



Institut des Sciences
Vétérinaire - Blida

Université Saad
Dahleb – Blida 1



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du
Diplôme de Docteur Vétérinaire

Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels locaux et importés

Présenté par
Sellali Yasmine Selma

Soutenu le Juin 2017

Devant le jury :

Président(e) :	KALEM AMMAR.	MAA	Univ BLIDA 1
Examineur :	LATRECHE HAMIDOU.	MASTER	Univ BLIDA 1
Invité d'honneur :	HOUDAIB JINANE.	VET	ITELV
Promoteur :	KAIDI RACHID.	Prof	Univ BLIDA 1
Co-promoteur :	AIZA ASMA.	MAA	Univ BLIDA 1

Année : 2016/2017

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant qui nous a donné le

Courage, la volonté et la patience pour faire ce travail.

Au terme de ce travail, il m'est agréable de remercier vivement tous ceux qui,

grâce à leur aide précieuse, ont permis la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier particulièrement :

Monsieur le Professeur Kaidi Rachid

Institut vétérinaire de Blida

Pour avoir accepté de diriger ce travail, vos précieux conseils et la confiance que vous m'avez accordée

Pour votre enseignement et le savoir que vous m'avez transmis au cours de mes études en pathologie de la reproduction.

Veillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude et le témoignage de mon profond respect.

Madame Aiza Asma

Institut vétérinaire de Blida

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de co-encadrer ce mémoire et la très haute attention que vous avez apporté à ce travail

Pour votre aide si précieuse, votre gentillesse et la patience dont vous as fait preuve à mon égard,

Recevez mes sincères remerciements en témoignage de ma profonde reconnaissance.

Monsieur Kalem Ammar
Institut vétérinaire de Blida

Pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury,

Pour votre implication auprès des étudiants et votre enseignement,

Recevez mes très sincères remerciements et soyez assuré de mon profond respect.

Monsieur Latreche Hamidou
Institut vétérinaire de Blida

Pour l'honneur que vous me faites en acceptant d'être membre de ce jury,

Pour l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail et pour votre aide précieuse,

Recevez mes sincères remerciements et soyez assuré de toute mon estime.

Madame Houdaib Djinane
Laboratoire central de Baba-Ali (ITELV)

Pour votre aide précieuse et le temps que vous m'avez accordé,

Pour m'avoir enseigné une méthode de travail, votre patience, votre disponibilité, vos orientations et votre professionnalisme pour faire aboutir ce travail

Recevez mes très sincères remerciements.

***Monsieur Yahimi Abdelkarim
Institut vétérinaire de Blida***

Qui s'est toujours montrée à l'écoute et pour sa grande patience dont il a su faire preuve malgré ses charges administratives.

Recevez mes très sincères remerciements.

Je n'oublie pas de remercier tous mes enseignants qui se sont évertués à m'enseigner durant le cursus universitaire.

J'adresse mes remerciements à toute ma famille et à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué directement ou Indirectement à la réalisation de ce mémoire

Dédicaces

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense fois que je dédie ce travail à :

- ❖ Mes grand parents et parents en reconnaissance aux efforts et sacrifices qui ont consentis en ma faveur
- ❖ Ma sœur Sihem pour avoir toujours été à mes côtés et qui me supporte continuellement et à son mari aussi.
- ❖ Mes oncles et tantes pour leur soutien moral durant tout mon cycle d'études
- ❖ Les Bibiches de la famille, Hichem, Melissa, Mayassa, lilia, Riheb pour les jolis moments et joyeux délires qui ont animés mes journées, *Je leur souhaite beaucoup de réussite dans leurs études.*
- ❖ Mme Tarzaali Dalila, Feknous Moufida Pour le savoir-faire que vous m'avez transmis *votre gentillesse et la confiance que vous m'avez accordée.*
- ❖ Mr Addou Abdelatif Pour vos conseils avisés, le temps que vous m'avez accordé et votre patience.
- ❖ Mes amis du groupe 18
Les moments et TP passés en votre compagnie resteront pour moi inoubliables tout comme ces cinq années d'études !!!
- ❖ Tous mes amis
Pour leur soutien et l'écoute que je trouve toujours auprès d'eux
- ❖ Enfin à toute la promotion vétérinaire 2016-2017 de Blida à qui je souhaite beaucoup de réussite.

Sellali Yasmine

Etudes physico-chimique et palynologique de quelques miels locaux et importés.

RESUME

Le miel est une substance naturelle de composition complexe et diversifiée, élaborée par l'abeille et soumise aux caprices de l'environnement. Cependant, il y a plusieurs facteurs qui influencent les caractères de cette dernière ce qui rend difficile de choisir le miel de bonne qualité. A cet effet, notre étude a été initiée pour étudier et comparer des échantillons de miel locaux et importés dont l'objectif est de répondre aux interrogations des consommateurs. C'est dans ce contexte, que nous avons procédé à l'analyse de quelques miels, 03 locaux et 03 importés vendus sur le marché algérien, sur quelques paramètres : la teneur en eau, le degré Brix, la conductibilité électrique, le pH, l'acidité libre, le taux d'hydroxymethylfurfural (HMF) et l'identification de la nature des grains de pollens contenus.

L'étude physico-chimique a révélé que les miels locaux répondent aux normes requises par le *Codex alimentarius*, (2001) et la communauté économique européenne ; ils sont de bonne qualité et peuvent se conserver sans crainte d'altération de leurs propriétés physico-chimique ou biologique.

Par contre certains miels importés ont un taux d'HMF élevé : 62,42 mg/kg et 82,33mg/kg (norme : <40mg/kg), cela nous indique que ces miels sont vieux et ayant subi un traitement thermique, en plus, leur richesse en eau : 19%, 18%, 18% (norme : > 18%) les rend instables et entraîne des difficultés quant à leur conservation.

L'analyse pollinique des miels a montré que tous les échantillons renferment plusieurs formes de pollens à l'exception d'un échantillon importé qui présente un seul type de pollen sainfoin donc c'est un miel « mono florale ».

Mots clés : Miel, Analyse physico-chimique, analyse pollinique, qualité.

Abstract

Honey is a diverse natural substance and complex composition, elaborated by the bee and subjected to the vagaries of the environment. However, there are several factors that influence the characters of the latter, which makes it difficult to choose the honey of a good quality. For this purpose, we initiated this study to compare local and imported samples of honey, in order to answer consumer's questions. It is in this context that we analyzed a few honeys, 03 local and 03 imported sold on the Algerian markets, based on few parameters: water content, Brix degree, electrical conductivity, pH, the free acidity, the hydroxymethylfurfural level and the identification of the nature of the pollen grains.

The physic-chemical study revealed that the local honey meets the required standards of the Codex alimentarius, (2001) and the European Economic Community; They are of good quality and can be preserved without fear of alteration of their physic-chemical or biological properties.

On the other hand, some imported honeys have a high level of HMF: 62.42 mg / kg and 82.33 mg / kg (standard: <40mg / kg), this indicates that these honeys are old and have undergone heat treatment, their water richness: 19%, 18%, 18% (Standard :> 18%) makes them unstable for conservation.

The honey's pollen analysis showed that all the samples contain several forms of pollen with the exception of an imported sample, which presents a single type of Sainfoin's pollen so it is a mono floral honey.

Key Terms: Honey, Physic-chemical analysis, pollen analysis, quality

الدراسات الفيزيائية والكيميائية وحبوب الطلع لبعض العسل المحلي والمستوردة

ملخص

العسل هو مادة طبيعية متنوعة ومعقدة التركيب، وضع من قبل النحل ويتعرض لعدة تقلبات بيئية. ومع ذلك، هناك العديد من العوامل التي تؤثر على خصائص ومميزات هذا الأخير الذي يجعل من الصعب اختيار العسل ذو نوعية جيدة. لهذا الغرض، بادرننا بدراستنا هذه لمقارنة العينات المحلية والمستوردة من العسل، من أجل الإجابة على أسئلة المستهلك. وفي هذا السياق قمنا بتحليل العسل 03 أنواع منه محلي و03 أنواع أخر مستورد يتم بيعه في الأسواق الجزائرية معتمدين على عدد من المعلمات: محتوى الماء، درجة برکس، التوصيل الكهربائي، درجة الحموضة، الحموضة الحرة، مستوى الهيدروكسيمثيلفورفرال والتعرف على طبيعة حبوب اللقاح.

وكشفت الدراسة الفيزيائية والكيميائية أن العسل المحلي يخضع للمعايير المطلوبة من الدستور الغذائي أريوس، (2001) والمجموعة الاقتصادية الأوروبية؛ فهي ذات نوعية جيدة ويمكن الحفاظ عليها دون خوف من تغيير خصائصها الفيزيائية والكيميائية أو البيولوجية.

من ناحية أخرى، فإن بعض العسل المستورد له مستوى مرتفع من الهيدروكسيمثيلفورفرال: 62.42 ملغم / كغم و82.33 ملغم / كغم (القياسية: >40 ملغم / كغم)، مما يشير ان العسل قديم، وخضع للمعالجة الحرارية، بالإضافة إلى وفرة الماء فيه: 19٪، 18٪، 18٪ (القاعدة: <18٪) مما يجعله غير مستقر للحفظ.

تحليل حبوب اللقاح في العسل أظهر بأن جميع العينات تحتوي على مجموعة متنوعة من حبوب الطلع، ما عدا عينة واحدة التي أظهرت نوع واحد فقط وهو الصانفوان، إذا هو عسل أحادي الازهار

المصطلحات المفتاحية: العسل، التحليل الفيزيائي والكيميائي، تحليل حبوب الطلع والجودة.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	
DEDICACES	
RESUME	
LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET GRAPHIQUES	
LISTE DES ABREVIATIONS	
INTRODUCTION	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
CHAPITRE1 : GENERALITES SUR LE MIEL	
1.1 Situation générale de l'apiculture	2
1.2 Définition du miel	3
1.3 Origine du miel	3
1.4 Type de miel	4
1.5 Formation du miel	4
1.6 Récolte et conservation du miel	5
1.7 Compositions du miel	6
1.7.1 Eléments majeurs	6
1.7.2 Elément mineurs	6
1.8 Propriétés du miel	8
1.8.1 Propriétés physico-chimique	8
1.8.2 Propriétés biologique	9
1.9 Méliissopalynologie	9
1.10 Qualité du miel et normes internationales relatives aux miels	10
PARTIE EXPERIMENTALE	
CHAPITRE 2 : Analyse physico-chimique et pollinique	
2.1 Problématique et objectifs	12
2.2 Matériel	12
2.3 Méthodes	13
2.3.1 Analyse physico-chimique	14
2.3.2 Analyses pollinique qualitative	21
2.4 Résultats et discussion	23
2.4.1 Résultats et discussion de l'analyse physico-chimique	23
2.4.2 Résultats et discussion de l'analyse pollinique qualitative	31
CONCLUSION GENERALE	33
RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE	35
Annexes	39
Annexe 1 : Matériel utilisé	40
Annexe 2 : Résultats des analyses effectués	42
Annexe 3 : Quelques photos de pollen de référence	46
Annexe 4 : glossaire	47

LISTE DES TABLEAUX, GRAPHES ET FIGURES

Tableau 1.1 :	Normes de la CEE relative au miel	11
Tableau 2.1 :	Présentation des échantillons des miels étudiés	13
Tableau 2.2 :	Préparation de la solution échantillon et celle de référence à partir de la solution initiale.	20
Tableau 2.3 :	Présentation des échantillons des miels étudiés	23
Tableau 2.4 :	Résultat de l'analyse pollinique déterminée par microscope optique	31
Graphique 2.1 :	Pourcentage de la teneur en eau	24
Graphique 2.2 :	Pourcentage des valeurs du degré Brix	26
Graphique 2.3 :	Les valeurs de la conductivité électrique	27
Graphique 2.4 :	Les valeurs du pH	28
Graphique 2.5 :	Les valeurs de l'acidité libre	29
Graphique 2.6 :	Les valeurs de l'HMF	30

Figure 1.1 :	Origine du miel	4
Figure 1.2 :	Diagramme circulaire de composition du miel	8
Figure 2.1 :	Schéma du protocole expérimental	14
Figure 2.2 :	Mesure du pH d'un échantillon de miel	15
Figure 2.3 :	Mesure de la conductibilité électrique	16
Figure 2.4 :	Titration par le NaOH pour faire monter le pH à 8,30	17
Figure 2.5 :	Lecture du volume de NaOH consommé pour atteindre un pH de 8,30	17
Figure 2.6 :	Refractomètre à main spécial pour le miel	18
Figure 2.7 :	Lecture de la teneur en eau et du degré Brix	19
Figure 2.8 :	Etapes de la détermination de la teneur en HMF	21
Figure 2.9 :	Etapes de l'analyse pollinique qualitative.	22

LISTE DES ABREVIATIONS

A : Absorbance

CE : Conductibilité électrique

E : échantillon

Gr : Grossissement

HMF : 5-hydroxy-2-méthylfurfural

ITELV : Institut technique des élevages (à Baba Ali, Alger. Algérie)

Max : Maximum

Meq/kg : Milliéquivalent par kilogramme

ml : Millilitre

MO : microscope optique

N : Normalité

NaHSO₃ : bisulfite de Sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

pH : potentiel Hydrogène

S/cm : Siemens par centimètre

UV : Le rayonnement ultraviolet

µs/cm : Microsiemens par centimètre

λ : longueur d'onde

INTRODUCTION

Les abeilles, ces « pharmaciennes ailées » nous offrent un produit à la fois agréable à la vue, au goût et à l'odorat, un aliment merveilleux et un médicament délicieux complètement naturel (Donnadieu, 2003). Le miel est d'abord essentiellement un aliment remarquable de très haute valeur énergétique, contenant des sucres directement assimilables ; il est aussi un produit diététique de bonne tenue grâce aux sels minéraux et au fructose qu'il contient et, dans une moindre mesure, à ses enzymes et aux vitamines. (Gonnet, 1980).

