

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Blida - 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Projet de fin d'études en vue de l'obtention
Du Diplôme de Master II
en Biologie
Option : Qualité en Production Animale

Thème :

**ETUDE COMPARATIVE ENTRE QUELQUES MIELS
LOCAUX ET LES AUTRES IMPORTES**

Réalisé par : Melle. MAHAMMED WAHIBA

Devant le jury:

Mr. OUSSADOU.L	Professeur	Université Blida 1	Président
Mme AYAD. A	M AA	Université Blida 1	Promotrice
Mme BEN CHABANE.S	MAA	Université Blida 1	Examinatrice

Année Universitaire : 2016 - 2017

REMERCIEMENTS :

Avant tout, je remercie ALLAH, le Grand et tout Puissant, pour tout ce qu'il m'a donné dans ce bas monde.

Mes vifs remerciements vont aussi à tous ceux qui, grâce à leur aide précieuse, ont contribué à la réalisation de ce modeste travail, particulièrement à :

- Mes professeurs qui ont su m'abreuver de connaissances, de sciences et de compréhensions.
- **Mr. OUSSADOU. L, Professeur à l'université SAAD DAHLEB, Blida1, pour avoir accepté de présider mon jury.**
- **M^{me} BEN CHABANE. S,** Maitre Assistante à l'université SAADDAHLEB, Blida1, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner mon travail.
- **Mme AYAD. A,**Maître assistante à l'université SAAD DAHLEB, Blida1, pour avoir dirigé ce travail, pour ses conseils, ses orientations et sa gentillesse.
- Tous les professeurs et personnels de l'université SAAD DAHLEB- Blida1, particulièrement Mme la Doyenne BEN RIMA pour sa gentillesse de m'avoir accueillie dans son établissement.
- Tout le personnel du laboratoire d'analyse de miels de L'I.T.E.L.V, notamment Mme JINANE qui a eu la patience et la gentillesse de m'avoir suivie et conseillée dans mon travail expérimental d'analyses des miels.
- Mr. Le Directeur de l'I.T.E.L.V qui a bien voulu m'accueillir dans son établissement.
- A tous ceux qui m'ont, de près ou de loin, prêtés main forte pour l'achèvement de ce mémoire, je dis: **MERCI.**

WAHIBA.

A bouquet of red roses in a green vase with red berries.

DÉDICACES

J'oe dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents pour leur encouragement et leur soutien moral,

Merci Papa, Merci Maman

A mes sœurs

Fatima, Nadia, Houria et NOUR EL HOUDA

A mes chers frères Med Lamine ,Ismail ,Soufiane, azzedine.

A tous les membres de ma famille pour leur affection et amour.

A Mme AYAD Amina, ma promotrice, pour ses conseils et ses orientations.

Aux personnels du laboratoire d'analyse physicochimique du miel et plus particulièrement à Mme JINAN pour m'avoir suivie et conseillée dans mes travaux pratiques.

Aux membres de la direction de l'I.T.E.V, notamment Mr. Le directeur de l'institut technique d'élevages à BABA Ali, Alger.

Je dédie aussi ce travail à mes collègues de la promotion 2016 - 2017.

A tous mes chères amies

WAHIBA.

Résumé:

Le miel est un composé biologique très complexe. Il est d'une très grande diversité qui lui confère de nombreuses propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique.

L'objectif de notre travail vise à faire une étude physicochimique et microbiologique sur 10 échantillons de miel dont 05 sont des miels locaux et les 5 autres sont des miels importés retrouvés dans les étalages de commerce.

Au cours de notre expérimentation, nous avons effectué les analyses suivantes:

la densité, l'absorbance, la conductibilité électrique, la teneur en eau, la teneur en degré Brix, le pH, le taux de l'acidité, le taux de l'HMF et la couleur.

Nous avons aussi effectué le dénombrement des germes contenus éventuellement dans les échantillons de miels.

A travers ces analyses, nous avons remarqué que tous les miels locaux sont naturels n'ayant subi aucun traitement technologique qui pourra nuire à leurs qualités.

Ils répondent aux normes requises du **Codex alimentarius (2001)** ou code alimentaire lequel est un ensemble de normes alimentaires internationales dont le principal objectif est de protéger la santé des consommateurs en garantissant des pratiques réglementaires et adéquates dans la manipulation et le commerce des miels.

Par contre, certains miels importés sont des miels ultrafiltrés avec un taux d'HMF très élevé, ce qui explique que ces miels sont vieux du fait qu'ils ont subi un traitement de chaleur.

Mots clés : *qualité, miel local, miel importé, normes internationales, hydroxyméthylfurfural.*

ملخص:

ان العسل مركب بيولوجي جد معقد ذو تنوع عالي مما يعطيه خواص متعددة من الجانب التغذوي كما من الجانب الطبي. يهدف عملنا هذا الى اجراء الدراسة الفيزيوكيميائية والمكروبيولوجية على 10 عينات من العسل، منها 05 محلية، والآخرى مستوردة تباع في المتاجر. هذا البحث يسمح لنا بدراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية: الكثافة، الامتصاصية، التوصيل الكهربائي، محتوى الماء، المادة الجافة، درجة الحموضة، معدل الحموضة، هيدروكسي ميثيل فورفورال و اللون. وحاولنا أيضا البحث عن البكتيريا الموجودة في هذه العينات من العسل.

من خلال هذه التحليلات، لاحظنا أن جميع العسل المحلي يلبي المعايير المطلوبة من الدستور الغذائي (2001)، فهي طبيعية ولم تخضع لأي علاج تكنولوجي يمكن أن يضعف صفاتها. من ناحية أخرى، بعض العسل أدخلت العسل المستوردة مع ارتفاع مستوى هيدروكسي ميثيل فورفورال جدا، وهذا يخبرنا أن هذه العسل قديمة، وخضعت للمعالجة الحرارية.

الكلمات المفتاحية: الجودة، العسل المحلي، العسل المستورد، المعايير الدولية، هيدروكسيميثيل فورفورال

Abstract:

The Honey is a very complex biological compound with very wide diversity, giving it a multitude of properties, both nutritionally as therapeutically.

The objective of our work is to make a physicochemical and microbiological analysis, on 10 samples of honey, of which 05 are local honeys, and the 05 others are the imported honeys, recovered in the market.

During our experimentation, we did the following analysis: the density, the pH, the electric conductivity, the absorbance, the content in water, the content in Brix Degree, the rate of the HMF, and the rate of the acidity. And we also tried to found and enumeration of germs contained in these samples of honeys.

By this analysis, we noticed that all local honeys answer the norms required of the **Codex alimentarius (2001)**, they are natural not having undergone no technological treatment that will be able to harm to their qualities. On the other hand, some introduced honeys are ultra-flirted honeys with a very elevated HMF rate, it indicates us that these honeys are old having undergone a treatment of the heat.

Keywords: *quality, local honey, imported honey, international standards, hydroxyméthylfurfural*

Liste des abréviations

Abs :Absorbance

Ac L :Acidité libre

CE :Conductibilité électrique

Ech : Echantillon

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

HMF : Hydroxyméthylfurfural

ISO: Organisation internationale de normalisation

ITELV: Institut Technique des Elevage

Meq: Milliéquivalents

pH : Potentiel d'hydrogène

T. Eau: Teneur en eau

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Titres	Pages
Tableau 01	<i>moyenne des acides organiques et minéraux entre miel de miellat et miel de nectar</i>	08
Tableau 02	<i>divers composants mineur de miel principaux miels unifloraux</i>	12
Tableau 03	<i>Principales caractéristiques de miel de nectar de Lavande</i>	37
Tableau 04	<i>Exemple d'un bulletin d'analyse d'un miel d'Algérie</i>	39
Tableau 05	<i>Norme concernant la qualité du miel (Codex Alimentarius et l'UE)</i>	49
Tableau 06	<i>Présentation des échantillons du miel étudiés</i>	55
Tableau 07	<i>Préparation de la solution aqueuse de miel</i>	62
Tableau 08	<i>Valeurs de la densité</i>	68
Tableau 09	<i>Valeurs de la conductibilité électrique</i>	70
Tableau 10	<i>Valeurs de l'absorbance</i>	72
Tableau 11	<i>Valeurs de la teneur en eau des échantillons</i>	73
Tableau 12	<i>Valeurs de la teneur en degré de Brix de miel</i>	75
Tableau 13	<i>Valeurs du pH obtenus</i>	77
Tableau 14	<i>valeurs de l'acidité libre</i>	79
Tableau 15	<i>Valeurs de l'HMF</i>	81
Tableau 16	<i>Valeurs de couleur du miel</i>	83
Tableau 17	<i>Résultat d'analyse microbiologique des miels</i>	84

LISTE DES FIGURES

<i>Figures</i>	<i>Titres</i>	<i>Page</i>
<i>Figure 01</i>	<i>Ruche Laugstroth</i>	<i>02</i>
<i>Figure 02</i>	<i>Cire d'abeille sur un cadre de corps de ruche</i>	<i>02</i>
<i>Figure 03</i>	<i>Alvéoles d'abeille</i>	<i>03</i>
<i>Figure 04</i>	<i>Gelée royale</i>	<i>04</i>
<i>Figure 05</i>	<i>Abeilles fabriquant la gelée royale</i>	<i>04</i>
<i>Figure 06</i>	<i>Composition moyenne du miel</i>	<i>11</i>
<i>Figure 07</i>	<i>Brûlure du 2ème degré avant et après traitement par le miel</i>	<i>22</i>
<i>Figure 08</i>	<i>Ruche en bois avec des cadres</i>	<i>26</i>
<i>Figure 09</i>	<i>Opercules sur un extracteur</i>	<i>27</i>
<i>Figure 10</i>	<i>Opercules sur un extracteur</i>	<i>27</i>
<i>Figure 11</i>	<i>extracteur électrique</i>	<i>28</i>
<i>Figure 12</i>	<i>la filtration du miel</i>	<i>28</i>
<i>Figure 13</i>	<i>Maturateur à miel</i>	<i>29</i>
<i>Figure 14</i>	<i>Miel semence en réserve</i>	<i>32</i>
<i>Figure 15</i>	<i>Emballage et étiquetage</i>	<i>33</i>
<i>Figure 16</i>	<i>relation entre la conductivité électrique et le taux de Cendre.</i>	<i>41</i>
<i>Figure 17</i>	<i>Processus de la formation de l'HMF</i>	<i>43</i>
<i>Figure 18</i>	<i>protocole des analyses réalisé sur le miel</i>	<i>56</i>
<i>Figure 19</i>	<i>Conductimètre électrique utilisé</i>	<i>58</i>
<i>Figure 20</i>	<i>Refractomètre spécial pour le miel</i>	<i>59</i>
<i>Figure 21</i>	<i>Préparation des Solutions du miel</i>	<i>60</i>
<i>Figure 22</i>	<i>pH-mètre utilisé</i>	<i>60</i>
<i>Figure 23</i>	<i>Préparation des dilutions décimales</i>	<i>65</i>
<i>Figure 24</i>	<i>Représentation graphique des valeurs de la densité</i>	<i>69</i>
<i>Figure 25</i>	<i>Représentation graphique des valeurs de la conductibilité électrique</i>	<i>70</i>

<i>Figure 26</i>	<i>Représentation graphique des valeurs de l'absorbance</i>	<i>72</i>
<i>Figure 27</i>	<i>Représentation graphique des valeurs de la teneur en eau.</i>	<i>74</i>
<i>Figure 28</i>	<i>Représentation graphique de la teneur en degré de Brix</i>	<i>76</i>
<i>Figure 29</i>	<i>Représentation graphique des valeurs du pH</i>	<i>77</i>
<i>Figure 30</i>	<i>Représentation graphique des valeurs de l'acidité</i>	<i>79</i>
<i>Figure 31</i>	<i>Représentation graphique des valeurs de la teneur en HMF</i>	<i>81</i>
<i>Figure 32</i>	<i>Représentation graphique des valeurs du couleur</i>	<i>83</i>
<i>Figure 33</i>	<i>absence de colonie de Clostridium sur VF</i>	<i>85</i>
<i>Figure 34</i>	<i>levure et moisissure sur milieu OGA</i>	<i>86</i>

TABLE DE MATIERE

Abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

CHAPITRE I :SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

GENERALITES SUR LE MIEL

1. produits de la ruche.....	02
2. Définition	05
3. Origine	06
4. Formation du miel	08
5. Composition et propriétés de miel	10
6. L'utilisation du miel	21
I.7. MELISSOPALYNOLOGIE	23

TECHNOLOGIE DU MIEL

1. La récolte du miel	26
2. Pasteurisation de miel	29
3. Le contrôle de la cristallisation.....	30
4. Le conditionnement et stockage de miel (la conservation).....	32
5. Emballage et étiquetage	32
6. Principales transformations physiques et chimiques du miel	34

QUALITE DU MIEL

1. Les tableaux de références	37
-------------------------------------	----

2. Les bulletins d'analyses	39
3. Description de principales données d'analyse	39
3.1. Analyse physique	40
3.2. Analyse chimique	40
3.3. L'analyse sensorielle	45
4. Qualité de miel et normes internationales	48

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

1 Matériels et Méthodes.....	54
1.1.Matériels.....	54
1.1.1. Matériel non biologique	54
1.1.2.1 Le choix des échantillons demiel.....	54
1.2 Méthode	56
1.2.1 Le Protocolexpérimental	56
1.2.2Méthodes d'analyse.....	57
1.2.2.1 Analyses physique	57
1.2.2.2 Analyse chimique.....	58
1.2.2.3 Analyse microbiologique	64

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Résultats et Discussion	68
--------------------------------------	-----------

Conclusion général

Référence bibliographique

Annexes

Introduction générale

Introduction générale

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude comparative des miels locaux et autres importés.

