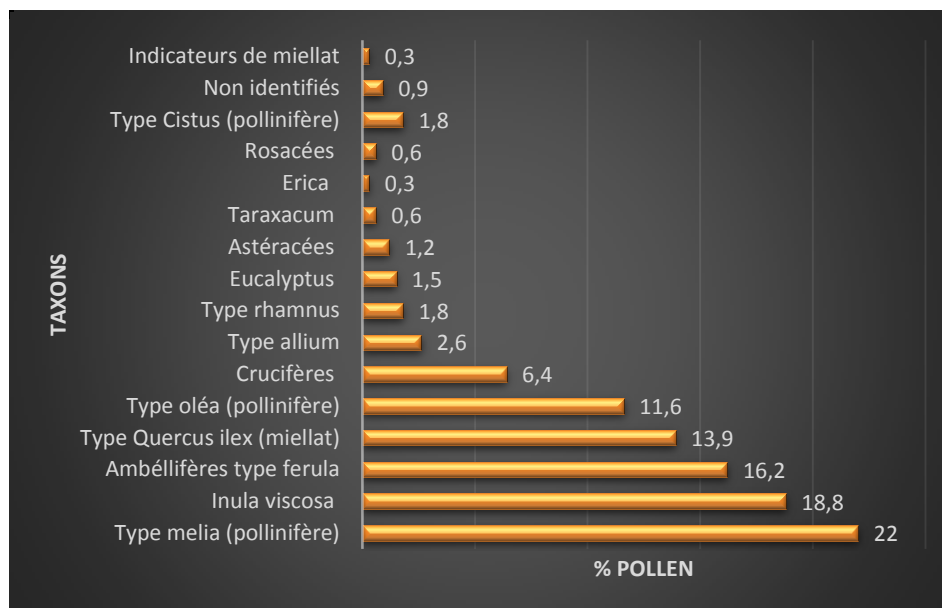


Figure 30 : Résultat d'analyses pollinique de l'échantillon Ech 6 (Mélange nectar/miellat).

La Lame observée de l'échantillon Ech6 est très riche en pollen (fig : 31), elle présente un épais film protéique avec un résidu minéral rappelant du sable. Le miel ne présente aucun signe de fermentation.

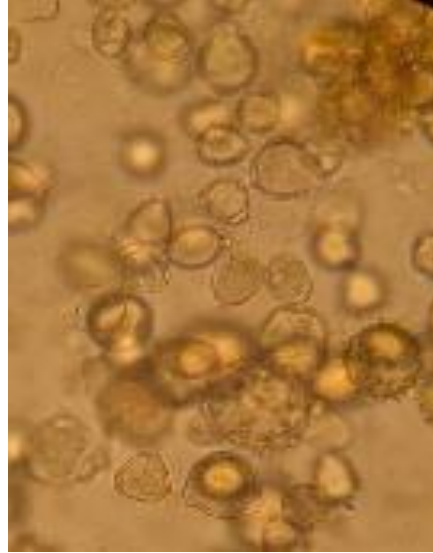


Figure 31 : Vue microscopique des grains de pollen du miel Ech 6 (g×40)

Selon les pourcentages et les familles de pollen présentes, ce miel présente les caractéristiques d'un mélange nectar/miellat.

II.3. Confirmation de l'origine florale

Les résultats de l'analyse pollinique nous permet d'identifier les différents types de pollen pour confirmer ou infirmer l'origine florale des échantillons de miel étudiés (Tab :X).

Tableau X : Confirmation de l'origine florale.

Echantillons	Origine florale supposée	Origine confirmé
Ech 1	miel Jujubier	Mono florale Jujubier
Ech 2	miel d'Euphorbe	Euphorbe
Ech 3	miel de Forêt	Toutes fleurs
Ech 4	miel de Harmel	Harmal
Ech 5	miel toutes fleurs	Eucalyptus
Ech 6	miel d'Eucalyptus	Mélange nectar/miellat

Contrairement à ce qu'il a été déjà signalé par les apiculteurs, les résultats des analyses polliniques obtenus montrent que l'échantillon Ech3 un miel multifloral (toutes fleurs) et non miel de forêt (absence d'indicateur de miellat), l'échantillon Ech6 est un mélange nectar/miellat et pas un miel toute fleurs. Par contre pour le miel Ech1, Ech2, Ech4 et Ech5 nous avons confirmés leurs origines données au départ par les apiculteurs.