Aliment parfait, le miel ne subit aucune transformation, aucun rajout après la récolte. C'est un produit pur par excellence. Il constitue également une source de bienfait pour la forme, la santé ainsi que pour la beauté (Fronty, 2008).

Cependant, le miel est sujet à des tentatives de fraude comme beaucoup d'autres produits alimentaires. Car les étapes de son élaboration sont complexes et susceptible d'être altérées par l'activité humaine, de manière volontaire ou pas (Hoyet, 2005).

Généralement, un apiculteur qui fait analyser un miel de sa production cherche à connaître son origine florale et sa qualité, tandis que le consommateur voudra savoir si le miel qu'il achète est pur ou falsifié.

Il existe un certain nombre de critères sur lesquels repose la qualité des miels à savoir : la teneur en eau, les sucres, le pH, l'acidité, la conductibilité électrique, le taux d'hydroxyméthylefurfural, l'analyse pollinique, ces critères sont très importants pour juger la qualité d'un miel (Guerzou et Nadjji, 2002).

Dans une première partie, ce travail dresse une description sur l'apiculture en Algérie et dans le monde, et une synthèse bibliographique sur le miel.

La deuxième partie de ce travail vise à étudier et à comparer des échantillons de miel locaux et importés en se basant sur leurs caractéristiques physico-chimiques et palynologiques dans le but d'évaluer le respect des normes requises et de répondre aux interrogations des consommateurs.

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LE MIEL

1.1. Situation générale de l'apiculture

1.1.1. Dans le monde

Le nombre d'apiculteur dans le monde est estimé à 6,6 millions possédant plus de 50 millions de ruches.

Le premier producteur du miel dans le monde est l'Asie suivie de l'Europe et de l'Amérique du nord et centrale. La production mondiale du miel a atteint 1.270.000 tonnes (en 2003).

Dans le cadre du commerce mondial, la Chine est le premier exportateur mondial du miel avec 93000 tonnes et l'Union Européenne est le premier marché d'importation avec 196000 tonnes.

L'Afrique représente 130.000 tonnes de miel dont 78% provient d'Afrique subsaharienne : Angola, Ethiopie, Kenya, Tanzanie et le reste provient surtout de l'Afrique du nord : Maroc, Algérie et Egypte (Anonyme D., 2003).

1.1.2. En Algérie

En Algérie l'apiculture est un élevage ancestral. Elle a toujours revêtu une importance sur le plan socio-économique. Malgré les conditions favorables et la flore importante, la production algérienne en miel est en ordre de 4.000 à 5.000 quintaux par an. Elle est inférieure aux besoins de la consommation locale, alors qu'elle devrait être supérieure et être à l'origine d'un courant d'exportation important (Berkani, 2007).

L'apiculture est largement pratiquée dans les régions montagneuses à population dense, comme les Aurès, la Kabylie, le Dahra ; dans les plaines littorales comme celle d'Annaba, de la Mitidja, de Relizane, d'Oran ; dans les vallées des grands oueds comme l'oued El-Kébir, la Soummam, l'Isser, l'oued El-Hammam et la Tafna (Griessinge, 1986). Cependant, dans les zones désertique de l'Algérie où les températures sont très hautes et les vents violents, on a trouvé des ruches traditionnelles en pierre et en terre glaise.

Les ruches modernes utilisées en Algérie sont principalement de type Langstroth auquel certaines modifications ont été apportées, liées au climat très

chaud. On obtient de bonnes récoltes de miel avec des colonies logées dans ces ruches (Hussein, 2001).

Les principales espèces mellifères sont les agrumes, le tournesol et les nombreuses plantes spontanées. La principale miellée s'étend de février à mai, les abeilles mellifères jouent un rôle important dans la pollinisation des amandiers (Faveux, 1986).

1.2. Définition du miel

Le miel est une substance sucrée produite par les abeilles mellifiques à partir de nectar des fleurs ou de sécrétions provenant des parties vivantes de plantes ou se trouvant sur elles, qu'elles butinent, transforment et combinent avec des matières spécifiques provenant de leur propre corps et emmagasinent dans les rayons de la ruche (*Codex Alimentarius, 2001*).

1.3. Origine du miel

Le miel est élaboré par les abeilles à partir des sucres produits par des végétaux, il y a essentiellement deux types de production sucrées exploitées par les abeilles : le nectar et le miellat (Vache, Gonnet, 1985).

1.3.1. Nectar

C'est une solution composée d'un mélange de sucre et d'autres substances secondaires sécrétées par les fleurs pour attirer les abeilles jouant ainsi un rôle important dans la pollinisation (Bradbear, 2005)

1.3.2. Miellat

Le miellat est un produit plus complexe que le nectar faisant intervenir un intermédiaire, généralement, des insectes de la famille des Homoptères tels que les pucerons. Leur pièces buccales sont disposées pour piquer et absorber les aliments liquides telle que la sève des végétaux et rejettent l'excédent des matières sucrées sous forme de gouttelettes, que les abeilles récupèrent sur les feuilles des plantes. Nous citons quelques exemples d'arbres qui hébergent les pucerons, tels que, les sapins, les Epicéas, les chênes, et aussi les plantes herbacées comme les blés (Vache, Gonnet, 1985).

1.3.3. Autres origines

Il existe aussi du « miel de sucre ». C'est un miel produit par des abeilles nourries à l'aide de sucre (Apfelbaum, 2004) et quelque fois, fruits, canne à sucre, etc (Schweitzer, 2004).

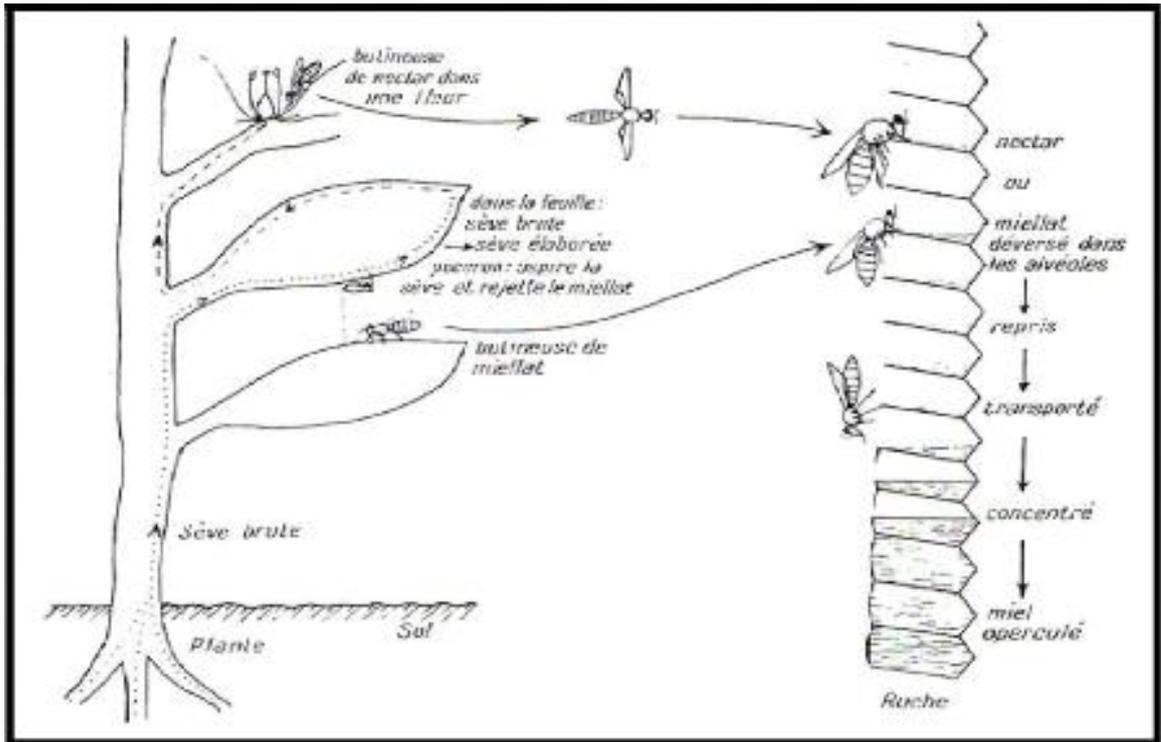


Figure 1.1 : Origine du miel (Prost, 1987)

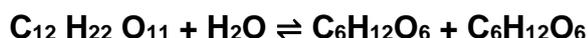
1.4. Type de miel

La classification selon l'origine florale est la plus satisfaisante et ainsi la plus utilisée, c'est ainsi que Mutsaers et *al.* (2005) classent les miels comme suit :

- Miel mono florale : miel fabriqué à partir des fleurs d'une seule espèce végétale.
- Miel multi floraux : miel fabriqué à partir de fleurs de diverses espèces végétales.

1.5. Formation du miel

Selon Gonnet (1982), le miel est produit selon le processus suivant : le nectar est prélevé par les abeilles butineuses, qu'elles l'emmagasinent dans leur jabot avec la salive, elles transforment le saccharose en sucre simple (fructose et glucose) selon la réaction chimique suivante sous l'action de Gluco-invertase :



En même temps, les abeilles réduisent la teneur en eau de la solution sucrée jusqu'à un taux avoisinant 50%. De retour à la ruche, les butineuses transfèrent

leurs récoltes à des ouvrières d'intérieur, ces dernières par régurgitations successives complètent et terminent la transformation commencée.

Ce liquide va être dégorgé sur des grandes surfaces dans des alvéoles disponibles sur les rayons de cire.

La solution sucrée transformée contenant environ 50% d'eau va subir une nouvelle concentration par évaporation, qui se fait d'abord par la chaleur régnant dans la ruche qui est d'environ 36 °C, Ensuite par la ventilation qui est assurée par les abeilles ventileuses, en créant un puissant courant d'air ascendant dans la ruche par un mouvement très rapide de leurs ailes. Au bout de quelques jours, elle contiendra en moyenne 18% d'eau, et 80% des sucres. Cette solution représente le miel stocké dans les cellules. Ces dernières, une fois remplies, sont fermées par un mince opercule de cire, permettant une excellente conservation (Gonnet, 1982, Donnadiou, 1984).

1.6. Récolte et conservation du miel

D'après Bacher en 2008, la récolte et la conservation des miels peuvent se résumer en :

- Sélectionner des cadres parfaitement operculés car la qualité du miel dépend en partie du stade de maturité du miel au moment de récolte.
- Désoperculer les cadres.
- Placer les cadres dans l'extracteur. L'extraction se fait par la force centrifuge, le miel est latéralement chassé des cellules et s'écoule au fond de l'extracteur.
- Une fois le miel extrait et transvasait dans un seau, il faut le verser dans un maturateur équipé de tamis, ceci permet une filtration des particules de cires et de corps étrangers.
- Laisser reposer le miel durant une dizaine de jours dans un maturateur bien fermé. Le miel décent, les particules remontent à la surface et forment une sorte d'écume qu'on retire avec une cuillère.
- transvaser le miel dans des pots étiquetés puis stocker le dans un endroit frais (14°C) et sec à l'abri de la lumière.

1.7. Composition du miel

1.7.1. Éléments majeurs

1.7.1.1. Glucides

Les glucides représentent 95 à 99 % de la matière sèche du miel. C'est-à-dire que l'eau et les sucres ensemble forment la quasi-totalité du miel (Louveaux, 1985)

Les hydrates de carbone constituent la partie la plus importante du miel. Il s'agit en grande partie de monosaccharides (glucose et fructose), du saccharose, du maltose, du turanose, du maltulose.... La présence de glucose et de fructose est le résultat de l'action d'une enzyme sur le saccharose : l'invertase, les autres sucres semblent dépendre des plantes qui ont été butinées (Hoyet, 2005)

1.7.1.2. Eau

Selon Huchet et *al* (1996), l'eau est présente en quantité non négligeable puisque sa teneur moyenne est de 17,2%, mais comme le miel est un produit biologique, cette valeur peut varier. En fait, les abeilles operculent les alvéoles lorsque la teneur en eau avoisine 18%.

1.7.2. Éléments mineurs

1.7.2.1. Acides

Tous les miels ont une réaction acide. Ils contiennent des acides organiques, dont certains volatiles, et des lactones (Louveaux, 1968)

Le plus important est l'acide gluconique dont l'origine serait une bactérie, appelée *gluconobacter*, qui lors de la maturation du miel, transforme le glucose en acide gluconique. On y trouve également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide butyrique, l'acide pyroglutamique et l'acide succinique. On y trouve des traces d'acide formique (un des constituants du venin), d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique. D'autres composés, les lactones dont la présence est constante, ont également une fonction acide. Le pH peut varier de 3,2 à 4,5 avec une moyenne de 3,9 (HUCHET et al.1996).