Son objectif principal consiste à faire une comparaison de chacun de ces miels par l'évaluation de leur qualité. Pour cela, nous avons procédé à une analyse physique et chimique de chaque miel, sans oublier la recherche du dénombrement des germes bactériens susceptibles d'être contenus dans chaque d'eux.

Aussi, pour mieux comprendre cette étude, il est utile d'exposer ce qui est l'apiculture dans la production du miel.

L'apiculture est l'une des activités rémunérées les plus anciennes du monde et à ce titre, elle participe aux revenus monétaires des ménages ruraux.

La création de la ruche LANGSTROTH a permis à l'apiculture de se développer pour créer des postes d'emploi et devenir par la suite une incontestable profession regroupant des millions d'apiculteurs.

C'est une ruche artificielle qui se compose généralement d'un cadre en bois et qui peut être posée à des emplacements permettant la récolte de différentes qualités et variétés de miel ainsi que le ramassage d'autres produits comme le pollen, la cire, la gelée royale, la propolis et le pain d'abeille.

La situation apicole dans le monde présente des particularités qui sont imposées par le climat, la flore géographique notamment la végétation régionale ainsi que les techniques pratiquées en apiculture.

En Algérie la production des miels est inférieure aux potentialités réelles du pays qui regorge d'importantes ressources mellifères.

En effet, de part son climat doux et l'existence de ressources naturelles très variées des zones rurales du littoral, des zones steppiques des hauts plateaux et du Sahara, elle pourra se développer et fournir plus de miels locaux, ce qui permettra d'arrêter les importations des miels de moindre qualité.

La production d'un kilogramme de miel pousse chacune des abeilles à butiner des milliers de fleurs dans un rayon dépassant, parfois, deux kilomètres afin de ramener dans la ruche de nombreuses matières et substances.

Sur les nombreuses fleurs qu'elle visite, l'abeille butineuse transporte des grains de pollen, favorisant l'autopollinisation et l'allopollinisation.

Recherche bibliographique

Généralités sur le miel

1- Produits de la ruche

En construisant la ruche en 1851, LANGSTROTH a offert aux abeilles un lieu d'habitation dans lequel elles produisent :

1.1-La cire :

La cire est un produit sécrété par les glandes abdominales de l'abeille. Elle est produite sous forme d'écailles que les abeilles bâtisseuses malaxent avec leurs mandibules pour construire les rayons.

C'est un produit complexe comprenant des acides gras, notamment l'acide palmitique, oléique, et linoléique. (JEANNE, 1970)



Figure 01 : la ruche Langstroth Figure 02 : Cire d'abeille.

La cire est le produit de sécrétion des glandes cirières de l'abeille ouvrière, du 13^{ème} au 18^{ème} jour de son existence. C'est une matière grasse qui se solidifie sous forme de fines lamelles presque transparente (Khenferal, 2001).

Elle sert de matériaux de construction des cellules ou alvéoles hexagonales dont sont faits les rayons de la ruche, véritables merveilles d'architecture (Jansergers, 2007).

Cette substance est inoxydable et insoluble dans l'eau (Straub, 2007).



Figure 03 : Alvéoles d'abeille

1.2-La propolis :

Est à la fois une matière résineuse produite par certains végétaux et un matériel complexe fabriqué par les abeilles à partir de la résine végétale et de la cire.

Elle est visqueuse, collante et ressemble à de la gomme. Sa couleur varie du jaune clair au noir en passant par le vert et le brun.

Elle est retirée des bourgeons et des écorces de certains végétaux. Elle se compose en moyenne de 50% de résines aromatiques et sert :

- à établir, derrière l'entrée de la ruche une barrière contre les indésirables.
- à colmater les trous et à les désinfecter. **(RAVAZZI, 2007).**

La propolis a une double origine : D'après les chercheurs allemands **KUSTENMACHER** et **PHILIPPE (1993) in CAILLAS, 1969 :**

- Une origine interne : la propolis serait un résidu résineux provenant de la première phase de la digestion de pollen.
- Une origine externe : les butineuses prélèvent la propolis exclusivement des bourgeons des arbres.

1.3–La gelée royale :est une substance produite par les abeilles ouvrières de la ruche. Elle est utilisée comme nourriture principale de la reine. C'est aussi la nourriture de toutes les larves de la ruche, sans exception, pendant les trois premiers jours de leur vie.



Figure 04: La gelée royale

Figure 05 : Abeilles fabriquant la gelée royale

La gelée royale est le produit de la sécrétion des glandes hypo pharyngiennes (sécrétion claire) et des glandes mandibulaires (sécrétion blanche) des ouvrières nourrices âgées d'environ deux semaines.

Elle est composée de protéines, de glucides, de lipides, notamment des acides gras, des sels minéraux, de l'acétylcholine qui est un neurotransmetteur et des substances antibiotiques.

Parmi les protéines, il y en a une particulière à la gelée royale, qui intervient dans le développement des cellules des larves d'abeilles et de la reine. La reine, qui en est nourrie pendant toute sa vie, est plus grosse et vit plus longtemps que les autres abeilles.

1.4- Le pollen :

C'est une poudre fine et blanchâtre, sa couleur va du jaune au marron clair et elle est de saveur amère. Le pollen laisse dans la bouche un arrière-goût plutôt désagréable. (EUGENE, 1971 in BELAID, 1998).

D'après REGARD, 1981, le pollen est un élément indispensable à l'alimentation de la ruche.

1.4.1- Valeur alimentaire et thérapeutique du pollen:

Selon IHEZIU et al (1976), DANY (1983) in BELAID, (1998), le pollen avec sa moyenne de 25% de protéines, est l'aliment le plus riche en acides aminés.

100g de pollen contiennent la même quantité d'acides aminés qu'un Kilo de viande de bœuf.

Selon PHILIPPE (1994), Il est l'aliment d'équilibre physiologique et ses actions bienfaites pour le corps humain sont multiples :

- Action curative très efficace de la prostatite. (UPMARK, et JONSSAN, 1974, in PROST, 1987).
- Croissance des jeunes enfants. (CHAUVIN et LENORMAND, 1957 in : PHILIPPE, 1993).
- Action appréciée sur la fonction du foie, selon CAILLAS (1987).
- Régulation des fonctions intestinales.
- Augmentation du taux d'hémoglobine chez les anémiques.
- Action favorable sur la fatigue intellectuelle.
- Regain d'appétit et de poids.
- Récupération rapide des forces après une grippe ou une dépression.
- Action fortifiante sur le système circulatoire et capillaire.

2. Définition du miel :

Le Codex alimentarius définit le miel comme suit :

<< Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles "Apismellifera" à partir du nectar des plantes ou à partir des sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes des plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles secrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche >>(Codex alimentarius, 2001).

Il est constitué de différents sucres, notamment des glucoses et des fructoses ainsi que d'autres substances comme des acides organiques, des enzymes et des substances solides.

Sa couleur peut aller d'une teinte presque incolore à la brune foncée, allant du blanc, comme celui du sain foin, au noir comme celui du miellat. (BIRI, 1997).

Sa consistance peut être, en partie ou en totalité fluide, épaisse ou cristalline. Sa saveur et son arôme varient selon la plante dont il provient.

3. Origine du miel :

3.1. Origine directe (le nectar) :

C'est le miel qui provient principalement des nectaires de fleurs (ALPHANDERY, 1992).

Le nectar met en relation directement l'abeille et la plante. En effet les butineuses, grâce à leur trompe adaptée à la récolte, puisent le nectar directement dans les nectaires. (FETTAL et KHENFER, 1997).

Il est classé en :

- nectar à saccharose prédominant.
- nectar à taux égaux de saccharose, fructose et glucose.
- nectar avec prédominance du glucose et du fructose.

a) - Composition du nectar :

Selon PROST (1987), Il contient de 40 à 80% d'eau et 7 à 60% de sucres (Saccharose et Glucose).

En plus des sucres et de l'eau, le nectar contient aussi des acides organiques, des substances minérales, des acides aminés libres, des substances aromatiques en quantités relativement faibles, le plus souvent ne dépassant pas 0,5 à 1%.(LOUVEAUX, 1980).

b) - Différents types de miel de nectar :

Selon PHILIPPE (1994), il existe des centaines de types de miel. Chaque type a le goût que lui confère l'ensemble de la flore où le rucher est installé. Généralement ils sont classés en deux grands groupes :

- Les miels uni-floraux (mono-Floraux) :

Les miels mono floraux ou uni-floraux proviennent d'un nectar ou d'un miellat, collectés par les abeilles sur un végétal unique et particulièrement attractif pour ces insectes.

Cette définition stricte ne s'est vraiment avérée qu'en certains cas particuliers, notamment sur les grandes cultures. (**Gonnet, 1982**).

Il n'existe pratiquement pas de miel provenant que d'une seule fleur.

Si la proportion des grains de pollens d'une seule plante représente plus de 45% de l'ensemble des grains de pollen qu'on a trouvé lors de l'analyse, on donne au miel le nom de cette plante.

- Les miels multi-floraux (poly-floraux) ou miels « toutes fleurs » :

Ils proviennent de plusieurs plantes et peuvent être désignés par leurs origines géographiques, (miel de montagne, de forêt, etc.), ou encore suivant les saisons (miel de printemps ou d'été). (**Donadieu, 1984**).

Il y a des miels doux et clairs (acacia, cerisier, citronnier, clémentinier, colza, framboisier, luzerne, oranger, trèfle blanc, tilleul, tournesol,) comme il y a des miels corsés et ambrés (arbousier, bruyère, buis, callune, châtaignier, chêne, eucalyptus, fenouil, lavande, lavandin, menthe, pissenlit, ronce, sapin, sarrasin, thym).

Quant aux miels algériens, l'Algérie dispose d'importantes ressources mellifères qui engendrent des activités apicoles produisant les miels suivantes :

- Sahara : Miel d'agrumes, d'Eucalyptus, de Jujubier, de luzerne.
- Zones des Hauts plateaux: miel de sainfoin, de romarin et de jujubier.
- Zones de montagne: miel « toutes fleurs », lavande, carotte sauvage et bruyère.
- Maquis et forêts : miel toutes fleurs et miellat.
- Zones du littoral: miel d'agrumes et d'eucalyptus.

3.2 -Origine indirecte(miellat) :

Le miel dont l'origine est indirecte (Miellat) provient principalement des sécrétions d'insectes parasites, vivant sur les feuilles de nombreuses plantes, notamment les pucerons.

En effet, du transit intestinal, une partie des sucres (environ 10%) est absorbée, le reste est rejeté sous forme d'excréments liquides sucrés que viennent sucer les abeilles : c'est le miellat. (FETTAL et KHENFER, 1997).

Tableau 1- moyenne des acides organiques et minéraux entre miel de miellat et miel de nectar(louveaux, 1968)

	Miel de miellat	Miel de nectar
Acidité méq/kg	33,5	22,4
pH	4,5	3,9
Minéraux (cendre)%	0,58	0,26
Fructose +glycose %	61,6	74
Melezitose	8,6	0,2
Raffinose	0,48	0,03
Maltose + isomaltose	9,6	7,8

a) - composition du miellat :

La composition chimique du miellat varie selon l'espèce de la plante et de l'insecte qui ont participé à sa production, mais aussi selon les conditions climatiques qui y présidaient. (BERTRAND, 1988).

En effet la clémence des saisons, c'est à dire un Automne doux suivi l'année d'après d'un Eté sec et chaud accompagné de nuits froides, favorise la multiplication des pucerons et des cochenilles qui activent la production du miellat.

Par contre, de fortes pluies en Eté, notamment aux mois de Mai et Juin, défavorisent la prolifération des insectes et des cochenilles, entraînant une faible production du miellat.

D'après PROST (1957), les miellats contiennent des gommés et des dextrans, qui leur confèrent des propriétés Thérapeutiques, et des sucres comme le saccharose, le mélezitase ou la levulose dont les proportions varient selon l'origine de la plante.