L'étude des pollens récupérés par les abeilles nous permettent d'obtenir de précieux renseignements sur le mode d'exploitation de la flore et des groupements végétaux par ces insectes, ainsi que sur leur comportement écologique, biologique et social et sur leur rôle dans la pollinisation de nombreuses espèces cultivées. Cette étude a révélé que l'apiculteur local par ses moyens ne peut contrôler le panel de miels qu'il présume produire, car cela dépend fortement de l'activité des abeilles et la phytogéographie du rucher. Les régions de Béjaia et de Tizi-Ouzou (éch3 et éch6) où la biodiversité floristique est abondante sont un réel exemple de cette incertitude.

*CONCLUSION &
PERSPECTIVES*



La présente étude a tenté d'identifier l'authenticité de différents miels selon la norme Algérienne NA 15304 (2016) inspirée du *Codex Alimentarius*. Pour ce faire, nous avons eu recours aux analyses physico-chimiques et méliissopalynologiques des miels choisis.

Cette étude a porté sur 06 échantillons de miel, de quatre régions géographiques de l'Algérie à savoir : Djelfa, Boussada, Bejaia, Tizi ousou. Les analyses physico-chimiques ont révélés que chaque type de miel possède ses propres caractéristiques, suivant les paramètres qu'on a étudié, et que chaque paramètre peut fluctuer au dépend de l'étage bio-climatique et les facteurs édaphiques du lieu de récolte.

Il est trouvé que chaque paramètre physique ou chimique devient un indice précieux dans l'identification de nos miels. Le taux d'humidité trouvé dans le miel par exemple peut nous donner un aperçu sur la maturité, l'âge ainsi que le risque de fermentation de ce dernier. Le type de miel (nectar-miellat) ou origine florale est indiqué grâce à la conductivité électrique. Les autres paramètres restants (Acidité libre et teneur en Hydroxymethylfurfural) nous orientent respectivement vers le vieillissement et la fraîcheur du produit mielleux.

Parmi les 06 échantillons étudiés, un total de 12 taxons de plantes mellifères nectarifères ont été identifiés. La richesse spécifique du miel étudié variait de 3 à 12 taxons. Les analyses méliissopalynologiques ont montré que les pollens les plus dominants dans les échantillons de miel confèrent une particularité mono florale à nos échantillons (Jujubier, Euphorbe, Harmel et Eucalyptus) même si l'échantillon présente une multitude de groupes polliniques, le premier échantillon ou celui du jujubier en est un exemple, où ce dernier présente plus de 10 taxons avec une dominance du pollen de *Ziziphus lotus* trouvés. Ainsi, la confirmation de l'origine florale des différents types de miel testés est assurée par l'analyse pollinique selon les recommandations de Von der Ohe et *al.* (2004).

La thématique de cette étude était projetée au départ sur l'effet antibactérien (bactéries entériques) de nos différents échantillons de miels (miels mono et multifloraux) et les corrélations qui pouvaient exister entre les paramètres physico-chimico-polliniques et le spectre d'action antibactérien. Malheureusement, l'objectif était atteint à moitié, où les dispositions qui régissaient les stages durant la période de confinement due au Covid19, ont fait interrompre toute expérimentation microbiologique. A cet effet, nous proposons de revoir cette thématique avec les mêmes objectifs dans de meilleures conditions pour des travaux ultérieurs.



REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

A

- **AFNOR . (1982)** : commission du codex alimentarius , Organisation des nations unies, Organisation Mondiale pour l'alimentation de la santé et l'agriculture ROME: FAOI. Cibles Fooelagri ALINORM 87/20
- **Aletru F, Poirot C. (2006)** : Le conservatoire vendéen de l'abeille noire. Bulletin Technique Apicole, 2006, 33(3), 124-125.
- **Alippe . (2000)**. la cité des abeilles de Bruno corbar, Découvertes Gallimard, Paris
- **Amrouche Y. (2010)**: Les brèves du réseau Alimentation et Technologies AgroAlimentaires, Brèves du 10 au 24 Avril 2014.