1.7.2.2. Protides

Les miels convenablement récoltés sont pauvres ou très pauvres en protéines (White et *al*, 1962).

1.7.2.3. Matières minérales

Le miel contient à l'état de traces infinitésimales une trentaine d'éléments différents parmi lesquels le fer, le cuivre, le cobalt, le chlore, le soufre, le phosphore, le magnésium, le manganèse, le calcium, le sodium et le zinc. (Gonnet, 1982)

1.7.2.4. Enzymes

Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est liée à l'origine double du miel : animal ou végétal, le nectar, contient dès sa récolte des enzymes qui agissent sur les sucres ; les sécrétions de l'abeille viennent y ajouter les enzymes secrétés par les glandes pharyngiennes (Louveaux, 1968).

1.7.2.5. Vitamines

Dans le miel, la teneur en vitamine est très faible. La teneur en vitamine C est la plus constante et la plus abondante, soit 2 mg/100 g de miel frais. Les autres vitamines présentes sont celles du groupe B et quelques fois les vitamines A, D et K (Feller-Demalsy et al, 1996)

1.7.2.6. Hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'HMF est un composé organique dérivé de la déshydratation du fructose. Ni les nectars ou miellat, ni les miels frais ne les contiennent. Cette molécule apparaît au cours du processus de vieillissement naturel du miel. Ce processus est accéléré si les miels sont chauffés ou s'ils sont très acides. L'analyse de la quantité d'HMF est donc une excellente méthode pour apprécier la qualité d'un miel : son vieillissement et son chauffage (Deschamps, 1998)

1.7.2.7. Constituants divers

Plusieurs facteurs antibiotiques naturels ont été trouvés dans le miel : peroxyde d'hydrogène, flavonoïdes. Le miel contient également des éléments figurés : grains de pollen, spore de champignons, levures, dont l'identification sous le microscope permet d'obtenir des renseignements sur l'origine florale et géographique (Analyse pollinique du miel ou méliko-palynologie). L'étude microscopique du miel permet de lui attribuer une appellation : miel toutes fleurs, miel de lavande etc Cependant, un miel n'est jamais issu à 100% du même type de fleurs ; on donne au miel le nom de l'espèce qui est majoritaire.

Les pigments qui colorent et aromatisent les miels, ce sont principalement des caroténoïdes, des xanthophylles et des flavonoïdes (Hoyet, 2005).

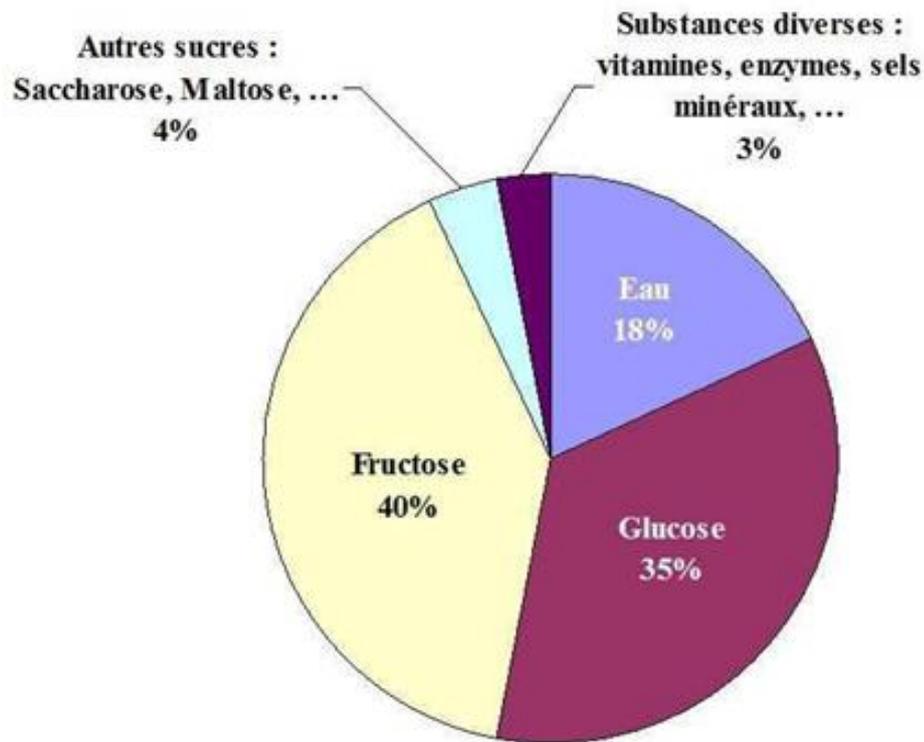


Figure 1.2 : Diagramme circulaire de composition du miel (Louveaux, 1968).

1.8. PROPRIETES DU MIEL

1.8.1. Propriétés physico-chimiques

1.8.1. 1. Ph

Le pH ou "potentiel hydrogène", C'est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il représente la concentration des ions H^+ d'une solution.

Selon Gonnet, **(1985)** le coefficient 7 (eau distillée à 22°C) correspond à la neutralité, supérieur, il est basique et inférieur, il est acide. Il se situe entre 3,5 et 4,5 pour les miels de nectars et entre 4,5 et 5,5 pour les miels de miellats.

1.8.1. 2. Conductibilité électrique

La conductibilité électrique représente la capacité d'une substance à conduire un courant électrique, utilisé pour la mesure de la teneur en matière minérales. Elle est exprimée en siemens/cm (s/cm) (Ali, 2010).

D'après Jean-Prost et le conte, (2005), les miels ont une conductibilité variable selon l'origine botanique, le miel de colza conduit relativement mal le courant électrique ; celui de callune laisse passer plus facilement l'électricité.

D'une manière générale, les miels de miellat conduisent beaucoup mieux le courant que les miels de fleurs.

1.8.1. 3. Teneur en eau

Selon Huchet et *al* (1996), l'eau est présente en quantité non négligeable puisque sa teneur moyenne est de 17,2%, mais comme le miel est un produit biologique, cette valeur peut varier. En fait, les abeilles operculent les alvéoles lorsque la teneur en eau avoisine 18%.

1.8. 1. 4. Acidité

L'acidité est un critère de qualité, dû aux acides organiques présent dans le miel (Bogdanov, 1999). La norme européenne pour le miel fixe une valeur maximale de 50 milliéquivalent/kg (Bogdanov, 2005).

1.8. 2. Propriétés biologiques

1.8. 2.1. Valeur alimentaire et diététique

L'apport calorique est de 315 calories pour 100g, il a un pouvoir sucrant plus élevé que celui du saccharose du fait de sa richesse en fructose (Apfelban et Romon, 2009).

1.8. 2. 2. Valeur thérapeutique

Le miel contient des substances antibactériennes auxquelles on a donné le nom global, inhibine. L'action antibactérienne du miel est certainement à l'origine de quelques-unes des propriétés médicinales qui lui sont attribuées. Cette activité est essentiellement bactériostatique (Gonnet, 1982).

1.9. Melissopalynologie

1.9.1. Définition

C'est la science qui étudie le pollen contenu dans le miel. L'examen microscopique du miel donne une information sur son origine géographique et sur son origine botanique (Maurizio et Louveaux, 1970).

La Mélissopalynologie permet de contrôler la qualité des miels et en particulier de détecter les fraudes et les mélanges. En plus, elle permet de faire des constations sur l'éventuelle souillure du miel par des fragments de couvain, des poussières, etc. (Roques, 1994).

1.9.2. Origine du miel

L'identification des pollens, des spores de champignons et autres éléments figurés d'origine végétale renseigne sur l'origine botanique et géographique du miel.

1.9.2.1. Origine géographique du miel

La base de la détermination de l'origine géographique d'un miel donné, consiste à l'étude du spectrogramme du pollen élaboré pour une région donnée à partir des résultats de plusieurs échantillons (Louveaux, 1980).

Au cours de l'examen du sédiment, plus la durée est importante plus le nombre d'espèces identifiées sera important (Vorwhol, 1994).

1.9.2.2. Origine botanique du miel

La détermination de l'origine botanique du miel est le second important objectif de la méliissopalynologie. L'idée de base était que le nectar étant contaminé avec le pollen de la fleur ou il était produit, permet de marquer de façon presque indélébile l'origine botanique du miel (Louveaux, 1980).

1.10. Qualité du miel et normes internationales relatives aux miels

1.10.1. Qualité du miel

Un miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, il doit conserver toutes ses propriétés d'origine le plus longtemps possible et de contenir le moins possible de polluants divers, antibiotiques, pesticides, métaux lourds, ou autres produits de notre civilisation industrielle (Schweitzer, 2004)

1.10.2. Normes internationales relatives aux miels

Afin de déceler les fraudes, des analyses doivent être pratiquées et les résultats sont comparés à des normes établies par des experts dans le domaine (Tableau 1.1).

Ces normes valables pour le commerce international du miel devraient être respectées par tous les gouvernements. Les critères spécifiques relatifs à la composition du miel de qualité n'ont par contre pas force de loi et les partenaires commerciaux sont libres de les appliquer (Bogdanov, 1999).

Tableau 1.1 : Normes de la CEE relative au miel (MSDA, 2003)

Paramètres	Normes
Teneur en eau (%)	14-21
Conductibilité électrique (.10 ⁻⁴ S/cm)	Nectar : 1 à 5 Miellat : 10 à 15
pH	Nectar : 3,5 à 4,5 Miellat : 5 à 5,5
HMF (mg/kg)	< 40 mg/kg
Sucres (%)	Sucres totaux 65-80 Sucres réducteurs 60-75 Glucose : 31 Fructose : 38 Maltose : 7 Saccharose : 1-5 autre sucre : 1-2
Rapports	Fructose/Glucose : 0,98-1,45. Glucose/eau : 2

CHAPITRE 2 : Analyse physico-chimique et pollinique

2.1. Problématique et objectifs

2.1.1. Problématique

Le miel d'abeille est un produit de la ruche très prisé pour son goût et surtout pour ses multiples bien fait thérapeutiques, il en existe différents types selon l'origine florale et géographique ; de saveur et d'aspect très varié ; cependant en absence de normes nationales de qualité pour sa mise en marché le consommateur Algérien cherche à savoir s'il achète du miel pur ou du miel falsifié ; serait-il mieux d'acheter un miel local ou importé ? Quelles seraient les caractéristiques des miels locaux par rapport aux miels importés ?

2.1.2. Objectifs

Afin de répondre à ces problématiques, nous avons réalisé une étude qui a consisté à comparer les paramètres physico-chimiques et la composition pollinique de six échantillons de miels différents, trois importés et trois locaux de différentes régions. L'étude a été réalisée au niveau du laboratoire d'analyse du miel de l'institut technique d'élevage (ITELV), Baba Ali (Alger), qui a pour objectifs :

- étudier les qualités des miels locaux et leurs caractéristiques tout en les comparant avec quelques miels importés.
- Évaluer le respect des normes requises
- Vérifier l'authenticité des origines du miel
- Savoir si les méthodes d'extraction, de conservation conviennent (HMF, teneur en eau)
- Répondre aux interrogations des consommateurs

2.2. Matériel

2.2.1. Matériel non biologique

L'ensemble d'appareillage, verreries et réactifs utilisé dans cette étude sont représentées en annexe1

2.2.2. Matériel biologique

Notre étude a porté sur six échantillons de miels toutes fleurs disponibles dans le marché Algérien récoltés durant l'année 2015 et 2016. trois importés :

d'Arabie Saoudite, Espagne, Canada, et trois miels locaux récoltés de différentes régions mellifère en Algérie à savoir : Guelma, Tizi Ouzou et Médéa.