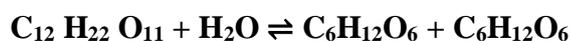
I.4. Formation du miel:

I.4.1 Fabrication du miel par les abeilles

Une butineuse effectue entre 20 et 50 voyages par jour, chacun demandant environ 15 minutes (ALVAREZ, 2010). Le rayon d'action moyen se situe entre 500 mètres et 2 kilomètres, d'où l'importance, en plus des conditions climatiques et de la nature du sol, de la végétation des alentours du rucher. Les abeilles butineuses ajoutent de la salive au nectar ou au miellat qu'elles recueillent, ce qui le rend fluide et surtout l'enrichit en enzymes, catalyseurs biochimiques à l'origine de la transformation des sucres dans le miel. Elles remplissent leur jabot puis transportent miellat ou nectar jusqu'à leur ruche. Là, elles distribuent aux ouvrières d'intérieur et aux mâles. Miellat et nectar passent à plusieurs reprises d'une abeille à une autre en subissant chaque fois une addition de salive qui transforme les sucres. De retour à la ruche, Déposé dans les alvéoles, le miel sera concentré, protégé, il achèvera sa transformation biochimique (ALVAREZ, 2010).

I.4.2 Transformation chimique

Les sucres se transforment, en particulier le saccharose qui devient un mélange de glucose (dextrose) et de fructose (lévulose) sous l'action d'une enzyme, l'invertase, incorporée au nectar par la salive des abeilles. Ceci représente 90% des sucres totaux du miel (GONNET et VACHE, 1985). La transformation, conversion, s'exprime par l'équation suivante :



La solution sucrée transformée, contenant environ 50% d'eau, va subir une nouvelle concentration par l'évaporation, qui s'effectue sous le double influence d'une part, de la chaleur régnant dans la ruche qui est de l'ordre de 36 à 37 °C, d'autre part, 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 des ailes. Au bout de quelques jours, cette solution contiendra en moyenne 18% d'eau, et 80% de sucres. Cette solution représente le miel stocké dans les cellules. Ces dernières, une fois remplies, sont cachetées par un mince opercule de cire, permettant une excellente conservation (GONNET, 1982, DONADIEU, 1984).

Selon EMMANUELLE (1996), la quantité emmagasinée dans la ruche est largement supérieure aux besoins immédiats de la colonie, l'abeille possède un fort instinct de stockage.

5. Composition et propriétés de miel :

5.1. Type de miels:

D'après **Donadieu, 1984**, il existe de nombreuses variétés de miel classées:

Selon l'origine sécrétoire :

- Les miels de nectar.
- Les miels de miellat.

Selon l'origine mono ou poly-florale :

- les miels uni-floraux, eux- même classés suivant l'origine botanique
- les miels multi- floraux ou miel toutes fleurs classés suivant les lieux de récoltes (miels de plaines, de montagne, de foret ...).

Selon l'origine géographique :

- le miel des plaines
- le miel des plaines intérieures (Mascaras)
- le miel des vallées des grands oueds (Soummam)
- le miel des régions montagneuses à population dense (Kabylie, Aurès)

Selon la couleur :

- les miels clairs
- les miels foncés

5.2. Composition chimique du miel :

La composition du miel est relativement bien connu malgré sa complexité, mais ne peut donner lieu à aucune constante parfaitement stable, **Donadieu, 1984**). Elle dépende de très nombreux facteur notamment de l'espèce végétale butinée, du sol, de la race d'abeille, et de l'état physiologique de la colonie.

Selon **Gonnet (1982)** la composition chimique du miel varie d'un échantillon à l'autre, en moyen, le miel contient des éléments majeurs et des éléments mineurs (fig.06).

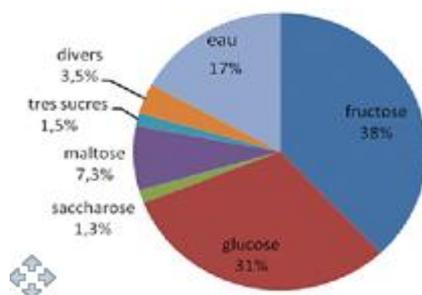


Figure n°6: Composition moyenne du miel (**BRUNEAU, 2009**).

5.2.1. Eléments majeurs :

A) **L'eau** : La teneur en eau est une caractéristique importante des miels, elle conditionne la conservation du produit, son poids spécifique, et dans une certaine mesure sa cristallisation, sa saveur, en un seul mot, sa qualité (**LOUVAUX 1968**).

Sa teneur varie de 15 à 22 % suivant l'origine du miel. Pour que le miel se conserve bien, sa teneur en eau ne devrait pas être trop élevée (18 à 20 %)(**Chergui, 1994**).

LOUVAUX (1980), ajoute que la teneur en eau des miels varie assez largement en fonction de leur origine florale, de la saison, de l'intensité de miellée, de la force de colonies d'abeilles, et de la technique de récolte. Il faut rappeler que la teneur en eau d'un miel provient essentiellement de l'humidité du nectar mais peut être influencées par de nombreux facteurs, comme le moment de la récolte, le taux d'operculation des rayons, les conditions de stockage et climatique lors de la récolte (**Bendahou et Hasnat, 2005**).

B) Les Glucides :

Selon **LOUVEAUX (1985)**, 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.

Les principaux sucres constitutifs du miel sont le fructose et le glucose. Certains sont d'origine purement végétale comme le glucose, le fructose, le saccharose, le kestose, le mélézitose, et le raffinose. D'autres tels que le maltose, l'iso maltose, l'érlose et le dextrantriose, apparaissent seulement comme des produits secondaires après transformation par les enzymes de l'abeille. Il faut ajouter que les miels riches en fructose (miel de pissenlit et de colza) et se cristallisent généralement aussitôt après la récolte et parfois déjà dans les rayons (**Chauvin, 1968**).

5.2.2. Les éléments mineurs :

D'après **White (1964)**, les substances diverses représentées de 1 à 5 % sont composées généralement d'acide, de protéine et d'acides aminés, de vitamines, d'enzymes, et de minéraux. Ces différents éléments ont été regroupés dans le **tableau 2**.

Tableau° 2 : Divers composants mineur de miel

Composants	Définition (Gonnet, 1982, Guingard, 1996)	Différent substances (white, 1964)	Moyenne (Gonnet, 1982, Guingard, 1996)
Acides	Les miels sont des acides contenant des acides organiques libres ou combinés sous forme lactone	Acides gluconique Acide, succinique Acide oxalique Acide glutamique Acide pyroglutamique Acide citrique Acide gluconique Acide butyrique Acide caproïque	10-60 méq/kg
Protéines et amino-acides	Très pauvre en protides (matières organiques azotées).Ce sont des protéines. Des acides aminés d'origine animale et végétale	Matières albuminoïdes Matières azotées Trace de : proline, trypsine, leucine, histidine, alanine, glycine, méthionine. Acide. Aspartique	0.20-0.83%
Matières Minérales	Pauvre en cendres, de 0.1% max pour les miels de nectar et autre, jusqu'à 0.5% (miel de miellat). Avec plus d'une trentaine d'élément déjà inventorie Les plus riches quantitativement en matières minérales que les miels claires.	Calcium Magnésium Potassium Fer cuivre Manganèse Bore Phosphore silicium	0.05-1.5 %

Enzymes	Le miel contient des enzymes provenant des sécrétion salivaire de l'abeille. Elle sont détruites par chauffage exagéré du miel (T ⁰ de la ruche 35 ⁰ C)	Amylase α,β invertase (Glucose invertase) Traces de : Catalase Enzyme acidifiantes Glucose oxydase	>8 échelle de schade
Vitamines	Contient une quantité infime de vitamines, probablement issues des quelque grains de pollen qu'il renferme. -Le miel de menthe(<i>merahaapuatica</i>) a la particularité de contenir de la vitamine C2 (ou acide ascorbique).	Trace de : Thiamine =vit B1 riboflavine=vit B2 pyridoxine=vit B6 AC. Ascorbique=vit C Ac. pantothénique=vit B5 Ac folique=vit B9 Nicotinamid PP =vit B3	Faibles quantité
Divers	Composants Responsable de l'arôme de la couleur, des spores de champignons, Poussières minérales et composes phénolique	Esters volatils Méthylantranilate Acétylcholine Pigmentn (caroténoïdes et des flavonoïdes)(LOUVEAUX ,1985) Colloïdes 5-hydroxy-2méthylfurfural Facteur antibiotique (inhibine)	Faible quantité

5.3. Propriétés physiques du miel :

Les propriétés physique du miel sont la densité ,La Viscosité , La Chaleur spécifique, La Conductibilité thermique , La Conductibilité électrique , L'indice de réfraction , La

coloration , Le pH , La turbidité , La fluorescence , Le pouvoir rotatoire , La solubilité , La Cristallisation .

5.3.1. Densité :

La densité d'un miel homogène est le rapport, exprimé en nombre décimal, de la masse volumique de ce miel à la masse volumique de l'eau pure à 4 °C. (La masse volumique s'exprime en kg/dm³). La densité du miel varie approximativement de 1,39 à 1,44 à 20 °C (**GONNET, 1982**). Le miel est donc un produit relativement dense.

Les variations de la densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense. On peut pratiquement se servir de la densité comme moyen de connaître la teneur en eau d'un miel (**LOUVEAUX, 1985**).

5.3.2. Viscosité :

La majorité des miels ont une viscosité normale, c'est-à-dire qu'ils suivent les lois de Newton sur l'écoulement des fluides (**LOUVEAUX, 1985**).

Selon **HUCHET et al. (1996)**, La viscosité du miel dépend de trois facteurs qui sont, sa teneur en eau, sa composition chimique et sa température.

La viscosité est très élevée à basse température. Elle décroît rapidement lorsque la température augmente (**GONNET, 1982**). Pour 30 à 35°C, la viscosité est minimale, c'est d'ailleurs la température de la ruche. C'est pourquoi les apiculteurs sont contraints, au cours des opérations de centrifugation, d'extraction et de mise en pots, d'opérer à température suffisamment élevée (**HUCHET et al.1996**).

HOOPER (1980), ajoute que cette viscosité est également accrue par la quantité de la matière colloïdale contenue dans le miel : les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs.

5.3.3. Chaleur spécifique :

La chaleur spécifique d'un corps est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température d'une unité de poids de ce corps. Un miel a 17 % d'eau, la chaleur spécifique est de 0.54 à 20°C. Cela veut dire qu'il faut approximativement deux fois moins d'énergie (de joules) pour réchauffer du miel que pour réchauffer la même masse d'eau (**LOUVEAUX, 1985 et PROST, 1987**).

LOUVEAUX (1968), ajoute que la Chaleur spécifique varie très peu d'un miel à l'autre.

5.3.4. Abaissement du point de congélation :

Il dépend de la proportion en sucres : Il serait de 1.42°C à 1.53°C en solution aqueuse à 15%., et 2.75°C à 3.15°C en solution aqueuse à 25%. (**HUCHET et al. ,1996**).

5.3.5. Conductibilité thermique :

La conductivité thermique est une mesure du transfert de chaleur. Elle est aussi désignée en tant qu'indice thermique. La conductivité du miel est relativement faible. Pour un miel liquide, elle s'élève à $12 \cdot 10 \text{ cal/cm/s/}^\circ\text{C}$, pour un miel cristallisé, elle est de $12.9 \cdot 10^{-5} \text{ cal/cm/s/}^\circ\text{C}$ (BOGDANOV et al. 2004).

Selon GONNET, (1985), le miel est mauvais conducteur de la chaleur, donc bon isolant thermique.

5.3.6. Conductibilité électrique :

La conductibilité électrique est la propriété d'un corps permettant le passage du courant électrique. C'est donc l'inverse de la résistivité (GONNET, 1982). DONADIEU (1984), signale que le miel à une conductivité électrique dans de fortes proportions suivant sa teneur en eau et sa teneur en matières minérales.

5.3.7. 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 de miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse (GONNET, 1982).

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 (LOUVEAUX, 1985).

5.3.8. Coloration :

La coloration est une caractéristique physique importante des miels car elle est en rapport avec leur origine florale et avec leur composition (GONNET, 1982).

La coloration des miels est due à la présence des substances encore mal identifiées, mais parmi lesquelles semble bien figurer le carotène. La couleur d'un miel étant un caractère très important sur le plan commercial (LOUVEAUX, 1985).

Coloration :

Miel clair = incolore

Miel foncé = presque noir

5.3.9. 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.... (LOUVEAUX, 1985).

5.3.10. Fluorescence

Sous l'action des rayons d'ultra-violet, beaucoup de miels présentent une fluorescence dont les couleurs sont très variables selon la composition de miel examiné (DONADIEU, 1984). Selon LOUVEAUX (1985), L'origine de cette fluorescence est mal connue.

5.3.11. Pouvoir rotatoire

Le Pouvoir rotatoire des miels concerne leur action sur la lumière polarisée. (PROST, 1987). La majorité des miels font tourner à gauche la lumière polarisée, mais il existe des miels dextrogyres, qui par conséquent font tourner le plan de polarisation à droite. Le pouvoir rotatoire du miel est une donnée peu significative, car les divers sucres qu'il contient ont tous un pouvoir rotatoire différent. (LOUVEAUX, 1985).