B

- **Belval . O. (2004)** : Mile l'énergie au naturel.
- **Blanc M(2010)**: Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 142 p
- **Bogdanov S., (1984)** : Characterisation of the Antibacterial Substances in Honey. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 17. PP: PP: 74-76.
- **Bogdanov .S, BLUMER.P, (2001)** : Propriétés antibiotiques naturelles du miel, centre Suisse de recherche apicoles Station fédéral de recherches laitières Libfelde ,CH-3003 Berne
- **Bogdanov S, Lüllmann C, Martin P, von der Ohe W, Russmann H, Günther V, Oddo L, Sabatini A, Marcazzan G, Piro R, Flamini, C,(2001)** : « qualité du miel et normes internationales relatives au miel » rapport de la commission internationale du miel
- **Bogdanov et Matzke,(2003)** : la propolis – un antibiotique naturel . Edition VDB 62 35 Winikon ; 72 pp.
- **Bonnier et De Layens (1987)**: Cours complet d'apiculture Edition **BELIN** ; 458 pp
- **Boquet M (1993)**: Le miel de pissenlit .Guide pratique de l' Apiculture .Tome II .
- **Bradbear N. (2005)** : Apiculture et moyens d'existence durable. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.Rome.p64.ISSN 1813-6001.
- **Bruneau, E. BARBIER E., GAILEZ L.M., GUYOT-DECIERCK C. (2000)** : La roue des arômes des miels. Abeilles et cie, avril 2000, n077
- **Bruneau, E. (2009)** : Chapitre IX : Les produits de la ruche in Clément H. et al. Le Traité Rustica de l'apiculture Editions Rustica, Paris. 354-387



- **Calderone N.W,(2008)** : Creamed Honey – Theory, Department of Entomology, Cornell University, Ithaca, NY14853.
- **Cavia Mria M ., Fernandez-Muiño Miguel A. , Alonso- Torre sara R ., Huidobro J.F and Sancho M.T (2006)** : Anattempt to establish reliable « Best before » dates for honeys originating in both continental and oceanic climates . *apiacta*, 41: 86-98.
- **Chakir, A., Romane, A., Marcazzan, G.L., Ferrazi, P. (2010)**: Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco, *Arab. J. Chem.*
- *Chataway. (1935): Honey table, showing the relationship between various hydrometer scales and refractive index to moisture content and weight per gallon of honey, canad, bee j.res. PP:532-37.*
- *Chauvin R., (1968) : Traité de la biologie de l'abeille, MASSON et Cie, éditeurs, Paris. PP : 66-81 et 277-319.*
- **Chouia Amel. (2014)** : Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout.Th.Université Mohamed Khider.Biskra.
- **Clément M C, (2002)** : Melissopalynologie en Nouvelle-Calédonie, importance des spectres polliniques dans la typification des miels, Mémoire E.P.H.E, p 77.
- **Clément H. (2003)** : Le traité Rustica de l'apiculture, éditions Rustica, 2003, pp 528
- **Clément H, (2005)** : Le miel : De la source a la thérapeutique, Thèse de doctorat en pharmacie, Université Henri Poincaré – NANCY. 7-45
- **Clément H. (2009)** : L'abeille sentinelle de l'environnement. Paris, Alternatives, 144 p.
- **Crane E. (1990)**: Bees ad beekeeping. Science, Practice and World resources . International Bee Research Association
- **Codex-Alimentarius (1993)** Norme pour le miel CXS 12-19811, Ref. Nr. CL 1993/14-SH FAO and WHO, Rome.Adoptée en 1981. Révisée en 1987 et 2001. Amendée en 2019.
- **Codex (2001)** : Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM codex standard 12.Revised codex standard for Honey : 1-7.