A chaque échantillon, il a été attribué un code désignant :

- L'origine géographique du miel
- La date de récolte
- L'origine florale présumée

Tableau 2.1 : Présentation des échantillons des miels étudiés

Echantillons	Origine géographique	Origine floral	Année de récolte
Echantillon 01	Espagne	Toutes fleurs	2015
Echantillon 02	Arabie Saoudite	Toutes fleurs	2015
Echantillon 03	Canada	Toutes fleurs	2016
Echantillon 04	Guelma	Toutes fleurs	2016
Echantillon 05	Tizi Ouzou	Toutes fleurs	2016
Echantillon 06	Médéa	Toutes fleurs	2016

2.3. Méthodes

Les méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail sont schématisées ci-dessous figure 2.1 :

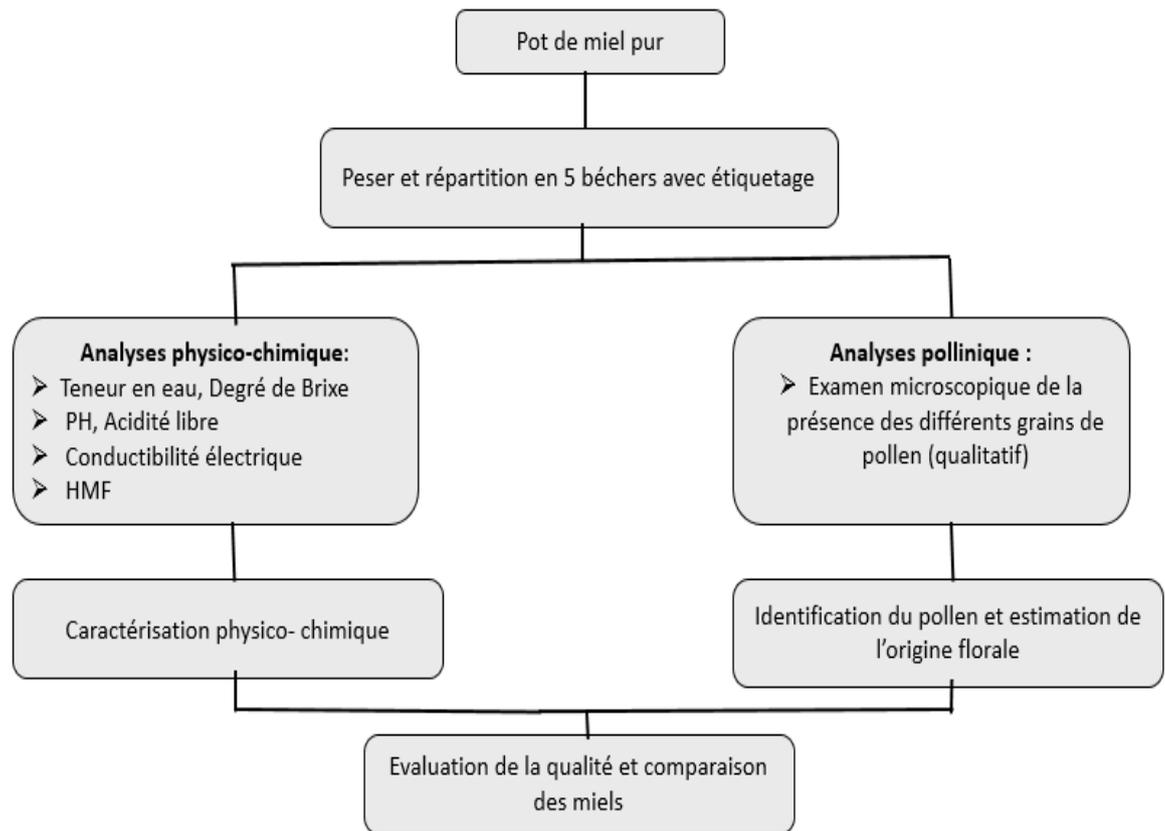


Figure 2.1 : Schéma du protocole expérimental

2.3.1. Analyse physico-chimiques

2.3.1.1. Ph

➤ Principe

Le pH ou « potentiel d'hydrogène » est la mesure de coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu, il représente la concentration des ions H^+ d'une solution. Le ph d'un miel est mesuré en solution dans l'eau à 10% à l'aide d'un pH-mètre (Louveaux, 1985)

La mesure du pH dans ce cas permet de déterminer l'origine florale (Bogdanov et al, 2003)

➤ Protocole

a) Etalonnage de l'appareil

L'étalonnage du pH mètre s'effectue dès sa première utilisation. Pour l'étalonnage en pH, on utilise des solutions tampons de pH 4 et 10.

Recommencer l'opération avec la solution de calibration pH 10.

b) Mesure du pH de nos échantillons

- Peser dans un bécher 10g de miel, le dissoudre dans 100 ml d'eau distillée.
- Rincer l'électrode à l'eau distillé puis sécher la avec du papier joseph.
- Placer la solution de miel à analyser sous agitation magnétique.
- Plonger l'électrode propre et sèche dans la solution à analyser.



Figure 2.2 : Mesure du pH d'un échantillon de miel

➤ Expression des résultats

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

2.3.1.2. Conductibilité électrique

➤ Principe

C'est la mesure à 20°C de la conductibilité électrique prise dans une solution aqueuse de miel à 20% de matière sèche de produit. (Bogdanov, 2002)

Cette mesure donne de précieux renseignements sur l'origine botanique et permet notamment de différencier les miels de miellat. (Bruneau, 2005)

➤ Protocole

- Dissoudre dans un petit bécher 10g de miel dans 50ml d'eau distillée
- Bien mélanger bien jusqu'à homogénéisation
- Plonger la cellule de mesure dans la solution de miel maintenue à 20°C



Figure 2.3 : Mesure de la conductibilité électrique

➤ **Expression des résultats**

Lecture de la valeur qui s'affiche sur l'écran en $\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$

Conventionnellement la conductivité du miel est donnée en $10^{-4} \text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$

2.3.1.3. Acidité libre

➤ **Principe**

L'acidité libre est déterminée par titration d'un mélange miel eau avec une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N, jusqu'à un pH de 8,30 (Bogdanov, 2002)

➤ **Protocole**

- Peser dans un petit bécher 10g de miel ; les dissoudre dans 75ml d'eau distillée.
- Rincer l'électrode du pH mètre à l'eau distillée puis sécher la avec du papier Joseph.
- Placer la solution de miel à analyser sur un agitateur magnétique.
- Placer l'électrode dans la solution et commencer à titrer par l'hydroxyde de Sodium à (0,1 N) goutte à goutte jusqu'à atteindre une valeur de pH égale à 8,30.



Figure 2.4 : Titration par le NaOH pour faire monter le pH à 8,30

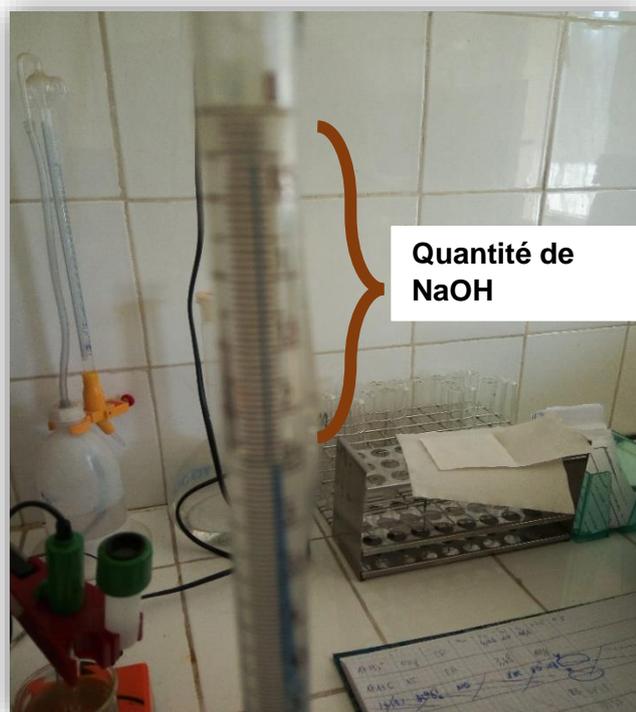


Figure 2.5 : Lecture du volume de NaOH consommé pour atteindre un pH de 8,30

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont donnés en meq/kg, la valeur de l'acidité libre est le volume de NaOH nécessaire pour atteindre un pH de 8,30.

2.3.1.4. Eau et degré Brix

➤ Principe

-Teneur en eau

La mesure de la teneur en eau se fait très simplement au moyen d'un réfractomètre. Le miel à analyser doit être parfaitement liquide. (Louveaux, 1982)

-Degré Brix

Le degré Brix mesure la quantité de matière sèche d'un miel exprimé en gramme pour 100g de miel (Pudlowski et Rougemont, 2000)

➤ Protocole

- Déposer une goutte de miel liquide au centre de la zone d'analyse du réfractomètre
- Fermer délicatement le capot, ainsi le miel va se déployer sur toute la zone d'analyse, il reste à attendre quelques secondes afin que le miel se mette à la température du réfractomètre.



Figure 2.6 : Réfractomètre à main spécial pour le miel

➤ Expression des résultats

Le réfractomètre indique deux valeurs : La teneur en eau et le degré Brix

- Regarder à travers l'oculaire,
- Lire au niveau de la ligne limite horizontale de partage entre une zone claire et une zone obscure.
- Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d'humidité dans le miel d'un côté et la teneur en matière sèche ou degré de Brix de l'autre côté parallèlement

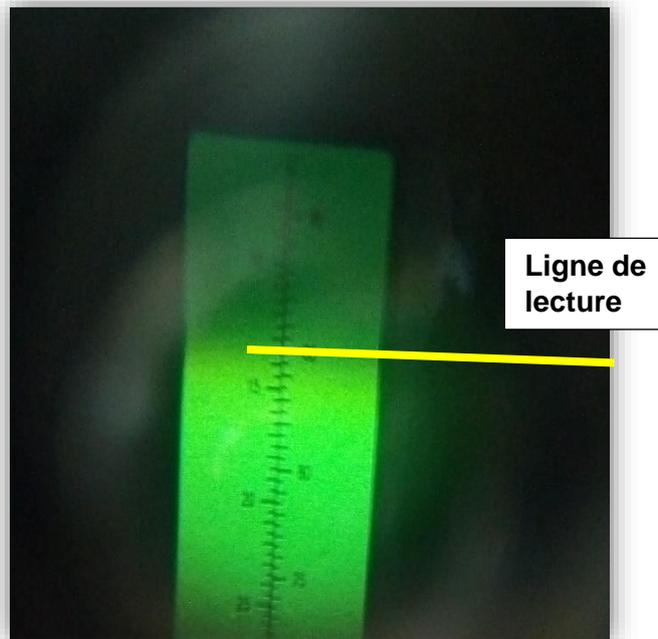


Figure 2.7 : Lecture de la teneur en eau et du degré Brix

2.3.1.5. HMF

➤ Principe

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

Le taux d'hydroxymethylfurfural (HMF) a été mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre selon la méthode de (White, 1979). Le principe de la méthode est basé sur la détermination de l'absorbance UV par le HMF à $\lambda=284\text{nm}$. Dans le but d'éviter les interférences des autres composés à cette longueur d'onde, on détermine la différence entre les absorbances d'une solution aqueuse claire de miel et de la même solution après addition de bisulfite. La teneur en HMF est calculée après soustraction de l'absorbance de base à $\lambda=336\text{ nm}$ (Bogdanov, 2002 et Gomes et *al*, 2010)

➤ Protocole

- Dissoudre 5g de chaque miel dans 25ml d'eau distillée et agiter à l'aide d'une baguette en verre jusqu'à disparition complète des cristaux.
- Ajouter 0,5ml de la solution Carrez I et 0,5ml de la solution Carrez II puis compléter à 50 ml avec l'eau distillée.

- Transférer la solution dans des fioles de 50ml et compléter avec l'eau distillé jusqu'au trait de jauge
- Filtrer la solution sur papier filtre avec l'élimination des premiers 10ml
- Pipeter 5ml de chaque filtrant et déverser dans deux tubes à essai :
 Dans le 1^{er} tube, ajouter 5 ml d'eau distillée et mélanger (solution échantillon). Dans le second tube, ajouter 5ml de solution de bisulfite (0,2%) et mélanger (solution de référence).

Tableau 2.2 : Préparation de la solution échantillon et celle de référence à partir de la solution initiale.

Ajouts au tube à essai	Solution échantillon	Solution de référence
Solution initiale de miel	5 ml	5 ml
Eau distillé	5 ml	-
Solution de NaHSO₃ (0,2%)	-	5 ml

Déterminer l'absorbance de la solution échantillon à $\lambda = 284$ et $\lambda = 336$ nm dans des cellules de quartz. Si l'absorbance à $\lambda = 284$ nm dépasse la valeur 0,6 diluer la solution échantillon avec de l'eau distillée (dilution en $1/10^{\text{ème}}$) et la solution de référence avec du bisulfite de sodium 0,2% (dilution en $1/10^{\text{ème}}$). Ceci est dans le but d'obtenir une absorbance suffisamment faible pour la mesure photométrique.

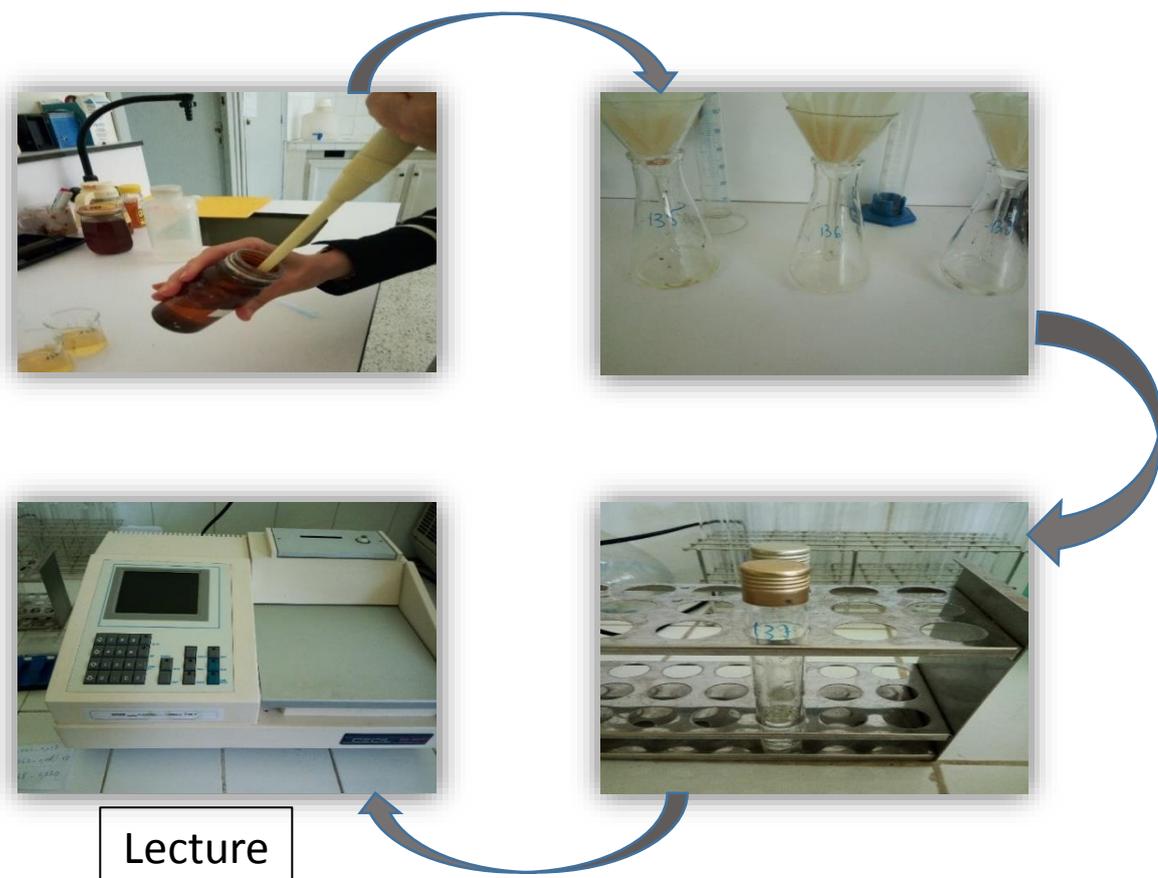


Figure 2.8 : Etapes de la détermination de la teneur en HMF

➤ **Expression des résultats**

La teneur en HMF est exprimée en mg/kg et est donnée par la formule suivante :

$$\text{HMF} = (A_{284} - A_{336}) \times 149,7$$

Où :