5.3.12. Solubilité

Selon DONADIEU (1984), le miel est soluble dans l'eau et l'alcool dilué, mais insoluble dans l'alcool fort, l'éther, le chloroforme et le benzène.

5.4. Propriétés chimiques du miel :

5.4.1. Hygroscopie 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 augmente alors de 84%. D'autre part, lorsqu'on veut dessécher le miel, il est nuisible 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. (HUCHET et al, 1996)

5.4.2. Potentiel d'Hydrogène (pH) :

Le pH d'un miel est en fonction de la quantité d'acide ionisable qu'il renferme (ions H^+) ainsi que de sa composition minérale (ions OH^-). Plus le taux de la matière minérale est fort et plus le pH de miel se rapproche de la neutralité (GONNET, 1982).

Selon DONADIEU (1984), le miel est acide et son pH oscille en moyenne entre 3.5 et 6.

Le pH de miel va de 3.2 à 5.5, mais généralement, il est inférieur à 4 dans les miels de nectar et supérieur à 5 dans ceux de miellat. Les miels à pH bas (type lavande à pH compris entre 3.4 et 3.6) se dégradent plus facilement. Il faudra pendre un soin particulier à leur conservation (Prost, 1987).

5.5. Propriétés biologiques du miel :

5.5.1. Valeur thérapeutique

Jadis le miel était utilisé pour la fabrication de l'hydromel (eau + miel) par fermentation des levures présentes dans le miel : ce qui a permis l'apparition de la boisson alcoolisée.

En effet, avant l'introduction du maïs, de la canne à sucre et de la betterave en Europe, le miel était, avec les fruits, le seul édulcorant.

Dans l'Antiquité et jusqu'à ce jour, le miel est considéré comme un médicament et un produit de beauté.

Selon PETIT (1920) in KHENNICHE et MECHOUET (1998), de nombreuses vertus sont attribuées au miel sur le plan médical:

- Il a une activité antibactérienne grâce à une protéine particulière, la défensine récemment identifiée.
- Il est utilisé comme un agent antiseptique pour la guérison des infections.
- Il est employé contre les maux de la gorge, le rhume, la diphtérie, la bronchite, les angines, l'inflammation de l'estomac, les maladies de la prostate, les maux de rein...etc.
- Il a un effet tranquillisant, que certains insomniaques constatent en absorbant le vieux remède de grand-mère : un bol de lait tiède additionné d'une cuillerée de miel peut faciliter l'endormissement.
- Il active aussi la guérison des brûlures et des blessures.
- Il atténue les douleurs sciatiques, l'inflammation des yeux et le rhumatisme...etc.
- Il est aussi utilisé dans la parfumerie (savons et masques de la peau).

Jadis, il a facilité la conservation de la viande et des matières végétales notamment les semences, les greffes et les fruits du fait qu'il supporte très bien le voyage et les variations de température.

Enfin il est bon de signaler que les miels de certaines régions du monde peuvent, selon la flore butinée par les abeilles, se révéler toxiques lors de leur consommation par l'homme.

Plusieurs sortes de miel ont des vertus médicales (**Festy, 2010**) :

- le **miel d'acacia** pour problèmes de constipation.
- Le **miel de romarin** pour améliorer la digestion.
- Le **miel d'oranger** considéré comme un calmant.
- Le **miel de tilleul** favorise le sommeil et soulage les brûlures d'estomac.
- Le **miel de lavande** est un antiseptique des bronches et poumons. Il est recommandé aussi aux cardiaques.

- Le **miel** de **bruyère** est diurétique, antirhumatismal et est bon pour la prostate.
- Le **miel** d'**eucalyptus** est efficace contre la toux et la désinfection des voies urinaires.
- Le **miel** de **pin** ou de sapin est recommandé en cas de bronchite.
- Le **miel** de **sainfoin** et de **trèfle** stimule le cœur.

5.5.2. Antibiothérapie du miel :

Selon une étude allemande, le miel serait plus efficace que certains antibiotiques de synthèse pour les blessures et les infections. Une préparation à base de miel, commercialisée sous le nom de Medihoney, vient d'ailleurs d'être homologuée par l'Union européenne. À la clinique pédiatrique de l'Université de Bonn, cette préparation s'est révélée efficace contre l'infection des plaies, là où un antibiotique couramment utilisé, la pénicilline, ne donnait plus de résultats (**REFERENC, E ,2**).

5.5.3. Effet antibactériennes :

Certaines personnes paraissent sensibilisées au miel, qui déclenche chez elles des malaises. Cependant on attribue au miel un très grand nombre de propriétés thérapeutiques (Propriétés antiseptiques, antianémiques et antitussives par exemple) (**GUARCH, 2008 ; CHANAUD, 2010**).

D'après certaines études, un miel riche en fructose peut même être consommé par des personnes diabétiques (**GUARCH, 1968**).

- ❖ L'effet osmotique : Le miel est hypertonique, ceci grâce à l'action des sucres simples sur l'eau contenue dans les bactéries, et provoque la lyse de la membrane bactérienne, une inhibition de la croissance et la mort du micro-organisme.
- ❖ Le pH acide : Le pH du miel est relativement acide, variant entre 3,5 et 6. Ce pH semble être efficace pour ralentir ou éviter la croissance de nombreuses espèces de bactéries pathogènes. On peut donc dire que le pH acide du miel renforce l'activité antibactérienne de celui-ci (**ASSIE, 2004**).
- ❖ Viscosité : Elle varie en fonction de la température, de la teneur en eau et de la composition chimique du miel. À 35°C, tous les miels sont fluides. Certains sont thixotropes (c'est à dire que ces miels lorsqu'on les agite deviennent liquides mais reprennent leur viscosité première après repos) comme ceux d'Erica et surtout de Calluna. Ils ont une viscosité anormale, leur consistance étant celle d'un gel. (**CLEMENCE, 1980**).
- ❖ Le peroxyde d'hydrogène H₂O₂ : L'activité antimicrobienne de certains miels dépend de leur contenu en peroxyde d'hydrogène endogène (**BRUDZYNSKI, 2006**).

L'eau oxygénée aussi appelée peroxyde d'hydrogène est considérée comme la principale inhibitrice du miel. Elle est produite par réaction enzymatique. C'est la glucose oxydase, sécrétée par les glandes hypopharyngiennes de l'abeille lors de la transformation du nectar en miel. La production d'eau oxygénée et d'acide gluconique

résulte de l'oxydation de l'eau et du glucose. La catalase réduit l'eau oxygénée, ainsi la concentration en peroxyde dépend donc de l'activité de ces deux enzymes. L'eau est indispensable au processus d'oxydation, c'est ainsi que le peroxyde d'hydrogène se forme uniquement dans le miel non-mur ou dilué, dans le miel mur, le processus est bloqué, avec possibilité de réactivation par dilution (**BOGDANOV, BLUMER, 2001**).

5.5.3.1. Effet antioxydant

Les capacités antioxydantes du miel sont énormes. On retrouve comme antioxydants présents dans le miel : des oxydases du glucose, des catalases, de l'acide ascorbique, des flavonoïdes, des acides phénoliques, des caroténoïdes, des acides organiques, des produits de la réaction de Maillard, des acides aminés et des protéines (**BERETTA et al 2005**).

Lorsqu'il y a un déficit d'antioxydants dans l'organisme au profit d'un excès de radicaux libres, il se produit des dommages oxydatifs sur l'ensemble de l'organisme.

C'est notamment le cas des artérioscléroses engendrées par des oxydations néfastes des lipoprotéines (**ARTHASARATHY et al 1992**). Les phénols, déjà présentés pour leurs propriétés bactéricides, protègent ces lipoprotéines des éventuels dommages oxydatifs causés par un surplus de radicaux libres (**GHELDOLF et al 2003**).

5.5.3.2. Action anti-inflammatoire :

Les flavonoïdes présents semblent provoquer la disparition des douleurs et gonflements. L'ingestion de miel est à recommander aux patients traités pour cancers de la bouche, de la tête et **du cou** qui subissent une hypo-salivation et une fragilisation des muqueuses O.R.L irradiées, avec souvent amaigrissement multifactoriel associé. L'adjonction de propolis est synergique et justifie l'utilisation de propomiel (**GERAUD 2005**).

5.5.3.3. Action antifongique :

Il a été démontré que le miel est capable d'éliminer certaines toxines, notamment d'origine fongique. Une solution de miel comparée à une solution isotonique de saccharose inhibe complètement la croissance des moisissures comme *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatis*, *l'Aspergillus niger*, *l'Aspergillus parasiticus*, *Candida albicans*, *Penicillium spp*, *Penicillium chrysogenum* (**REFERENCE, E ,3**).

5.5.3.4. L'activité anti-mycobactérienne

AVICENNE recommandait à son époque le miel comme remède à la tuberculose. **ASADI-POOYA et al. (2003)**, ont étudié in vitro le potentiel bactéricide du miel sur les mycobactéries. Ils ont démontré que la croissance des mycobactéries était inhibée lorsque l'on ajoute du miel (à des concentrations de 10% à 20%) au milieu de culture.

5.5.3. 5. Action antiseptique :

Le miel est actif sur les infections de l'arrière-gorge, pure ou dilué à 50 %, actif également contre les bactéroïdes (*B. melaninogenicus*) responsables d'abcès dentaires,

ostéomyélites, gingivite et périodontie. Exemple : 5ml de miel gardé en bouche 4 minutes diminue de 65 % la population de Streptococcus Mutans pendant une heure. (Géraud, 2005)

5.5.3.6. Miel et système immunitaire :

Il existe d'autres effets du miel sur l'organisme, notamment l'augmentation de plusieurs éléments du sérum sanguin : + 50 % de monocytes (acteurs du système immunitaire), + 20 % de fer, + 33 % de cuivre et plus légèrement de lymphocyte 16 (d'autres acteurs majeurs du système immunitaire)

La prise orale de miel stimule la production d'anticorps durant les deux premières phases de la réponse immunitaire contre les antigènes thymus-dépendants et thymus-indépendants (AL-WAILI et HAQ, 2004).

5.5.3.7. Symbolisme :

Le miel est un symbole important des cultures et religions antiques :

En Egypte il est considéré comme une source d'immortalité et servait à conserver la dépouille des pharaons contre la décomposition.

A Babylone, il était employé pour soigner les maladies des yeux et des oreilles.

En Afrique, en Inde et en Europe (chez les Germains), il jouait un rôle très important dans les rituels de la naissance et de la mort.

Enfin, les Livres Saints comme la Bible et le Coran ne manquent pas de louer les vertus du miel. Dans la bible, il est le symbole de la prospérité et de l'abondance lorsqu'il s'agit de la Terre Promise, pays ruisselant de lait et de miel.

En Islam, il est considéré comme un médicament.

En effet, dans le Coran, Allah, qu'il soit exalté, parlant des abeilles, dit dans le Verset 68 : « O Prophète, ton Seigneur a inspiré aux abeilles leur mode de vie et leurs moyens de substance. Il leur a révélé de prendre les cavernes des montagnes, les cavités des arbres, et les treilles pour demeure ».

Puis Allah, qu'il soit exalté, leur a dicté de se nourrir de tous les fruits des arbres et des plantes et de suivre les sentiers qu'il leur a rendu faciles.

Il ajoute dans le verset 69 : « **De leurs entrailles sort un liquide de différentes couleurs qui apporte une guérison pour les personnes** » Il y a dans cette chose merveilleuse des preuves évidentes de l'existence d'un Créateur tout puissant et sage pour des gens qui réfléchissent afin d'en tirer profit et gagner ainsi le paradis.

6. Utilisation du miel :

6.1- En alimentation :

C'est un aliment de soutien et de régénération.

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

6.2. Médicament ou tonique :

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

6.3. Autres usages :

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

7. MELISSOPALYNOLOGIE

7.1. Définition :

MAURIZIO et LOUVEAUX(1970) définissent la méliissopalynologie comme suit : « 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 ».

La Méliissopalynologie permet de vérifier la qualité des miels pour détecter d'éventuelles fraudes, mélanges et souillures.

D'après ROQUES (1994), elle permet également de faire des constatations sur d'éventuelles souillures se trouvant dans le miel (fragments de couvain, poussières...etc.).

En conséquence, l'analyse pollinique des miels apporte des indications précises sur les principales plantes mellifères dont sont issus les grains de pollen. Elle donne aussi des indications sur le genre de butinage des abeilles ainsi que le comportement de ces derniers pendant le butinage.

Enfin, la teneur en pollen des miels permet de contrôler leur qualité, augmentant ou diminuant ainsi leur valeur économique. En effet, un faux miel est délaissé par les consommateurs, alors qu'un bon miel est apprécié selon sa qualité.

Technologie du miel

Pour obtenir une grande quantité de produits parfaits et homogènes, il est nécessaire de recourir à une technologie du miel qui commença en 1929 grâce aux travaux de **Dyce** sur la cristallisation contrôlée.

Donc, de la récolte du miel, nous passeront à sa maturation, à l'ajustement de sa teneur en eau, à sa refonte, à sa pasteurisation, à sa cristallisation et enfin à son conditionnement et sa conservation.