D

- **Dailly H . (2008) :** Cristallisation du miel , le savoir et le faire, abeille & cie .n°124.3
- **Dahel Saida Chikhi Fthia . (2014)** Analyse et discrimination d'images des grains de pollen .ouvrage.biblioth. les ouvrages - Université Saad Dahlab Blida
- **Defer.J et Suc.J (2003):** L'outil palynologique -p 199 -E édition Louis Jean
- **Derat-Carrière. F(2009):** Le miel, de l'histoire à la cuisine Phytothérapie 7: 1–6
- **Desmouliere A., Bonte F., Couquet Y., Rigal M.L:** Le miel, quel intérêt en cicatrisation? Actualités Pharmaceutiques, 2013, 52 (531), pp.17-35
- **Domerego, R., Imbert, G., Blanchard, C. (2009) :** Les remèdes de la ruche Editions Alpens, Monaco, 95p.
- **Donadiou (1982):** Le pollen thérapeutique naturelle cinquième édition, éditeur - ISBN 2-224-00043-X (Collection) ISBN 2-224-00791-4,
- **Donadiou de la faculté de médecine de Paris (2008)** « Ma pharmacie naturelle
- **Donadiou Y. (2003):** Aide mémoire d'apithérapie, éditions pocket nature, , pp 8
- **Doré Jean-Christophe, Viel C :** Histoire et emplois du miel, de l'hydromel et des produits de la ruche. Revue d'histoire de la pharmacie 2003, Volume 91 (337).

E

- **Emmanuelle (1996) :** Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, GalerieVirtuelleapicole.

G

- **Gleiter R.A., Horn H. and Isengard H.-D. (2006) :** Influence of type and state of crystallization the water activity of honey. Food chemistry, 96: 441-445.
- **Gonnet M. et Vache G. (1985) :** Le gout de miel.Ed.UNAF, Paris.150p.
- **Guerzou M. N & Nadji .N. (2009) :** Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importés Université Ziane Achour de Djelfa - Algérie - Ingénieur d'état en Agronomie 2002

K

- **Haderbache, L., Bousdira, M. and Mohammedi, A. (2013)** : Ziziphus Lotus and Euphorbia bupleuroides Algerian Honeys. World Applied Sciences Journal (24), 1536-1543.
- **Huchet E., Coustel J., Guinot L (1996)** : Les constituants du
- **Horn,h et Iüllmann,c.(1992)** : Le grand livre de miel, Das grosse honigbuch, ehrenwirth, münchen.

G

- **Jean-Prost.P (1987)** : Apiculture-p580 –Edition tec et doc (Lavoisier) France

K

- **Kerrar, N.(1994)** : Contribution à la connaissance physico-chimique des miels algériens, mémoire de fin d'études, i.n.f.s.a de mostaganem, 12:15-21 p.
- **Khenfer A. et Fettal M. (1997)** : Le miel. Edition el ouafak,. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. 23 p.

L

- **Lafont J . (2017)** : Consommation et proscription du miel en Égypte ancienne. Quand *bj.t* devient *bw.t*] Paru dans *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale (BIFAO)*, 116 | 2017
- **Lobreau -Callen D., Clément M.C., Marmion V. (2000)** : Les miels. Les **Techniques de l'Ingénieur**, traité agroalimentaire, Juin, F 7000, 120
- **Lobreau-Callen.D et Clément.M (2004).**: les miels F7000, Technique de l'ingénieur (F3)depot légale 2004-N°d'impression 60865Edition :BIALEC , France
- **Louveaux .(1968).**: « *L'analyse polinique des miel* »in *CHAUVIN R Traité de la biologie de l'abeille -T III ,MASSON et Cie, éditeurs, Paris. PP : 324-335*
- **Louveaux .(1995).** : L'analyse pollinique du miel (abeille & fleur N°441)
- **Louveaux.(1996).** : Les abeilles et l'apiculture chronique. Historique de la zoologie agricole française. INRA, Paris, 96 p.



- **Maurizio. A (1952)** D'où proviennent les plantes médicinales contenues dans le miel? Arch Bienenkd 29, 1-11
- **Maurizio. A (1968)** . : « *la formation du miel* »in **CHAUVIN R** *Traité de la biologie de l'abeille -T III*, **MASSON et Cie, éditeurs, Paris. PP : 264-273**
- **Maurizio Marchenay P. et Berard (2007)** . : *L. L'homme, l'abeille et le miel.* Paris, De Borée, 223 p.
- **Manikis, I., thrasivoulou,A. (2001).** : The relation of physicochemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters. *Apiacta*.36:106–112.
- **Miriam O .Jurlina ,Rosalia Fritz . (2005).** : Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources . *International Journal of Food Microbiology* 105 (2005) 297- 304.
- **Morse, R. und Lisk, D.J. (1980).** : Elemental analysis of honeys from several nations, *Am. Bee J.* Nr. 7, 522-523
- **Myke (2018).** : *Le miel de sapin (Miellat de pucerons)*