A_{284} : L'absorbance à 284 nm

A_{336} : L'absorbance à 336 nm

Facteur 149,7 = $(126 \times 1000 \times 1000) / (16830 \times 10 \times 5)$ = constante, (facteur AOAC, 2000)

2.3.2. Analyse pollinique qualitative

➤ **Principe**

C'est une technique qui repose essentiellement sur l'étude morphologique des grains de pollen contenus dans une quantité précise de miel sous microscope

optique (Jof, 1977). Il faut ajouter que cette analyse est effectuée dans le but d'éviter la fraude de dénomination ainsi elle nous renseigne sur la région géographique du miel.

➤ **Protocole**

- Dissoudre 10 à 20g de miel dans 20ml d'eau distillé et les placer dans un bain Marie à 45°C pendant 20mn.
- Centrifuger la solution à 2500 tours/mn pendant 5mn.
- Aspirer et jeter le surnageant à l'aide d'une pipette de transfère en laissant environ 1cm de hauteur du liquide par rapport au culot.
- Ajouter 10ml d'eau distillée au culot et centrifuger à nouveau à 2500 tours/mn pendant 5mn.
- Etaler une goutte du culot sur une lame, sécher à l'étuve à 40°C puis ajouter une goutte de glycérine gélatinée et couvrir d'une lamelle.
- Observer et identifier les différents grains de pollen (Louveaux et *al*, 1970).

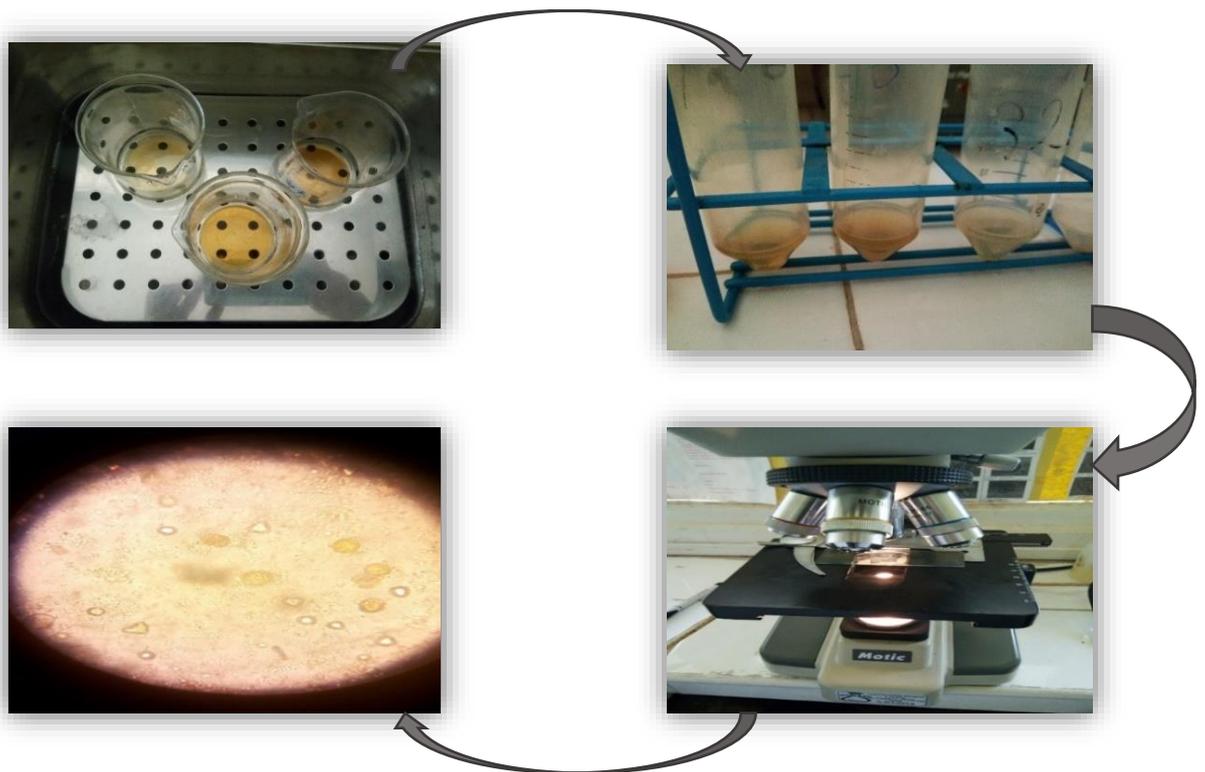


Figure 2.9 : Etapes de l'analyse pollinique qualitative

➤ Expression des résultats

On peut dire qu'un miel provient principalement d'une origine précise de nectar lorsque le miel correspondant est dominant ; lorsqu'il n'y a pas de dominance le miel est dit multifleurs (Zander, 1951).

2.4. Résultats et discussion

Notre travail expérimental a été réalisé au niveau du laboratoire d'analyse du miel de l'institut technique d'élevage (ITELV), Baba Ali (Alger). Nous avons analysé six échantillons de miels toutes fleurs disponibles dans le marché algérien représenté dans le tableau suivant :

Tableau 2.3 : Présentation des échantillons des miels étudiés

Echantillons	Origine géographique	Origine floral	Année de récolte
Echantillon 01	Espagne	Toutes fleurs	2015
Echantillon 02	Arabie Saoudite	Toutes fleurs	2015
Echantillon 03	Canada	Toutes fleurs	2016
Echantillon 04	Guelma	Toutes fleurs	2016
Echantillon 05	Tizi Ouzou	Toutes fleurs	2016
Echantillon 06	Médéa	Toutes fleurs	2016

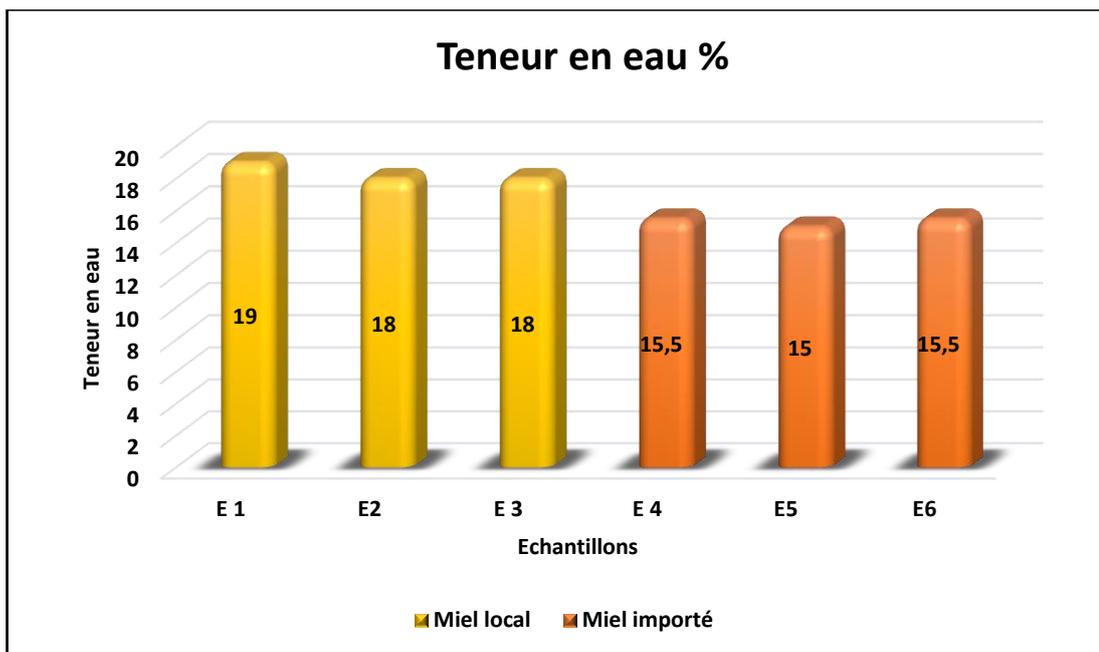
2.4.1. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques

Les résultats de notre travail sont résumés dans les tableaux en annexe2 Et les graphes suivants 2.1 à 2.6

2.4.1.1. Teneur en eau

La teneur en eau est le caractère de qualité le plus important pour le miel, car c'est un facteur qui détermine la fermentation et conditionne l'état de conservation du miel (Gonnet, 1982).

Le graphe 2.1 ci-dessous représente les valeurs de la teneur en eau obtenues pour tous les échantillons.



Graphe 2.1 : Pourcentage des teneurs en eau

D'après le graphe 2.1, les échantillons des miels analysés présentent des teneurs en eau qui varient de 15,5% à 19% avec une moyenne de 16,83%, dont l'échantillon E5 présente la valeur la plus basse et l'échantillon E1 présente la valeur la plus élevée.

Ces valeurs se situent bien dans l'intervalle préconisé par le codex alimentarius et la communauté économique européenne (CEE) donc d'après ces deux derniers la teneur en eau doit être inférieure à 21% (MSDA, 2003), de là nous pouvons dire que tous les échantillons sont conformes aux normes de qualité relatives à la teneur en eau.

La teneur en eau est une donnée très importante à connaître, car elle conditionne la qualité du miel, en effet seuls les miels dont la teneur en eau est inférieure à 18% sont bons à conserver (Gonnet, 1982).

Les valeurs enregistrées de nos miels n'excèdent pas cette norme excepté les échantillons 1, 2 et 3, qui présentent des valeurs de 19%, 18%, 18% respectivement. Ceci pourrait être expliqué par :

- Une récolte précoce de ces miels, c'est-à-dire avant leur maturation (Prost, 1972).
- Les conditions dans lesquels ces miels sont élaborés, récoltés, transformés et entreposés dans la ruche par les abeilles.

- Une humidité relative élevée pendant la récolte va conduire à une déshumidification difficile du nectar par l'abeille, donc la production d'un miel riche en eau, instable sur le plan physique et biologique et susceptible de se dégrader rapidement. (Gonnet, 1993)

Dans ce contexte, Lequet (2010), rapporte que la teneur en eau des miels est en fonction du climat, de la saison et de l'humidité des plantes butinées par l'abeille.

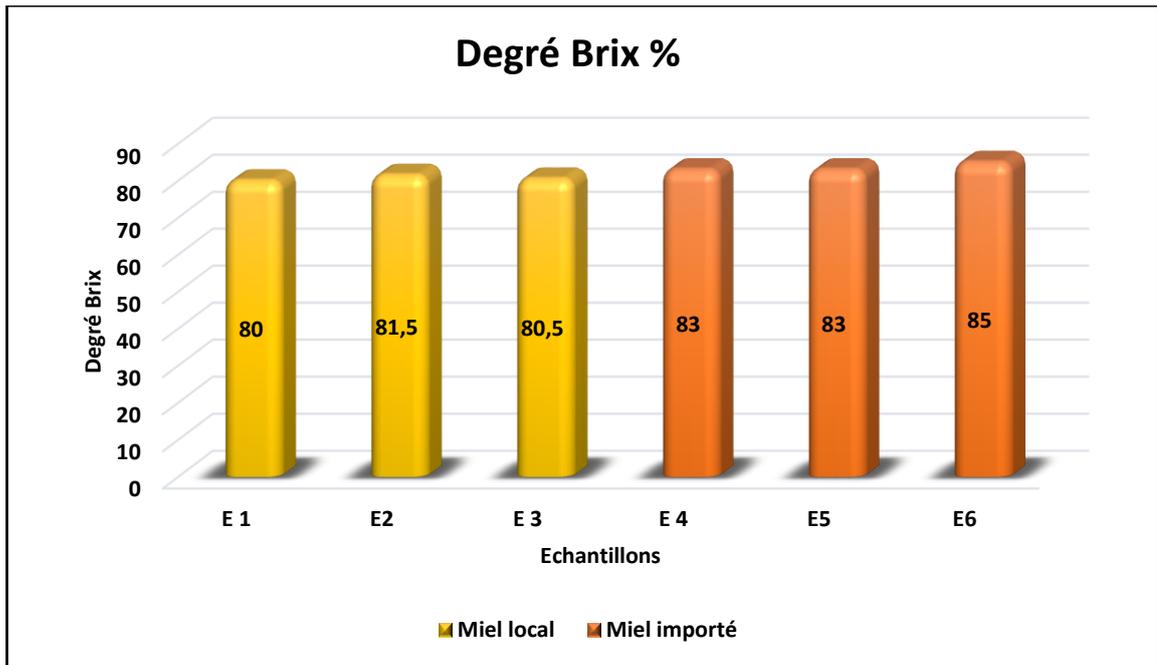
Les échantillons 5, 4 et 6 sont les miels les plus pauvres en eau, soit respectivement 15%, 15,50% et 15,50%. Ces derniers sont les meilleurs vis-à-vis de la conservation. Leur faible teneur en eau pourrait être expliquée par l'extraction qui s'est effectuée durant une période très chaude, et qui se conservent quel que soit la température de stockage et le nombre de levure qui contient, car selon Gonnet (1982), en dessous de 15 % d'eau, la fermentation n'intervient jamais.