1. La récolte du miel :

D'après **Donadieu (1984)**, La récolte de miel par l'apiculteur a lieu en général après une miellée (qui correspond à la période de production du nectar par la flore susceptible d'en fournir) et lorsque les 3/4 des alvéoles des rayons de cire sont operculés.

Le miel est récolté entre les périodes du mois d'avril et de novembre, en une ou plusieurs fois. La première récolte ne commence généralement qu'à la fin du mois de mai.

1.1 Enlèvement des cadres :

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



Figure 08 : Ruche en bois avec des cadres

1.2.L'extraction du miel :

a. La désoperculation :

C'est l'enlèvement des opercules. Avec ou sans passage à l'étuve.

La désoperculation se pratique dans une pièce tiède et bien fermée. Elle est faite à l'aide d'un couteau, d'une herse à désoperculer ou d'un rabot. Elle peut aussi être effectuée mécaniquement à l'aide de machines spécialement conçues pour cette opération. (**DONADIEU ,1984**)



Figures 09 et 10 : les opercules sur un extracteur

b. L'extraction :

Le miel est extrait des cellules par force centrifuge et séparé ensuite de ses impuretés par une épuration qui s'effectue généralement par filtration, centrifugation, ou décantation. Généralement, avant l'extraction, on pratique un préchauffage des hausses contenant le miel, opération qui ne provoque aucune dégradation du miel (Domegro, 2001). Il existe plusieurs méthodes d'épuration du miel (fig.6) : la filtration, la centrifugation et la décantation (Domegro, 2001).



Figure 11 : extracteur électrique

c. La filtration :

Le miel est versé au-dessus d'un filtre pour retenir les débris de cire entraînés lors de l'extraction. IL est ensuite recueilli dans un bac avant de se stabiliser, après un deuxième filtrage, dans le maturateur qui est un simple récipient de décantation ou épurateur.



Figure 12 : la filtration du miel

Les filtres utilisés en apiculture sont de simples tamis à maille de 0,1 mm, qui permettent l'élimination des déchets de cire et les grosses impuretés. Le miel est filtré à travers un filtre grossier puis un plus fin en dessous.

II.1.3. La maturation de miel

L'extraction centrifuge ne fournit pas directement un miel prêt à la mise en pots. Pour obtenir un miel commercialisable, il est nécessaire de l'épurer. Dans le langage utilisé pour le miel la maturation signifie épuration.

La meilleure façon d'épurer le miel est de le laisser se reposer un certain temps, deux à huit jours, dans un récipient appelé maturateur. (LOUVEAUX, 1985).

Le maturateur est un récipient où le miel se repose pour abandonner ces impuretés (débris de cire, amas de pollen, ainsi que les bulles d'air incorporées pendant l'extraction).



Figure 13 : Maturateur à miel

2. Pasteurisation du miel

La pasteurisation du miel consiste à mettre le miel à l'abri de l'air, pendant 6 à 7 minutes, à une température de 78°C, puis à le refroidir rapidement.

L'appareillage utilisé comprend des plaques chauffantes, posées en parallèles, entre lesquelles le miel glisse en lames minces (Prost, 1987).

Cette opération de chauffage permet d'agir sur deux phénomènes de l'éthérisation du miel : la cristallisation et la fermentation.

En effet, en brisant ses cristaux naturels, la pasteurisation démunie le phénomène de cristallisation du miel d'une part et elle détruit les levures susceptibles de causer la fermentation d'autre part.

D'après LOUVEAUX, 1985, le miel pasteurisé est à l'abri des fermentations puisque les levures ont été détruites et il se conservera à l'état liquide pendant au moins six mois, le temps nécessaire pour qu'il ait été consommé.

Prost (1987) signale que la pasteurisation peut augmenter très sensiblement la couleur du miel. Elle peut aussi augmenter le taux de l'HMF des miels chauffés donnant l'impression qu'ils sont vieux.

3. Contrôle de la cristallisation Le miel est un produit composé naturellement de sucres. On trouve deux sucres dans le miel : le Glucose et le Fructose. Le miel contient aussi une part importante d'eau, (entre 17 et 22%). Dans le miel, on trouve aussi des sels minéraux, des oligo-éléments ainsi que du pollen. La cristallisation du miel est un phénomène à la fois naturel et inévitable car tous les miels finissent toujours par se cristalliser. La vitesse de cristallisation et le type de cristaux formés diffèrent d'un miel à un autre. Certains miels comme le miel d'Acacias cristallisent très lentement. D'autres comme les miels de Colza, de Bruyère ou de Lavande cristallisent très rapidement. La vitesse de cristallisation d'un miel est en fonction du rapport du taux de Glucose et du taux de Fructose contenus dans le miel ainsi que du taux d'humidité. Plus le taux de Glucose est élevé, plus le miel se cristallisera vite. Tous les miels n'ont pas la qualité pour rester à l'état liquide. Malgré qu'ils aient été pasteurisés, ils risquent de se recristalliser de nouveau à cause de leur teneur en glucose, en grandes quantités. En outre, certains miels forment des cristaux fins donnant des miels crémeux comme le miel de Colza. D'autres par contre, comme le miel de Lavande, forment de gros cristaux : ce phénomène est appelé cristallisation grossière. Aussi, pour obtenir une cristallisation fine et homogène, on procède à un ensemencement du miel après pasteurisation et refroidissement complet. L'ensemencement consiste à incorporer dans le miel à cristallisation grossière (comme le miel de Lavande), une certaine proportion, comprise entre 5 et 20% de miel à cristallisation fine (miel de Colza, par exemple) et à brasser le tout longuement. Le brassage a pour effet de rendre le mélange homogène d'une part et déclencher une cristallisation fine d'autre part. Pendant le processus de cristallisation, qui s'étendra sur quelques semaines, les cristaux de miel de Lavande se changent en cristaux de miel de Colza, donnant ainsi au miel de Lavande une composition crémeuse. Le processus de cristallisation dirigée permet de maîtriser la taille des grains de cristallisation par ensemencement des miels en obtenant des textures crémeuses. Un autre procédé à froid sous très haute pression, appelé MHP apisystems qui a été inventé en 2001, permet de séparer à froid les phases solides et liquides en maîtrisant totalement la cristallisation ou l'absence de cristallisation des miels. On connaît les faux miels, qui sont fabriqués au moyen de sirops de sucres, par le fait qu'ils ont la particularité de ne jamais se cristalliser.



Figure 14 : Miel semence en réserve, (Maurice MARY, 2008)

4. Conditionnement et stockage de miel (conservation) :

Pour conserver bien du miel, pendant de nombreux mois, il faut faire attention à 3 facteurs : l'humidité, la chaleur et la lumière. Si celui-ci est soumis à une température trop grande, il s'en suivra une dégradation des sucres, une perte d'arôme et une augmentation de l'acidité. En règle générale, la conservation du miel se fera à température constante, dans un récipient étanche placé dans un endroit sec et à l'abri de la lumière. Grâce à ses 67 hautes teneurs en sucre, il se conserve très longtemps. Il se consomme idéalement dans les deux ans. Un miel cristallisé supporte mal les excès de température (plus de 25°C), qui risquent de provoquer l'effondrement de sa structure cristalline (déphasage). Il faudra donc le conserver dans un endroit où la température ne dépasse pas 20°C (deux ans au maximum). S'il est liquide, une température d'environ 25°C est souhaitable. Un miel trop humide sera conservé à 11°C, pour éviter sa fermentation. Comme les miels absorbent l'eau, les pots seront fermés avec un couvercle hermétique et l'on évitera de les stocker dans un endroit trop humide. En hiver, des marbrures blanchâtres peuvent apparaître sur les parois du pot. Il s'agit la plupart du temps, de microscopiques bulles d'air qui demeurent prisonnières entre la paroi du pot et la masse de miel, et qui se rétractent en cristallisant. Regrettables sur le plan esthétique, elles n'altèrent en aucune manière la qualité du miel (BLANC, 2010).

5. Emballage et étiquetage :

Les règles d'étiquetage et de présentation du miel sont des normes prévues par les règlements en vigueur et donnant des informations sur les denrées alimentaires mis en vente.

La dénomination de vente est obligatoire, exemple : miel de fleurs, miel de miellat, miel en rayons, miel filtré, miel destiné à l'industrie.

Elle peut être complétée (sauf pour le miel filtré ou destiné à l'industrie) par des indications ayant trait à l'origine florale ou végétale : miel d'acacia, miel de sapin, etc., à l'origine régionale, territoriale ou topographique, exemple miel de forêt, miel de montagne, etc., ou à des critères spécifiques de qualité : miel de printemps, miel crémeux.

Pour les miels polyfloraux : miel de thym, de lavande, par exemple. La double indication florale ou végétale peut figurer en complément de la dénomination de vente à condition que les fleurs et végétaux mentionnés aient la même période de production et la même origine géographique. Si ce n'est pas le cas, le terme mélange doit apparaître clairement sur l'étiquette.

Autres dénominations à ne pas oublier: miel filtré ou miel destiné à l'industrie.

L'emballage du miel doit satisfaire aux exigences de la réglementation relative aux matériaux et aux objets destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires : l'emballage doit se conformer aux règles d'hygiène, en bon état et isolé facilement du miel. Tout emballage doit être approprié pour entrer en contact du miel.

Qualité du miel

La qualité d'un miel s'évalue par des analyses. Les auteurs, ayant travaillé sur ce sujet, ont défini un certain nombre de critères se rapportant aux divers aspects physico-chimiques, biologique et (sensoriel) organoleptique.

1. Les tableaux de références

Ce sont des documents analytiques qui donnent les principaux critères qui sont retenus pour tel ou tel type de miel.

Ces documents sont présentés sous forme de tableaux qui ont une valeur de référence et donnent des valeurs finales pour chaque critère retenu. Ils sont obtenus grâce à l'analyse d'un grand nombre d'échantillons.

Les moyennes obtenues sont considérées comme des critères représentatifs des mesures obtenues pour tel type de miel bien défini (voir tableau 3).

Des informations complémentaires relatives à la méliissopalynologie ou étude des grains de pollen présents dans le miel, sont ajoutées sur ces tableaux. Ils fixent tel type de pollens pour tel type de miel. Ceux-ci sont classés en pollens dominants, pollens d'accompagnements et pollens isolés, en fonction de leurs nombres dans les échantillons. D'autres pollens rares peuvent également être mentionnés (MOKEDDEM, 1997).

Tableau3 :Principales caractéristiques du miel de nectar de Lavande
D'après une proposition des normes française, I.T.A.P.I.(Jeanne ,1993 ; Mokeddem, 1997).

Critères	Moyenne	Minimum	Maximum
Couleur (échelle de Pfund)	> 5,5		
Humidité	> 17,5		
pH initial	3,63	3,3	4,0
pH équivalent	6,34	6,0	6,7
Acidité totale (meq/kg)	34,2	26,0	40,6
Conduct. Electrique	2,5		
Fructose (%)	41,91	39,2	45,4
Glucose (%)	38,72	36,9	42,2
Glucose + Fructose (%)	80,63	76,1	87,6
Saccharose (%)	7,22	2,0	11,6
Maltose (%)	5,53	4,2	7,1
Erlose (%)	2,12	1,2	4,3
Mélizitose (%)	0	0	0
Monosaccharides totaux	80,63	76,10	87,60
Disaccharides totaux	13,30	8,50	18,90
Trisaccharides totaux	2,12	1,20	4,30
Fructose/Glucose	1,08	1,04	1,14
Fructose/Glucose	2,0	1,80	2,20

2. Les bulletins d'analyses

Le bulletin d'analyse d'un échantillon donné est une publication d'information sur cet échantillon. Cet échantillon doit être représentatif du miel pour lequel des informations analytiques sont données. Durant le prélèvement d'un échantillon, un minimum de précaution est exigé. Par exemple, lorsqu'il s'agit d'un miel liquide, il faut éviter de prélever l'échantillon sur la partie d'en haut du récipient, mais plutôt de la prélever en profondeur.

Les données portées sur le bulletin d'analyse ne sont plus des moyennes mais des valeurs correspondant à celles trouvées lors de l'analyse.

Les résultats obtenus peuvent être limités ou complétés suivant la demande de l'intéressé et selon le but recherché.

Si l'analyse est suffisamment complète, on peut comparer les résultats à un tableau de référence. Ainsi on peut déterminer si le miel analysé correspond exactement ou non aux critères établis (MOKEDDEM, 1997), voir le tableau 4.

Tableau4: Exemple d'un bulletin d'analyse d'un miel d'Algérie. Effectue par le laboratoire officiel du CNFVA (Jeanne (1993) in Moukaddem, 1997.)