- **NACER. S., (1994)** : Influence d'un biotope sur le rendement et la qualité d'un miel, Mémoire de fin d'études. Université de Mostaganem.
- **Nair Samira (2006)** : Biodiversité végétale et qualité du miel dans la région nord-ouestAlgérienne. Mémoire de magister d'écologie
- **Nair, S (2014)** : Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels algériens. Thèse présenté pour l'obtention du diplôme de doctorat en Biologie. Université d'Oran. p 202.
- **Norme Algérienne NA 15304 (2016) Miel** : Critères de qualité des miels d'Algérie CTN 49 « Productions Animales, Aliments des Animaux et Zootechnie ». (ed), IANOR, Alger.
- **Norme Algérienne NA 19410 (2018) Miel** : Méthodes d'échantillonnage et d'analyse. CTN 49 « Productions Animales, Aliments des Animaux et Zootechnie ».
- **NSDA 2004, 2003.** Décret n°2003-587 du 30 juin 2003 pris pour l'application de l'article L. 214-1 du code de la consommation en ce qui concerne le miel. NOR :

O

- **O.P.I.D.A** (Office Pour l'Information et la Documentation en Apiculture) fiche ECHAUFFOUR/ F61370

P

- **Pigache. S, (1998):** Etablissement de diagnostic phytoécologique de deux espèces, grâce à l'abeille, Rapport de stage effectuée au laboratoire du CETAM Université de METZ - Département de Génie biologique –France
- **Prost, P. (1987).** :Apiculture. Ed. Tec. et Doc., 6ème édition, pp: 310-346
- **Prost, P. (2005).** : Apiculture, (7e éd.) connaître l'abeille, conduire le rucher. Edition, LE CONTE Yves, J.B. BAIUIERE, Paris.
- **Prost-Romand, N (2007)** : pollen.
- **Polus(2008).** : Anomalies de cristallisation : séparation de phase et arborescence. L'abeille de France, 944, 83-84.

R

- **Ravazzi G. (2007).** : Abeille et Apiculture, Edition De Vecchi S. A, Paris
- **Ruegg M. and Blanc B., (1981).** :The water activity of honey and related solutions, Lebensmitt. Wiss. Technol. 14, 1-6
- **Rossant A. (2011):.** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 132 p.

S

- **Schwetzer P. (2004):.** Le monde des miellats. Revue l'abeille de France N°908 laboratoire d'analyse et d'écologie apicole.4p.
- **Shin et Ustinol, (2005):.** Carbohydrate composition of honey from different floral sources and their influence on growth of selected intestinalbacteria : An in vitro comparison .Food Research International ,38:721-728 .
- **Skowronek, W., Rybak, C.H., Szczesna, T., Pidek, A. (1994)** : Study of optimum conditions for slowing down the crystallization of honey. Pszczelnicze Zeszyty Naukowe, 38: 75.

V

- **Von der Ohe, W., Persano Oddo, L., Piana, M.L., Morlot, M. and Martin, P. (2004)** : Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie* 35, S 18-S 25.

W

- *White J., (1962) :Composition of American honeys, USDA technical bulletin N°1261US département of Agriculture . PP :124*

Z

- **Zerrouk, S., Seijo, M.C., Escuredo, O., &Shantal Rodri'guez-Flores, M.S,(2018)** : Characterization of *Ziziphus lotus* (jujube) honey produced in Algeria. *Journal of Apicultural Research*, 57 (1), 166–174. Doi :10.1080/00218839.2017.1399663

Webgraphie

- **Site 1** : <https://energie-sante.net>
- **Site 2** : <http://www.domaine-chezelles.com>
- **Site 3** : Exemples de couleurs de différents types de miels (<http://regime-et-minceur.com>)
- **Site 4** : [data:image/jpeg https://www.syngenta.fr/agriculture-durable/bonnes-pratiques-agricoles/article/organisation-des-insectes-sociaux](https://www.syngenta.fr/agriculture-durable/bonnes-pratiques-agricoles/article/organisation-des-insectes-sociaux)
- **Site 5** : <https://ruche.ooreka.fr/comprendre/abeille-a-miel>
- **Site 6** : <https://www.apiculture.net/blog/mieux-comprendre-pollinisation-abeilles-n115>