Les miels importés ont une teneur de 18% à 19% et sont conservés longtemps à température ambiante dans les étalages de commerce, mais ils n'ont pas montrés des signes de fermentation, ceci pourra être expliqué par une pasteurisation qui a tué les levures responsables de la fermentation.

2.4.1.2 Degré Brix :

Le degré Brix d'un miel indique la quantité de sucre (en gramme) contenue dans 100g de miel. D'après Raiffaud (2010), la teneur en sucre est évaluée grâce au degré Brix qui représente une bonne évaluation de celle-ci.

Le graphe 2.2 ci-dessous nous donne les valeurs du degré Brix obtenues pour les différents échantillons analysés.



Graphe 2.2 : Pourcentage des valeurs de degré Brix

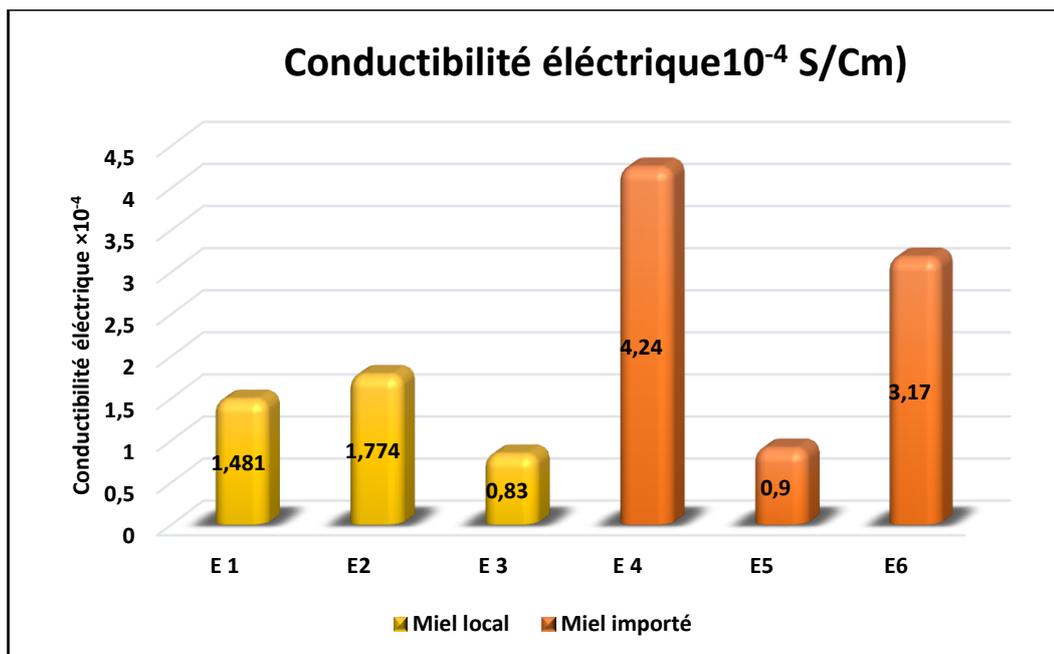
D'après le graphe 2.2, nous remarquons que les valeurs de Brix des échantillons analysés sont importante et varies de 80% à 85%, avec une moyenne de 82,16%.

Les valeurs obtenues pour le degré Brix de nos miels sont toutes supérieures à 65%, norme recommandé par le *Codex Alimentarius*, (2001).

Selon Bogdanov et *al*, (2001) Les miels qui présentent un degré de Brix supérieur à 60% ont pour origine le nectar. Ce qui nous pousse à dire que les échantillons de miel analysés ont pour origine le nectar.

2.4.1.3. Conductibilité électrique

La conductibilité électrique (CE) nous donne des renseignements sur l'origine des miels analysés, les résultats de cette analyse sont portés sur Le graphique ci-dessous :



Graphe 2.3 : Les valeurs de la conductibilité électrique

Les valeurs de conductivité électrique sont comprises entre 0,83 et 3,17 avec une moyenne de $2,06 \times 10^{-4} \text{ s/cm}$

Ces valeurs correspondent à ceux rapportées par le *codex alimentarius*, (2001) ces dernières ne dépassent pas $8 \times 10^{-4} \text{ s/cm}$ pour les miels de nectar, et ne sont pas inférieure à $8 \times 10^{-4} \text{ s/cm}$ pour les miels de miellat.

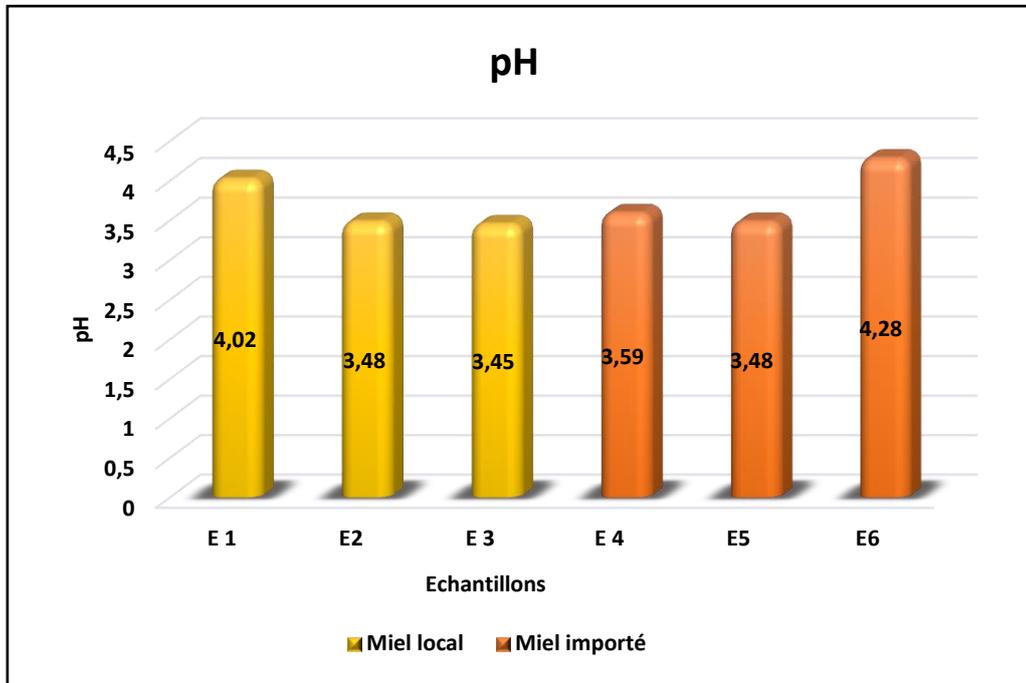
Dans ce contexte Gonnet (1986), affirme que la conductibilité électrique du miel apporte une indication précieuse dans la définition d'une appellation, les miels issus de nectar ont une CE allant de 1 à $5 \times 10^{-4} \text{ s/cm}$, et ceux issus de miellats de 10 à $15 \times 10^{-4} \text{ s/cm}$, par contre, les valeurs médianes correspondent souvent à des mélanges naturels des deux origines.

Nous remarquons que pour l'échantillon E4 qui est un miel local la conductibilité électrique est relativement élevée ($CE = 4,24 \times 10^{-4} \text{ s/cm}$)., on peut suspecter une certaine présence de miellat, il est le plus foncé et le meilleur conducteur du courant électrique. Par contre les autres échantillons sont des miels de nectar, ils sont les plus clairs et conduisent relativement mal le courant.

De ce fait nous pouvons conclure que tous nos échantillons sont des miels de nectar et sont donc conformes aux normes. Nos miels sont dans l'intervalle de $0,1$ à $0,5 \text{ ms/cm}$; donc nos miels ont pour origine le nectar

2.4.1.4. pH

Les valeurs de mesure du pH nous donnent une indication sur la réaction acide des miels analysés et qui sont représentés dans le graphe 2.4 ci-dessous.



Graphe 2.4 : Les valeurs du pH

Donnadieu (1984), et Gonnet (1982), signalent que le miel est acide, son pH est en moyenne entre 3,5 et 6. Le pH d'un miel est en relation avec la quantité d'acides ionisables qu'il renferme (ions H^+), ainsi que de sa composition minérale.

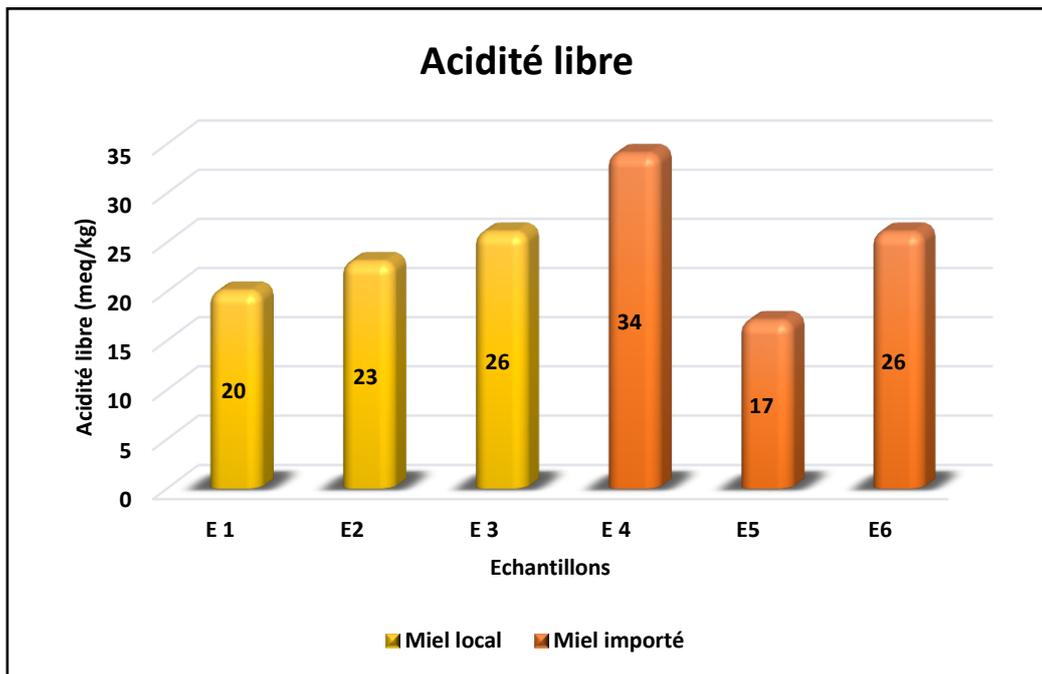
Les valeurs du pH de nos échantillons de miels oscillent entre 3,45 (E3) et 4,28 (E6) avec une moyenne de 3,71. Donc nous pouvons dire que tous les miels étudiés sont acides.

Gonnet (1986), affirme qu'un pH faible de l'ordre de 3,5 pour un miel, prédétermine un produit « fragile » pour la conservation duquel faudra prendre beaucoup de précautions. Par contre un miel à pH 5 ou 5,5 se conservera mieux et plus longtemps. Donc nos échantillons à pH 3,5 - 4,5 ne sont pas bons pour une conservation de longue durée.