I. Analyse physico-chimique	Valeur
pH initial	4.16
pH du point équivalent	6.88
Acidité libre	21.24 méq./kg
Acidité combinée	11.19 rnég./kg
Acidité totale	32.43méq./kg
H.M.F.	12 mg/kg
Acidité diastasique	37
Conductivité	micro siemens
Coloration S	-
Humidité	18.1%
Tréhalose	0,14%
Glucose (%)	31,00 %
Fructose (%)	40,29 %
Isomlatose	1.50 %
Saccharose(%)	0.1%
Turanose	1.44%
Mélicitose (%)	1.09 %
Raffinose	0.52%
Maltose(%)	2.57%
Erlose (%)	0.73 %
Sucres totaux	80.82 %
Fructose/Glucose	1.29
Glucose/eau	1.71

II. Caractères organoleptiques et aspect

Miel semi-liquide ambré
Examen normal permettant de percevoir la présence d'Eucalyptus.

III. Interprétation

Beau miel naturel conforme aux normes de qualité exigées d'un miel de bouche.

3. Description des principales données de l'analyse :

Le miel contient un très grand nombre de substances, mais il existe entre les miels des variations de composition relativement important qui sont liées à leur origine florale et géographiques. Les principaux paramètres de miel sont la coloration, l'humidité, la teneur en matière insolubles dans l'eau, la conductivité électrique, le pH et l'acidité, le spectre de sucre, la teneur en hydroxyméthylfurfural (HMF), l'activité de l'amylase également appelé indice diastasique, l'activité de l'invertase, le dosage de glycérol et le pouvoir rotatoire (Bogdanov et al. 1997).

3.1. Analyse physique :**3.1.1 La densité**

La densité est appelée aussi le poids spécifique.

Selon LOUVEAUX (1968), Le poids spécifique du miel est en fonction principalement de sa teneur en eau.

La mesure du poids spécifique est assurée par un densimètre ou un réfractomètre.

Les valeurs trouvées par différents auteurs comme Marvin (1934), DEANS (1953), White et al. (1962) se correspondent.

Selon PROST (1987) la densité de miel à 20 °C est comprise entre 1.39 et 1.44. Il ajoute qu'un miel récolté trop tôt ou extrait dans un endroit humide contient beaucoup d'eau. White et al ont trouvé une valeur moyenne de 1,4225 à 20 °C. Pour un nombre de 490 échantillons de miel des U.S.A.

3.1.2. La Conductibilité électrique :

La conductivité électrique est un paramètre qui montre une grande variabilité liée à l'origine florale, il est considéré comme l'un des meilleurs paramétré pour la différenciation entre les miels de différents origines florales (Terrab et Heredia, 2004; Terrab et al. 2004). La conductivité électrique permet de distinguer aisément des miellats, des miels des fleurs, d'après Downey et al, (2005); les miels de miellat, possèdent une conductibilité électrique beaucoup plus élevée que les miels de fleurs.

D'autre part la conductibilité électrique d'un miel est en rapport avec sa couleur, selon **Gonnet (1984) ; Kašonienė et al. (2010) ; Louvaux (1980)**, les miels foncés conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs.

Alqarni et al. (2012) ; Piazza et al (1991) ont indiqué qu'il existait une corrélation entre le contenu de substances minérales et le couleur, étant les miels plus foncées celles qui présentent un contenu de cendres plus important.

3.2. Analyse chimique:

3.2.1. La teneur en eau:

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et peut renseigner sur sa stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours du stockage ; donc elle conditionne la conservation du produits (**DeRodriguez et al. 2004; Küçük et al. 2007**). Le risque de fermentation est très faible pour les miels qui contiennent moins de 18% (**Carvalho et al. 2009**).

Si la mesure a été effectuée à une température différente de 20°C, la lecture doit être corrigée pour ramener l'indice de réfraction. Le coefficient de correction est de 0,00023 par degré Celsius. La correction est additive, si la mesure est faite au-dessus de 20°C, soustractive dans le contraire.

3.2.2. La teneur en cendres

Les cendres représentent le résidu minéral du miel après incinération.

La détermination des cendres offre la possibilité de connaître la teneur en matière minérale globale du miel (**Silva et al. 2009**).

Les cendres sont déterminées par le contenu de substance minérale du miel. ce contenu dépend fondamentalement et quantitativement aux caractéristiques du sol et du climat de la région du miel (**Vanhanen et al. 2011 ; Terrab et al ., 2004 ; White , 1978**). **Feás et al. (2011) ; White et al , (1980) ; Felsner et al. (2004)** ont confirmé l'existence d'une relation entre la couleur des miels et leurs teneurs en cendres . Les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés.

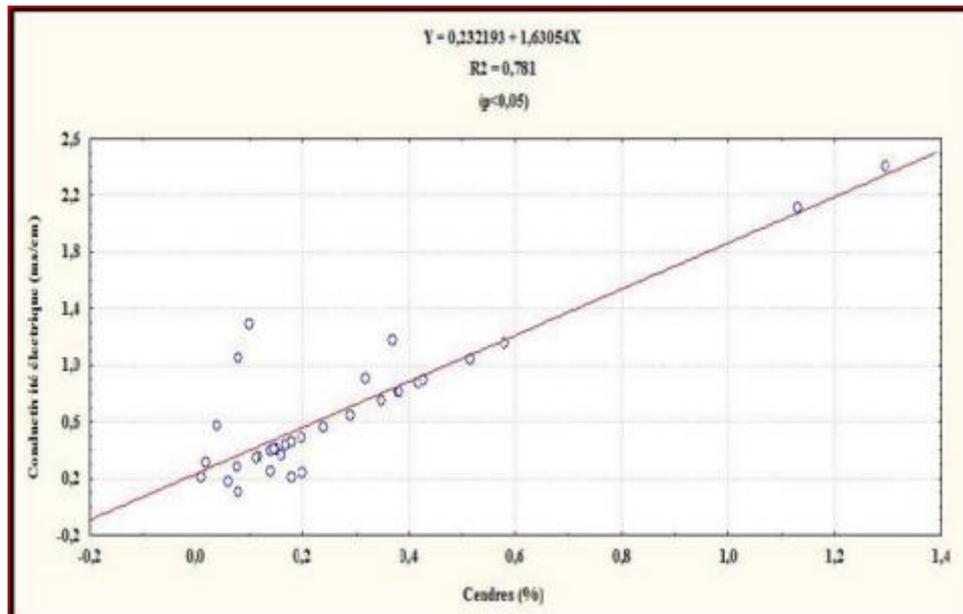


Figure16: relation entre la conductivité électrique et le taux de cendre.

3.2.3. Relation entre la conductivité électrique et les cendres :

Puisque les teneurs en matières minérales et la conductibilité électrique évoluent dans le même sens, donc il est possible qu'il existe une relation entre les deux variables. La figure 1 montre une corrélation positive entre la teneur en minéraux et le taux de la conductivité électrique ; la tendance est linéaire, le coefficient de corrélation $R=0.883$, ce qui indique que cette corrélation est élevée.

Salamanca et Serra, (2002), ont trouvé une dépendance linéaire entre les deux paramètres.

Acquarone et al. (2006) ont rapporté des résultats similaires et ont suggéré que la relation était due à la concentration totale d'ions dans le miel.

3.2.4. Le Dosage des sucres

Chaque miel est susceptible de contenir une bonne dizaine de sucres. Ce sont des mono, di, tri ou polysaccharides représentant au total plus de 80% du poids total du miel. Deux d'entre eux, le glucose et le fructose, dominent nettement et font à eux seuls près de 70%. Les autres sucres, loin d'être tous présents, dans un même miel, Les critères de qualité du miel en ce qui concerne les sucres sont d'une part la quantité totale de glucose et fructose, d'autre part la teneur en saccharose (**BOGDANOV et al, 1997et Cordella, 2003**).

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

La détermination de ces sucres et leur dosage s'obtient par l'analyse chromatographique effectuée par un laboratoire spécialisé. La détermination de ces sucres et leur dosage s'obtient par l'analyse chromatographique effectuée par un laboratoire spécialisé.

Les méthodes officielles d'analyse du miel (**arrêté publié au journal officiel 1977**) prévoient les méthodes suivantes: chromatographie en couche mince, chromatographie sur papier et chromatographie en phase gazeuse. On fait de plus en plus appel actuellement à la chromatographie en phase liquide (H.P.L.C. mis pour Hight Pressure Liquide Chromatography - Chromatographie en phase liquide sous haute pression).

Sucres réducteurs :

Le miel une solution extrêmement concentrée de sucres simples, permis ces sucres, figurent le fructose et le glucose, que l'on trouve en quantité voisine dans les miels (**Tosun,2013**).

3.5.3. Le pH« potentiel d'hydrogéné» ou indice de «Sorensen»

Les miels de nectar ont un pH faible (de 3,3 à 4,5), tandis que les miels de miellats ont un pH peu plus élevé (**Pesenti et al. 2008**).

Selon **Gonnet, (1985)**, le coefficient 7 (eau distillée à 22°C) correspond à la neutralité, supérieur, il est basique, 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.

Le pH d'un miel est mesuré en solution dans l'eau à 10 % à l'aide d'un pH- mètre. (**LOUVEAUX, 1985**).

3.2.6. L'hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'hydroxyméthylfurfural (HMF) est un sucre de dégradation du fructose naturellement présent dans tous les miels à la récolte à l'état de trace ; (1 à 3mg/kg) (**Fallico et al. 2004 ;Makhloufi et al. 2010**).

La concentration en HMF est reconnue comme indicateur du niveau de fraîcheur du miel (**Corbella et Cozzolino, 2006**), critère important pour la détection des miels surchauffés, d'autant que l'HMF est présent en quantité faible ou absent dans les miels frais (**Karabourniotti et Zervalaki ,2001**).

L'apparition de ce composé est le résultat de la transformation des sucres simples et plus particulièrement du fructose en hydroxyméthylfurfural: 5-(hydroxyméthyl)-2-furaldéhyde (HMF). L'acidité et une teneur en eau élevée favorisent cette transformation, mais l'excès de chaleur et un entreposage prolongé sont des facteurs encore plus importants dans ce processus (**MARCEAU, et al. 1994**).

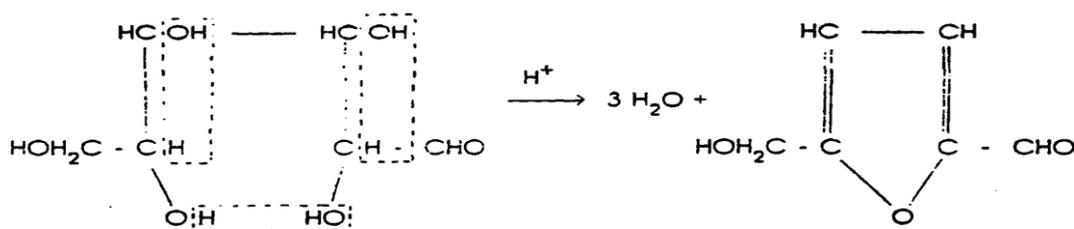


Figure17: Processus de la formation de l'HMF

Selon **BOGDANOV, (2001)** Dans le commerce international, un taux maximal de 40mg/kg s'est révélé acceptable. La teneur en HMF d'un miel est pratiquement nulle au moment de la récolte, elle augmente progressivement, lentement tout d'abord pour s'accélérer par la suite.

L'HMF est un indicateur de la fraîcheur et le surchauffage du miel.

D'après **ZEGGANE, ANTINELLI et al, (1996)** cité par **MOKADDEM (1997)**, la méthode du dosage d'H.M.F. utilisant l'acide barbiturique et la para toluidine n'est pas sélective de l'H.M.F. et surestime le taux réel de ce produit, une nouvelle méthode donc est déterminée, pour évaluer le taux de H.M.F par chromatographie liquide à haute performance (H.P.L.C.), cette méthode permet de déterminer le taux d'H.M.F. qui est plus fiable et plus proche de la valeur exacte.

La proposition du Codex (**1998**), prévoit un taux maximal de 60 mg/kg, cette proposition d'un taux maximal plus élevé se base sur le fait que dans les pays chauds, la teneur en HMF augmente rapidement avec la durée de stockage.

3.2.7. Le Dosage des protéines

Les protéines sont dosées selon la méthode de **KJELDAHL**. La matière azotée contenue dans la prise d'essai est minéralisée par l'action de l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur sous l'action de la chaleur.

L'azote est libéré à l'état d'ammoniac qui, en présence d'acide sulfurique se retrouve à l'état de sulfate d'ammonium. Un excès de soude neutralise l'acide sulfurique et libère l'ammoniac qui est entraîné par distillation dans une solution d'acide borique.

L'ammoniac contenu dans le distillat est dosé avec H₂SO₄ en présence d'un indicateur coloré. Le taux de protéine est obtenu en multipliant le taux d'azote par 6,25.

3.2.8. L'acidité

L'acidité est un critère de qualité important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette acidité provient d'acides organiques dont certains sont libre et d'autres combinés sous forme de lactones. Certains de ces acides proviennent du nectar ou du miellat mais leur origine principale provient des sécrétions salivaires de l'abeille ; le principal acide dérive du glucose sous forme d'acide gluconique. Sa formation s'accompagne de de dégagement d'eau oxygénée (**Gomes et al. 2010 ; BOGDANOV. et al. 2004 Louveaux, 1968**).

La fermentation de miel provoque une augmentation de l'acidité. L'ancienne norme prescrit été une valeur maximale de 40 mEq/kg. Dans le projet de Codex alimentarius elle a été augmentée à 50 mEq/kg et ont donné qu'il existe des miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée.

Lors de l'analyse on considère:

a) L'acidité libre

Cette acidité est titrée par l'hydroxyde de sodium jusqu'au pH du point équivalent soit pHE (pont de neutralisation de tous les acides libres).

L'acidité libre est exprimée en milliéquivalent d'hydroxyde de sodium nécessaire pour porter à pHE, 1000 grammes de miel, elle ne doit pas être supérieure à 50 meq/kg (Codex, 2001).

b) L'acidité combinée

Cette acidité correspond à l'acidité des lactones, cette acidité (combinée) est non titrable, l'acidité due aux lactones (acidité combinée) est exprimée en milliéquivalents d'hydroxyde de sodium pour 1000 grammes de miel.

c) L'acidité totale

L'acidité totale est la somme de l'acidité libre et de l'acidité des lactones, elle peut varier de 10 et 60 meq/kg.

Le pH est mesuré sur une solution de miel 10%, cette acidité totale peut varier de 10 et 60 meq/kg.

3.2.9. L'Activité diastasique (ou enzymatique)

L'indice diastasique représente l'activité enzymatique de l'amylase dont la valeur, malgré une variabilité naturelle, traduit la dégradation des enzymes naturelle du miel (Sak-Bosnar et Sakač, 2012). La grande variabilité de ce paramètre et le fait qu'il dépend fortement de l'origine botanique du miel ont été confirmés et quantifiés par Persano et al. (1990) L'importance de cette enzyme réside dans le fait que sa présence dans le miel est considérée comme un indice de qualité (Kahraman et al. 2010). Ainsi, le codex Alimentarius inclut sa détermination comme un standard de qualité (Aldcorn et al, 1985 ; Makhloufi et al.2007) L'activité de diastase, est influencée par le stockage (plus le stockage est long, plus l'activité de diastase est diminuée) et le sur chauffage du miel (Simsek et al, 2012).

Yilmaz et Kufrevioglu (2001) trouve que le stockage a une influence marquante sur l'augmentation de la teneur en HMF et la diminution de l'indice diastasique (ID).

L'union européen et le codex Alimentarius proposent le 8 comme valeur minimal de l'indice diastasique pour les miels en général, et que certain miels tel que les miels mono floraux ont une activité diastasique naturellement baisse (Serrano et al. 2007).

3.3. Analyses nutritionnelles :

Les analyses nutritionnelles ont été faites en plus des analyses physico-chimiques pour confirmer la qualité des miels étudiés. Ces analyses permettront de connaître leurs éléments majeurs constitutifs.

3.1.1. Valeur alimentaire et diététique :

Le miel étant composé de sucre simple, il est facilement assimilé par l'organisme : il passe dans le sang très rapidement et la glycémie décroît ensuite lentement. Il est souvent utilisé par les sportifs pour sa valeur énergétique (310KCal/100g). Le miel est cependant moins calorique que le sucre (environ 405 KCal /100g), ce que est en fait un aliment apprécié des diététiciens (**Gout, 2009**).

Il a été prouvé que le miel favorise aussi l'assimilation du calcium et la rétention de magnésium (**Chauvin, 1968**).

Le miel présente sur le sucre ordinaire l'avantage de contenir des sels minéraux ainsi que des substances aromatique qui rendent sa consommation plus agréable. C'est un aliment très favorable à la croissance des jeunes enfants, et peut être introduit dans les régimes alimentaires même chez les diabétiques sous contrôle médicale. Il est également recommande pour les personnes âges (**Khanfer et al, 2001**).

3.3.2 Détermination du taux de matière grasse

Selon la méthode de Soxhlet Les lipides sont solubles dans certains solvants organiques dits apolaires. Leur extraction peut alors être effectuée avec l'hexane. C'est une extraction sous vide avec un Appareil soxhlet.

3.3.3. Détermination du taux de protéine par la méthode de KJELDAHL

Cette méthode consiste à un dosage indirect des protéines par le dosage de l'azote, sachant que la quantité de protéines est de 6.25 fois celle de l'azote protéique.

3.4. L'analyse sensorielle

C'est une technique qui fait appel tout d'abord au sens de l'observation (couleur, Propreté, homogénéité de la masse, défaut éventuel de cristallisation etc...), on procède ensuite à un examen olfactif qui permet de déceler les odeurs et les arômes. Enfin, la dégustation permet d'apprécier les saveurs du miel, d'en percevoir les différentes composantes (goût sucré, acidité ou amertume) on peut aussi, de cette façon apprécier éventuellement la finesse de la cristallisation (**GONNET et VACHE, 1985**).

Selon leurs origines, les différents miels présentent des caractères visuels, olfactifs, gustatifs et tactiles particulièrement diversifiés. L'examen organoleptique d'un produit est la fiche descriptive donnée par l'ensemble des perceptions sensorielles ressenties par le Consommateur. Il peut ainsi apprécier ses qualités essentielles mais aussi ses défauts. Il ne remplace cependant pas les examens physico- chimiques et botaniques mais intervient pour Confirmer une appellation. Ces analyses sont réalisées dans des pièces inodores, climatisées à 20 C°, 60 % d'humidité et en lumière diurne. Les dégustateurs travaillent loin des repas et ne doivent pas porter d'odeurs avec eux. Le miel étudié est versé dans un verre à pied.

3.4.1 Caractéristiques du miel

3.4.1.1- Caractéristiques organoleptiques :

a) La couleur :

La coloration des miels est une donnée importante parce que c'est une caractéristique physique dépendant de l'origine du produit mais également un élément sensoriel primordial qui détermine en partie le choix du consommateur (**Schweitzer, 2001**).

En général la couleur se détermine par comparaison entre la couleur de l'échantillon et celle d'une gamme de couleur de référence (Procédé Lovibond) ou par analyse de l'intensité lumineuse perçue au travers de deux prismes, l'un coloré servant de référence et l'autre de forme identique contenant l'échantillon de miel à analyser (procédé Pfund, color grader).

L'intensité de la coloration s'exprime, pour le procédé Lovibond, par la désignation du numéro de filtre de référence (N° allant de 30 à 850).

Pour le procédé Pfund, on utilise une mesure métrique, correspondant au déplacement lors de l'examen, du chariot portant les prismes dans l'appareil, exprimé en millimètre (1,1 à 14).

Il existe une table de comparaison des deux mesures ou 1,1 Pfund correspond à des miels pratiquement incolores, 850L. ou 14p. à des miels presque noirs.

b) L'odeurs :

Une odeur est le résultat, perçu par le sens de l'odorat, de l'émanation des corps volatils contenus dans certaines substances comme les molécules chimiques souvent qualifiées de molécules odorantes ou de parfum. Il s'agit généralement de la perception consciente, qui peut être sollicitée par voie directe (flairage) ou par voie rétro-nasale.

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

c) Les goûts :

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

d) La Granulation:

White et al. (1962), ont établi une échelle de granulométrie qui présente une hiérarchie de cristallisation allant de 0 (miel totalement liquide) à 9 (cristallisation complète et dure). Les cristaux peuvent être facilement observés à l'aide d'un polarimètre ou simplement entre

deux feuilles de plastique Polaroid, cependant, la cristallisation du miel est généralement appréciée par analyse sensorielle. En ce cas elle est simplement qualifiée de très fine, assez grossière, homogène, irrégulière, etc... L'appréciation est laissée à la discrétion de l'observateur.

4. Qualité du miel et normes internationales :

4.1. La qualité du miel :

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

4.1.1. Facteurs d'altération du miel :

Les facteurs essentiels de qualité d'un miel sont (Codex Alimentarius, 2001).

Le miel vendu en tant que tel ne doit pas contenir d'ingrédient alimentaire, y compris des additifs alimentaires, et seul du miel pourra y être ajouté.

- Le miel ne doit pas avoir de matière, de goût, d'arôme ou de contamination inacceptable provenant de matières étrangères absorbées durant sa transformation et son entreposage.

- Le miel ne doit pas avoir commencés à fermenter ou être effervescent.

- Le miel ne doit pas être chauffé ou transformé à un point tel que sa composition essentielle soit changé et/ou que soit qualité s'en trouve altérée.

- Aucun traitement chimique ou biochimique ne doit être utilisé pour influencer la cristallisation du miel.

4.1.2. Les normes internationales relatives aux miels :

Les normes internationales concernant le miel sont spécifiées dans les directives européennes et dans les normes du Codex Alimentarius(2001) (tab.N5) qui font tous les deux l'objet d'une révision (Bogdanov et al. 1999).

Tableau5 :Norme concernant la qualité du miel selon le projet du Codex Alimentarius et selon le projet de l'UE

Critères de qualité	Projet du Codex Alimentarius	Projet de l'UE
<u>Teneur en eau</u>		
Général	≤ 21 g/100g	≤ 21 g/100g
Miel de bruyère, de trèfle	≤ 23 g/100g	≤ 23 g/100g
Miel industriel ou miel de Pâtisserie	≤ 25 g/100g	≤ 25 g/100g
<u>Teneur en sucres réducteurs</u>		
Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	≥ 65 g /100 g	≥ 65 g /100 g
Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar.	≥ 45 g /100 g	≥ 60 g /100 g
<i>Xanthorrhoea pr</i>	≥ 53 g /100 g	≥ 53 g /100 g

<p><u>Teneur en saccharose apparent</u></p> <p>Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous</p> <p><i>Robin, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Zitrus, Medicago, Eucalyptus cam., Eucryphialuc. Banksia menz.*</i></p> <p><i>Calothamnus san., Eucalyptus scab., Banksia</i></p> <p><i>gr., Xanthorrhoea pr.</i> Miel de miellat et mélanges de miel de miellat et de nectar</p>	<p>≤ 5 g/100 g</p> <p>≤ 10 g/100 g</p> <p>≤ 15 g/100 g</p>	<p>≤ 5 g/100 g</p> <p>≤ 10 g/100 g</p> <p>-</p>
<p><u>Teneur en matières insolubles dans l'eau</u></p> <p>Général</p> <p>Miel pressé</p>	<p>$\leq 0,1$ g/100 g</p> <p>$\leq 0,5$ g/100 g</p>	<p>$\leq 0,1$ g/100 g</p> <p>$\leq 0,5$ g/100 g</p>
<p>Teneur en matières minérales (cendres)</p> <p>Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier</p>	<p>$\leq 0,6$ g/100 g</p> <p>$\leq 1,2$ g/100 g</p>	<p>$\leq 0,6$ g/100 g</p> <p>$\leq 1,2$ g/100 g</p>
<p>Acidité</p>	<p>≤ 50 meq/kg</p>	<p>≤ 40 meq/kg</p>

<p><u>Activité diastasique, (indice diastasique en unités de Schade)</u></p> <p>Après traitement et mise en pot (Codex)</p> <p>Tous les miels du commerce (UE)</p> <p>Général</p> <p>Miels avec une teneur enzymatique naturellement faible</p>	<p style="text-align: center;">≥ 8</p> <p style="text-align: center;">≥ 3</p>	<p style="text-align: center;">≥ 8</p> <p style="text-align: center;">≥ 3</p>
<p><u>Teneur en hydroxyméthylfurfural</u></p> <p>Après traitement et mise en pot (Codex)</p> <p>Tous les miels du commerce (UE)</p>	<p style="text-align: center;">≤ 50 mg/kg</p>	<p style="text-align: center;">≤ 40 mg/kg</p>

4.1.3. Contrôle de qualité et des fraudes

La réglementation n'autorise aucun ajout dans le miel, mais les fraudes existent.

En effet, le miel comme beaucoup d'autre produit n'échappe pas à ces pratiques qui déstabilisent les prix et la confiance des acheteurs.

En générale, 3 types de fraude sont observés :

- L'ajout de sucre : l'ajout de sirop de sucre de composition poche du miel constitue une fraude que seul un bas prix du sucre rend possible.

- Le recyclage des miels dégradés : cette fraude consiste à faire passer les miels déclassés (miel destinés à l'industrie pour des miels de bouche).

- Les fausses appellations : on donne une appellation mono florale ou géographique, à un miel qui ne provient pas automatiquement de l'origine florale avancée ou bien de l'air géographique signalée.

Pour éviter de telles fraudes, il faut assurer une traçabilité du miel de son lieu de production jusqu'aux consommateurs (Clement, 2003).

Le contrôle de qualité d'un miel comporte la mesure de la teneur en eau, un test de propreté, un dosage d'HMF, un dosage organoleptique et un examen de l'état physique. Ce contrôle est effectué par le service de la répression des fraudes et les laboratoires d'analyse officiel (Clement, 2003).

Chapitre II

Matériel et méthodes

Objectif et lieu de stage

Ce travail a été effectué au niveau de l'institut technique d'élevages(I.T.E.L.V), à Baba Ali, Alger, au laboratoire d'analyses physicochimiques de mielsdurant 03 mois, s'étalant du 07 Mars au 21 mai 2017.