2.4.1.5. Acidité libre

En général, les variations de l'acidité sont en relation avec la quantité et la nature des acides organiques présents dans le miel. L'acidité libre présente un critère de qualité très important pour le miel, elle conditionne la durée de conservation de ce produit (Cervantes et al, 2000)

Les résultats de l'analyse de l'acidité libre sont représentés par le graphe 2.5 ci-dessous :



Graphe 2.5 : Les valeurs de l'acidité libre

Les valeurs de l'acidité libre varient de 17 à 34 milliéquivalents d'acide par 1kg de miel avec une moyenne de 24,33 meq/kg

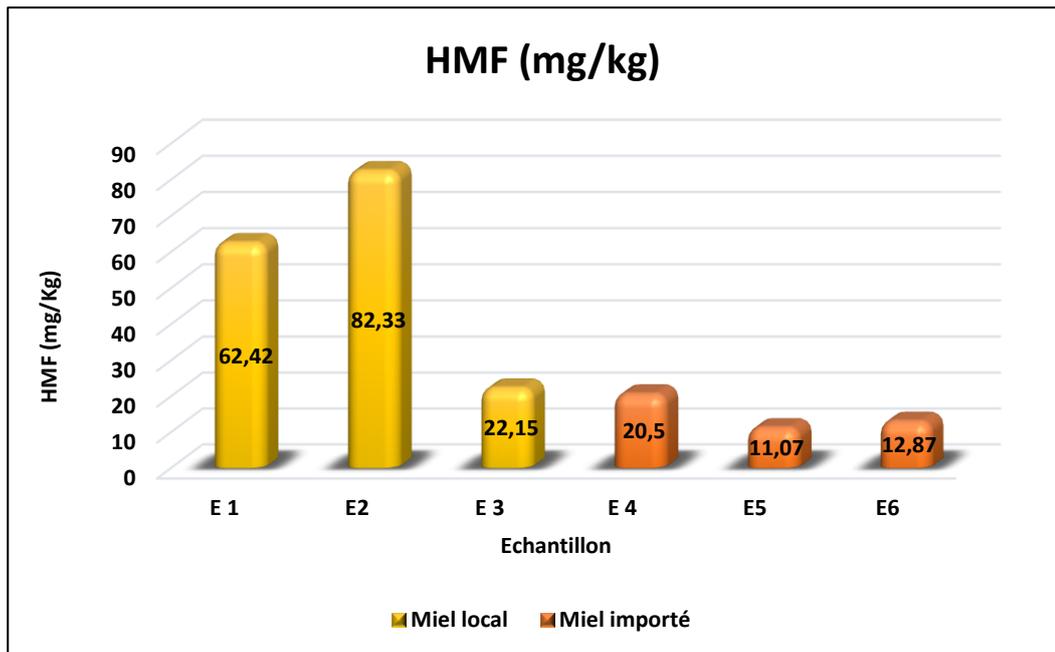
Selon Gonnet (1982) et Weiss (1989), l'acidité libre doit être supérieure à 10meq/kg et inférieure à 40 meq/kg.

De plus les valeurs trouvées ne dépassent pas les 50 meq/kg, valeur rapportée par le *codex alimentarius* (2001). Donc on peut conclure que l'acidité des miels étudiés est conforme aux normes préconisées.

2.4.1.6. HMF

Le principale critère d'évaluation mesurable de la qualité du miel est la concentration en HMF, selon Gonnet (1982) sa présence est un révélateur de dégradation plus au moins avancée du produit, il nous renseigne donc sur l'état de fraîcheur.

Les résultats d'analyse de l'HMF sont représentés Le graphe 2.6 ci-dessous :



Graphe 2.6 : Les valeurs de l'HMF

Les résultats de l'analyse spectrophotométrique révèlent un taux d'HMF compris entre 11,07 et 82,33 mg/kg avec une moyenne de 35,22 mg/kg.

D'un point de vue législatif, la majorité des miels analysés sont conformes et ne dépassent pas les normes recommandées par le *Codex alimentarius* (Max 60 mg/kg) et aux exigences européennes (Max 40 mg/kg) à l'exception des échantillons 1 et 2 qui ont une teneur élevée par rapport aux autres échantillons.

Cette teneur élevée pourrait être expliquée par le fait que : soit ces miels sont fabriqués en 2015 et ont donc passé une longue durée pour être commercialisés (Vieux miels), ou qu'ils ont subi un excès de chaleur (pasteurisation). Car selon Marceaux et al (1994) l'excès de la chaleur et l'entreposage prolongé sont les facteurs les plus importants dans l'augmentation de la teneur en HMF.

Les échantillons 5 et 6 ont une teneur faible en HMF, ces échantillons présentent des miels frais de l'année 2016, car d'après Bogdanov (2001), la teneur en HMF d'un miel est pratiquement nulle au moment de la récolte.

On peut conclure que l'augmentation de l'HMF des miels 1 et 2 est le résultat d'une longue durée d'entreposage dans les étalages de commerce avant d'être vendus et/ou d'un traitement thermique excessif.

2.4.2. Résultats et discussion des Analyses polliniques qualitatives

Dans le but de confirmer la source des miels analysés et faire une relation avec l'origine végétale, on a procédé à des analyses polliniques.

Les différents pollens retrouvés dans nos miels sont présentés dans le Tableau 10 ci-dessous et dans les figures 1, 2, 3,4 en annexe 2.

Tableau 2.4 : Résultat de l'analyse pollinique déterminée par microscope optique.

Echantillons	Pollen retrouvé
E 01	Echium, Ombellifères, Romarin, Trèfle, Chardon jaune, Olivier, Eucalyptus, Origan
E 02	Mimosa, Chardon jaune, Echium, Ombellifères, Cactus.
E 03	Culot pauvre : Sainfoin
E 04	Chardon, Sainfoin, Ombellifères, Rosacés, Bruyère, Oxalis, echium.
E 05	Trèfle, Olivier, Ombellifères.
E 06	Eucalyptus, Fabacées, Oxalis, Chardon

Selon Louveaux (1968), la qualité et la taille sont les facteurs de choix du pollen chez les abeilles. Les pollens de petites tailles sont plus recherchés que les gros ; les abeilles choisissent leur pollen selon leur teneur en substances attractives et selon leurs valeurs alimentaires (teneur en azote).

Après l'identification des pollens contenus dans nos miel par comparaison avec des pollens de référence en annexe3, nous remarquons que

- Les échantillons 1,2 et 4 présentent un culot riche en pollen par rapport aux échantillons 5 et 6 qui présentent un culot moyen ceci pourrait être expliqué par :

- La teneur en pollen dans le nectar d'où provient le miel et en seconde lieu par le mode d'extraction (Chauvin, 1968).
- Le couvert végétal change d'un site à un autre.
- L'intensité de butinage (Machenay, 1988).
- La texture du sol et sa richesse en matière organique et minéraux qui ont une influence considérable sur l'intensité de la sécrétion nectarifère (Hommel, 1947).

Ces échantillons renferment plusieurs formes de pollens, donc l'analyse confirme l'appellation et sont tous des miels multif floraux.

- L'échantillon 3 présente un culot pauvre en pollen avec présence d'un seul type de pollen sainfoin donc l'analyse qualifie ce miel comme « mono florale ». La pauvreté de cet échantillon en pollen revient fort probablement soit à :

- Un climat austère, qui est un élément très important qui conditionne la sécrétion mellifère (Prost, 1987).
- L'origine de ces miels provenant d'abeilles nourries par du sirop artificielle ce qui met en doute leur qualité.

- La composition pollinique de l'ensemble des échantillons est dominée par des espèces spontanées par apport aux espèces cultivées, donc les ruchers ont été installés dans des milieux naturels.

CONCLUSION GENERALE

Le miel présente un éventail très large de gout et de couleur, devant cette complexité le consommateur se trouve toujours confronté à un problème de qualité difficilement appréciable à l'œil nue. Donc il est important d'utiliser des méthodes sûres et fiables basées sur des examens physico-chimiques et palynologiques qui nous permettent d'identifier les miels et de déterminer leurs critères de qualité.

Le présent travail, nous a permis d'évaluer la qualité de quelques miels locaux et importés à partir de différentes analyses physico-chimiques et pollinique. Au terme de ce travail nous avons constaté les particularités suivantes :

- Pour la teneur en eau, les échantillons de miels locaux présentaient une valeur inférieure à 18%, alors que les miels importés avaient des teneurs en eau supérieures à cette valeur ce qui peut présenter des risques de fermentation et s'opposer à une bonne conservation de ces miels.
- Les résultats obtenus pour le pH, l'acidité libre et ceux de la conductibilité électrique confirment l'origine nectarifère des miels analysés.
- Pour l'HMF, tous les miels de l'année 2016 sont de bonnes qualités car leur taux d'HMF est conforme à la norme exigée par le *codex alimentarius* qui est de 40mg/kg par contre deux échantillons de miel importé (1 et 2) de l'année 2015 ont présentés un taux d'HMF supérieur à la norme exigée.
- Les résultats d'analyse pollinique révèlent que l'origine botanique de tous les échantillons de miels correspond à leur appellation miels « toutes fleurs » alors que l'échantillon 3 (importé) est classé en « mono florale » et pauvre en pollen ce qui met en doute sa qualité.

Notre étude nous a permis de conclure que les miels locaux répondent aux normes internationales, car ils sont naturels n'ayant subi aucun traitement technologique qui pourrait nuire à leur qualité, par contre les miels importés ne sont pas toujours frais et de bonne qualité. Cela peut être dû à la longue durée qui ont passé dans les étalages du commerce d'une part et ayant subi un traitement thermique comme la pasteurisation qui pourrait dévaloriser leurs compositions d'autre part.

RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

L'étude a permis de confirmer qu'il est difficile de juger la qualité de miel par le consommateur sans faire recours aux analyses complémentaires. Ainsi, il est préférable de consommer des miels locaux frais de bonnes qualités qui n'ont subi aucun traitement thermique.

Cependant nous recommandant de compléter notre étude par l'analyse des sucres et l'étude du rapport glucose/fructose qui pourra nous aider à mieux interpréter la qualité et l'âge des miels en générale et ceux importés en particuliers. En plus, l'analyse des résidus d'antibiotique et de pesticides, la présence de métaux lourds et tous les autres types d'analyses pouvant se rapporter à l'étude de la qualité des miels.

Ces résultats nous fournissent des informations utiles surtout dans le contexte actuel, et avec l'ouverture du marché, la commercialisation d'un miel de qualité nécessite le développement de sa technologie, le suivit des bonnes conduites d'hygiène afin d'offrir un produit sain, propre à la consommation et apte à une bonne conservation.

Il est aussi de notre devoir d'assister d'aider et d'encourager les apiculteurs en matière de disponibilité des produits sanitaires et des moyens matériels divers et l'ouverture à la labélisation des miels de terroirs.

En plus, il est nécessaire de sensibiliser les consommateurs sur les bienfaits des produits de l'abeille, et enfin élaborer des réglementations (lois) sur la qualité des miels locaux, et travailler sérieusement sur la normalisation des miels algériens afin de faire face à l'importation frauduleuse sur certains miels de très mauvaise qualité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ali M.H, 2010:** fundamentals of irrigation and on-farm water management, vol.1, Ed. Springer; New york, Pp : 279
- Anonyme D, (2003):** www.Agronomie.info.com. (consulté le 26/06/2017)
- Apfelban M et Romon M, (2009) :** Diététique et nutrition.7eme Edition Masson 516p
- Apfelbaum M, Romon M et Dubus M, (2004) :** Diététique et nutrition .6ème édition (c) Masson .paris .345p.
- Bacher R, (2008) :** Les abeilles, le miel et l'apiculture. Terre vivante.141p.
- Berkani, (2007) :** Etude des paramètres de développement de l'Apiculture en Algérie. Thèse en vue de l'optention de Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques, préenté à l'Institut National Agronomique-Alger,270p
- Bogdanov S, (1999) :** Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel. Centre Suisse de recherche apicoles .05p.
- Bogdanov S, 2002 :** HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION, Ed.swiss bee recherche centre, Bern, 15p.
- Bogdanov S, Bieri K, Gremaud G, Kanzig A, Seiler K, Stockli H, et Zurcher K, 2003 :** Produits apicoles, Ed. OFSP, Bern, 15p
- Bogdanov S, Bierri K, Gallman P, (2005) :** Miels monofloraux suisses, Centre de recherches apicoles, Station de recherches en production animale et laitière. 55p.
- Bogdanov S, Lulmann C, Martin P, (2001):** *Qualité du miel et norme internationale relative au miel*. Rapport de la commission international du miel. Abeille Cie N° 71-4.1 2p.
- Bradbear N, (2005)** Apiculture et moyens d'existence durables : Volume IFAO.64p
- Bruneau E, 2005 :** Voyage au cœur du miel, Rev. Actuapi, n°31, ED. CARI, Louvain-la-neuve, Pp : 05-07.
- Cervantes R, Gonzales S.A, Sauri, (2000) :** Les effets du traitement thermique sur la qualité du miel pendant l'entreposage. Edition Apiacta.365p.

- Chauvin R (1968)** : *Traité biologique de l'abeille*, Tome 3. Edition Masson de Cie, Paris. Pp : 298-310.
- Codex Stan (12-1981, 1987 2001)**: Codex Alimentarius commission Standards.
- Deschamps V.C, (1998)** : Production et commercialisation du miel. Thèse de doctorat vétérinaire, université Paul Sabatier, Toulouse, p118.
- Donadiou Y (1984), et Gonnet (1982)** : pollen thérapeutique naturelles. 5ème Ed Maloine S.A .Paris.3 1p.
- Faveux, (1986)** : Honey bee mites, bibliography, FAP, 62/2,59.
- Feller-Demalsy M.J, Levac D, Marceau J, (1996)** : apiculture- qualité et manipulation du miel (cathérétique du miel).Comité apiculture du conseil des productions végétales du Quebec.Pp 10-19.
- Gomes S,Dias L, Moreira L.L., Rodrigues P., et Estevinho L., 2010** : Food and Chemical Toxicology, Vol. 48, Ed. Elsevier, Pp 545-546.
- Gonnet 1 M, (1982)** Les miels : compositions, propriétés, conservation.Ed.OPTDA-INRA, station expérimentale d'apiculture Pp 1-33
- Gonnet 2 M, (1982)** : L'analyse des miels : description de quelques méthodes de contrôle de la qualité.Bull.Tech.apic pp : 17-36
- Gonnet M et Vache G, (1985)** : le gout du miel.Paris.union National d'apiculture Française U.N.A.F.Paris 1400p
- GONNET M, (1986)** : L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité. Bul. Tech. Apic, 54, 13(1). Pp 17-36.
- Hommel, (1947)** : Apiculture. 6^{ème} ED., Librairie J-B.Baillière, Paris, P495.
- Hoyet C, 2005** : Le miel : de la source à la thérapeutique. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de Docteur en pharmacie, présentée à l'université Henri poincaré-Nancy I ,96p
- Huchet E, Coustel J, Guinotl L, (1996)**: Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. 1-18p.
- Hussein M.H, (2001)** : L'apiculture en Afrique (les pays du nord, de l'est, du nord et de l'ouest du continent). Plant Protection Dept, Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut, EGYPTE. Apiacta. 1, p 34-38.
- Jean-Prost P, Le Conte Y, 2005** «conduire l'abeille ; conduire le rucher ».07 ème Edition tec et doc Lavoisier. Paris ; Pp 380-406.

JOF 1977 : Arrêté du 15 février 1977 relatif aux méthodes officielles d'analyse de miel.

Lequet L, (2010) : Du nectar à un miel de qualité : contrôle analytique du miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculteur amateur. Thèse pour l'obtention de grade de Docteur vétérinaire, école nationale vétérinaire de Lyon.194p.

Les abeilles et leur élevage (nouvelle encyclopédie des connaissances agricoles).

Louveau J, (1968) : le traité de la biologie, composition, propriétés et technologie du miel. Edition Masson et Cie, Parie.389p.

Louveaux J Maurizio A et Vorwohl G, (1970) : Les méthodes de la melisso-palynologie, commission internationale de botanique apicole de L'U.I.S.B, pp : 17

Louveaux J, (1980) : Les abeilles et leurs élevages. Ed. Opida.215p.

Louveaux J, (1985) : Les miels d'Afrique du nord et leur spectre pollinique. Apidologie.PP : 160-170

Louveaux J, Maurizio A, et Vorwohl G, (1970) : Les methodes de la melisso-palynologie, comission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B Pp :17

Louveaux. J, (1985) : Les abeilles et leur élevage.Edition Opida. Pp: 165-181.

MachenayP, (1988) : Miel, miellats Bulletin d'agriculture traditionnelle et de botanique appliqué, Pp : 121-146.

MARCEAU J, NOREAU J et HOULE E, (1994): Les HMF et la qualité du miel.Volume 15 numéros 2. Fédération des Apiculteurs du Québec .service de zootechnie,MAPAQ.04p.

Maurizio A et Louveaux J., 1970.-Méthodes d'analyse pollinique des miels. Ed.

MSDA,(2004) : produit apicole.Revue par le groupe d'expert.produit apicole.pp 9 21

Mutsaers M, Blitterswijk HV, Leven LV, Kerkvliet J, Waerd J, (2005). Produit de l'apiculture série Agrodok N°42.120p

Prost P-J, (1987):l'apiculture 1987 .ED :j.b : Ballière, Lavoisier, Paris, pp : 141-153.

Prost.J (1972) : Apiculture ED.J.J.Bailliere.

-Pudlowski G. et Rougemont M, (2000) : Les trésors gourmand de la France, Ed la renaissance du ivre, Tournai, p 177

Raiffaud Christine, (2010) : Produits bio, ED Educagri 214p

Roques R, (1994.) : La botanique redécouverte. Ed. Belin. INRA. Paris. 511p.

- Schweiteizr P, (2004)** les critères de qualité du miel.Revue l'abeille de France N°916, Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. Pp : 02
- Vache G,Gonnet M, (1985)** : Le gout de miel.Ed.UNAF,Paris.150p
- Vorwohl G, (1994)** : Trabajos de palinologia basica y aplicado. pp : 18-106.
- Weiss K, (1989)** : Pratique de l'élevage en apiculture question réponse. Ed européenne apicole.Bruxelle. pp 55.
- Zander E, (1951)**: Beitrage Zur Herkunftsbestmmung. Bei Honig.5. Liedloff. Loth und Michaelis. Leipzig : 44p.

ANNEXES

ANNEXE 1 : MATERIEL UTILISE

A- Verrerie et accessoires

- Baguette en verre
- Barreau d'agitation magnétique
- Béchers
- Burette graduée avec robinet
- Entonnoir
- Eprouvette en verre
- Essuie tous
- Erlenmeyers de 100 ml
- Filtre de 22 μm
- Fiole de 50 ml
- Fiole jaugées
- Lame et lamelle
- Micropipette
- Ombos pour micropipette
- Papier Josef
- Pipette de transfert
- Pipette graduée
- Pissette d'eau distillée
- Portoir pour tubes
- Spatule
- Tubes à essai en verre à vis

B- Réactifs et solutions

- Eau distillé
- Glycérine gélatinée
- Solution carrez I
- Solution carrez II
- Solution de bisulfite (0,2%)
- Solution de NaOH (0,1N)

- Solution tampon (ph 7, ph 4)

C- Appareillage et équipements

- Agitateur magnétique MORAT
- Balance
- Bain marie CLIFTON
- Cellule de quartz de 1cm de trajet optique
- Centrifugeuse OSI
- Conductimètre CORNING
- Etuve FISHER Scientifique
- Microscope optique MOTIC
- PH-mètre HANA
- Refractomètre à main TESTER 86-92 Brix
- Spectrophotomètre UV CECIL

ANNEXE 2 : RESULTAT DES ANALYSES EFFECTUEES

1) Les résultats d'analyse physico-chimiques

Tableau 1 : Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel

échantillons	01	02	03	04	05	06	Normes
Teneur en eau (%)	19	18	18	15,5	15	15,5	< 21 %

Tableau 2 : Les valeurs du degré Brix (matière sèche)

échantillons	01	02	03	04	05	06	Normes
Degré Brix	80	81,5	80,5	83	83	85	> 65%

Tableau 3 : Les valeurs de la conductibilité électrique

échantillons	01	02	03	04	05	06	Normes
CE ($\times 10^{-4}$ S/cm)	1,481	1,774	0,830	4,240	0,900	3,170	1.10^{-4} S/cm

Tableau 4 : Les valeurs du pH

échantillons	01	02	03	04	05	06	Normes
pH	4,02	3,48	3,45	3,59	3,48	3,28	3,5-4,5

Tableau 5 : Les valeurs de l'acidité libre

échantillons	01	02	03	04	05	06	Normes
Acidité libre(meq/kg)	20	23	15	34	17	26	<40 (meq/kg)

Tableau 6 : Teneurs en Hydroxy méthyl furfural

échantillons	01	02	03	04	05	06	Normes
Acidité libre (meq/kg)	20	23	15	34	17	26	<40 (meq/kg)

2) Les résultats d'analyse pollinique



Figure 1 : Vue sous MO de l'E 05, Gr 40 × 10

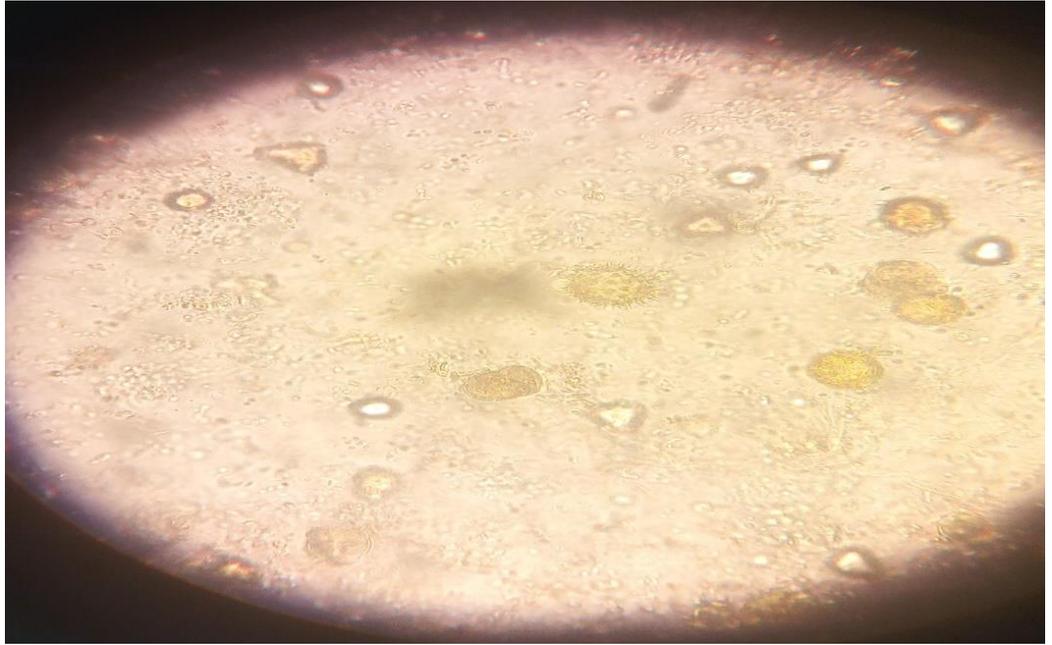


Figure : 2 Vue sur MO de l'E4, Gr 40 × 10



Figure 3 : Vue sous MO de l'E 01, Gr 40 × 10



Figure 4 : Vue sous MO de l'E 03, Gr 40 × 10

ANNEXE 3: QUELQUES PHOTOS DE POLLEN DE REFERENCE

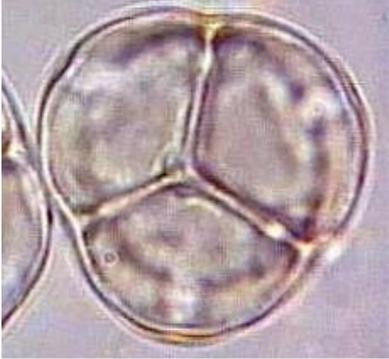
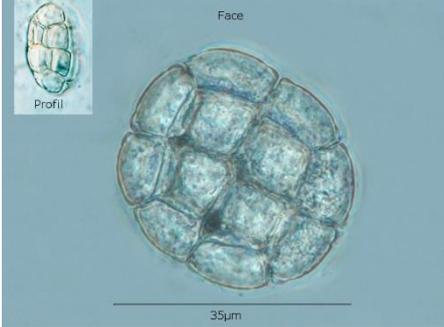
 <p>Genre : <i>Echium</i> sp : vulgare Famille : Boraginaceae</p>	 <p>Genre : <i>Rubus</i> sp : ulmifolius Famille : Rosaceae</p>
 <p>Genre : <i>Erica</i> (bryères) sp : sp Famille : Ericaceae</p>	 <p>Genre : <i>Eucaliptus</i> sp : sp Famille : Myrtaceae</p>
 <p>Genre : <i>Oxalis</i> sp : sp Famille : Oxalidaceae</p>	 <p>Genre : <i>Mimosa</i> Sp : sp Famille : Mimosaceae</p>

Tableau 7 : Quelques photos de pollen de référence

ANNEXE 4 : GLOSSAIRE

Abeilles mellifiques : abeilles domestiques originaire d'Europe, élevé dans la plus part des régions du monde pour le, la cire, gelée royale, venin, propolis.

Alvéole : logette des rayons du nid des abeilles ou des guêpes destinée à recevoir soit un œuf, soit chez les abeilles du miel.

Antibactérienne : substance active contre les bactéries

Bactériostatique : Se dit de tout phénomène ou de toute substance capable d'inhiber la multiplication des bactéries sans les tuer.

Butinage : récolter le pollen ou le nectar des plantes par les abeilles.

Codex alimentarius : recueil de normes alimentaire internationalement adaptées et présenté de manière uniforme, dans le but de protéger la santé des consommateurs et d'assurer la loyauté des pratiques suivies dans le commerce des produits alimentaire.

Degré Brix : porte le nom de son inventeur : Adolf Ferdinand Wencesalus Brix, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble.

Déshydratation : Réaction chimique au cours de laquelle on arrache à un composé une ou plusieurs molécules d'eau

Enzyme : Protéine accélérant les réactions chimiques de l'organisme.

Evaporation : Transformation sans ébullition d'un liquide en vapeur.

Flavonoïdes : métabolites secondaire de la couleur variée des fleurs et des fruits

Glucosyl-invertase : enzyme utilisée pour produire le sucre inverti en scindant le saccharose en une molécule de fructose et une de glucose et ainsi améliorer la durée de vie des produits.

HMF (Hydroxymethylfurfural): Substance qui se forme dans le miel par dégradation du fructose en milieu acide. Un taux élevé d'HMF caractérise un miel vieilli ou chauffé

Homoptères : Nom d'ordre donné à des insectes hémiptéroïdes tel que les fulgures, les pucerons (s'oppose à hétéroptères)

Hydrolyse : Destruction d'une structure chimique par l'eau.

Inhibine : c'est une hormone peptidique, chez certains insectes comme l'abeille, on a montré que l'inhibine jouait un rôle de biocide naturel (antibactérien) dans le miel.

Jabot : Partie du corps dans laquelle l'abeille transporte le nectar.

Maturateur : Appareil servant à décanter le miel.

Opercule : couvercle d'une alvéole d'abeille ou de guêpe.

Pesticides : est une substance chimique utilisée pour lutter contre des organismes considérés comme nuisibles

Ruche : Habitation d'une colonie d'abeille.

Solution CAREZ I et CAREZ II : Solution pour la préparation d'échantillon dans le cadre de dosage par kit enzymatique