L'objectif de l'étude est l'identification des qualités des miels locaux et leurs caractéristiques tout en les comparant avec quelques miels importés trouvés dans le commerce.

1 - Matériels et Méthodes

1.1Matériel

1.1.1Matériel non biologique

L'ensemble d'appareillage, petit matériel (verreries ; accessoires) et réactifs utilisé dans cette étude est détaillé dans l'annexe1.

1.1.2Matériel biologique

1.1.2.1 -Choix des échantillons de miel

Le travail a été effectué sur 10 échantillons de miel dont 5 proviennent des wilayas de Djelfa, EL Meniaa, Laghouat, Biskra et Sidi Bel Abbes et les 5 autres sont des miels importés de la Bulgarie, de San Francisco, de la France, du Burkina Faso et de l'Arabie Saoudite.

La collecte des échantillons de miel a été effectuée au cours de l'été des années 2015 et 2016. Les variétés collectées serviront pour toutes les analyses physico-chimiques et microbiologiques et sont conservées à la température de 4 °C pour éviter une éventuelle fermentation.

Chaque échantillon comporte un code désignant :

- La date de récolte.
- Le mode d'extraction.
- L'origine géographique du miel.
- L'origine florale présumée.

Tableau 06: Présentation des échantillons du miel étudié

	N° de l'échantillon	Codification	Date de récolte	Région géographique	Origine florale présumée	Type d'extraction
Miels locaux	01	166	2016	Laghouat	Jujubier	Mécanique
	02	167	2016	EL Meniaa	Jujubier	Mécanique
	03	168	2016	Biskra	Jujubier	Mécanique
	04	169	2016	Djelfa	Jujubier	Manuel
	05	170	2016	Sidi Bel Abbes	Centauree du solstice	Mécanique
	06	171	2015	Bulgarie	Toutes fleurs	Mécanique
Miels import	07	172	2016	San Francisco	Toutes fleurs	Mécanique
	08	173	2015	France	acacia	Mécanique
	09	174	2016	Burkina Faso	Miel noire	Manuel
	10	175	2015	Arabie saoudite	Al shifaa	Mécanique

1.1.2.2 Milieux et souches microbiologies utilisés

L'ensemble des milieux et des souches bactériennes utilisés dans cette étude sont mentionnés dans l'annexe 3

1.2 Méthodes

1.2.1 Protocole expérimental

Afin d'effectuer les différentes analyses pour évaluer la qualité des miels, nous avons adopté le protocole expérimental présenté au niveau de l'organigramme ci-après

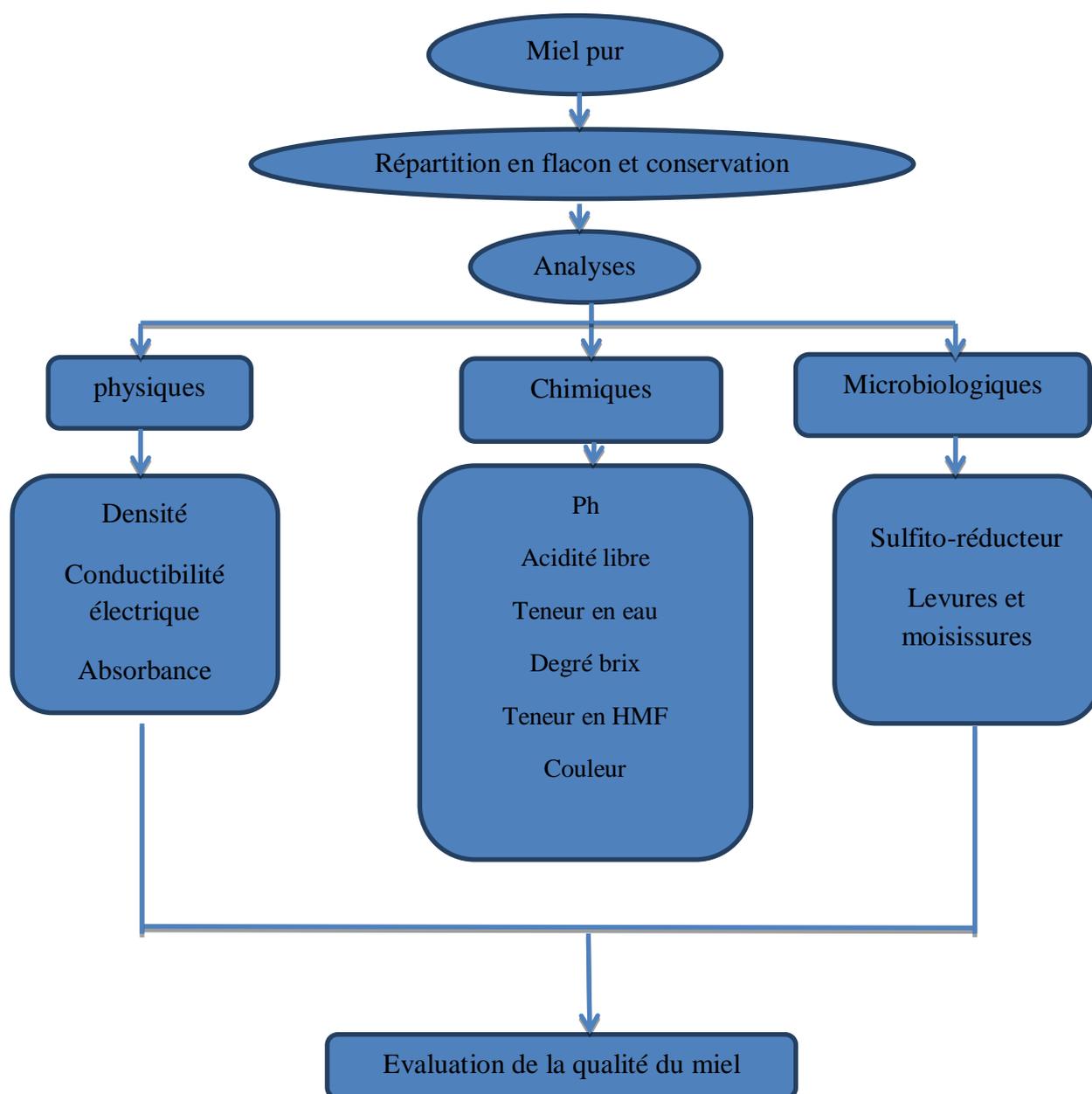


Figure 18 : protocole des analyses réalisées sur le miel

1.2.2 Méthodes d'analyse :

1.2.2.1 Analyses physiques :

1.2.2.1.1 Densité

Pour obtenir la densité on calcule le quotient de la masse volumique du miel et la même masse volumique d'eau distillée.

➤ **Mode opératoire**

On pèse 5 mg d'eau distillée et on note le poids. On procède de la même façon pour l'échantillon de miel à analyser et on note le poids aussi.

➤ **Mode de calcul**

La densité (D) est exprimée par la relation:

$$D = M / M'$$

Où :

M : est la Masse du volume du miel.

M' : est la Masse du même volume d'eau distillée.

1.2.2.1.2 Absorbance

La mesure de l'absorbance a été faite selon la méthode de la FAO (1969).

➤ **Mode opératoire**

Peser 5g de miel et dissoudre dans 100 ml d'eau distillée pour une solution de 5% de concentration. La mesure de l'absorbance est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre à 575 nm après avoir étalonné l'appareil avec de l'eau distillée.

1.2.2.1.3 Conductibilité électrique

Cette méthode a pour objet de vérifier si la valeur de la conductivité du miel analysé est compatible avec son appellation florale. la méthode utilisée est celle de **BOGDANOV et al, (1997)**.

➤ **Principe**

Pour une solution à 20% de matière sèche et à la température de 20°C, la conductibilité va de 1 à plus de 10⁻⁴ S.cm⁻¹

➤ **Mode opératoire**

La mesure de la conductibilité électrique se fait au moyen d'un conductimètre (**Figure19**).

Peser dans un petit bécher 10g du miel, le dissoudre dans un 50ml d'eau distillée. Bien mélanger jusqu'à homogénéisation. Placer la solution au bain marie réglé à 20°C. Plonger l'électrode du conductimètre dans la solution (lorsque la température est à 20°C±0.5°C)

Effectuer la lecture de la valeur qui s'affiche sur l'écran.

➤ **Expression des résultats :**

La conductivité du miel est mesurée en siemens par cm : s.cm^{-1} conventionnellement la conductivité est donnée en $10^{-4} \text{ S.cm}^{-1}$



Figure 19 : conductimètre électrique utilisé

1.2.2.2 Analyses chimiques

1.2.2.2.1 Détermination de la teneur en eau (l'humidité)

➤ **Principe**

L'eau existe sous deux formes dans les aliments: eau libre et eau liée. Cette dernière est fixée plus ou moins fortement. La méthode utilisée pour déterminer la teneur en eau des échantillons se fait par la mesure optique de l'indice de réfraction (IR) du miel à 20°C. (Figure 20)

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

Mode opératoire

- Nettoyer et sécher le prisme du réfractomètre.
- Régler le réfractomètre à zéro. Si le produit se trouve cristallisé, il est nécessaire de le refondre dans un flacon à fermeture hermétique en étuve ou en bain marie à moins de 50°C.
- Après refroidissement à une température ambiante, prendre une goutte de miel à l'aide d'une spatule, puis déposer et étaler en couche mince sur la platine de prisme.

- Faire la lecture à travers l'oculaire au niveau de la ligne horizontale de partage entre la zone claire et la zone obscure. Cette ligne coupe une échelle verticale graduée directement en pourcentage d'humidité dans le miel.
- La température du prisme sera notée.

En se rapportant au Tableau de **CHATAWAY (1932)**, voir annexe n°5, nous obtenons le pourcentage d'eau correspondant à l'indice de réfraction à 20°C.



Figure 20 : Refractomètre spécial pour le miel

1.2.2.2.2 Matière sèche (Degré Brix)

Le taux de matière sèche est évalué par la méthode de réfractométrie. La lecture est faite par un réfractomètre, sur l'échelle qui indique la teneur en matière sèche ou « Degré Brix » qui se trouve en parallèle avec l'échelle de l'indice de réfraction. Toutes les mesures ont été effectuées à la température ambiante et les lectures ont été corrigées pour une température standard de 20 °C en ajoutant le facteur de correction de 0.00023/°C

1.2.2.2.3 Potentiel d'Hydrogène (pH) :

C'est la mesure du potentiel hydrogène d'une solution de miel à l'aide d'un pH mètre.

➤ Principe

Le PH est une mesure quantitative de l'acidité ou de la basicité d'une solution. Plus précisément le PH représente la concentration en proton ou ions H⁺ d'une solution.

➤ Mode opératoire :

- Étalonnage de l'appareil :

L'étalonnage de pH mètre s'effectue dès sa première utilisation. Pour l'étalonnage, la température doit être égale à celle de la solution d'étude (en pratique celle du laboratoire). Pour l'étalonnage en pH, on utilise des solutions tampons de pH 4 et pH 7. Plonger la sonde dans la solution de calibration pH 4 et attendre la stabilisation de la mesure. Recommencer l'opération avec la solution de calibration pH 7.

- Mesure du pH de nos échantillons

- Peser dans un petit bécher 10g du miel le dissoudre dans 75ml d'eau distillé.
- Rincer l'électrode à l'eau distillée puis le sécher avec du papier joseph.
- Placer la solution du miel à analyser par agitation magnétique.
- Plonger l'électrode propre et sèche dans la solution à analyser.
- Attendre la stabilisation de la valeur du pH.



Figure 21 : Préparation des Solutions du miel

➤ Expression des résultats :

La valeur du pH est directement lue sur l'écran du PH-mètre.



Figure 22 : Mesure de pH et acidité libre de la miel

1.2.2.2.4 Détermination de l'acidité libre

L'acidité libre est la quantité d'acides libres contenus dans le miel.

➤ Principe

La solution aqueuse de miel est titré avec une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1M jusqu'à l'obtention de pH égal à 8,3.

➤ Mode opératoire

Nous avons opté pour le mode opératoire ci-dessous:

- Dissoudre 10g de miel dans 75 ml d'eau distillée dans un bécher jaugé.
- Agiter la solution au moyen d'un agitateur magnétique

- Les électrodes du pH- mètre sont immergés dans la solution de miel.
- Après la lecture du pH, la solution est titrée avec de la soude à 0,1M jusqu'à pH = 8,30.

Enfin, on enregistre le volume de NaOH utilisé et on calcule l'acidité libre en milléquivalents/ kg.

➤ **Mode de calcul**

Soit V le volume en ml de soude à 0,1M utilisé lors de la titration. L'acidité libre du miel est exprimée en milliéquivalent par kilogramme de miel et déterminée par la formule suivante :

$$AL = (\text{Volume de } 0,1 \text{ N NaOH en ml}) \times 10$$

D'où V = nombre de ml de NaOH 0.1 N utilisées pour neutraliser 10 g de miel.

1.2.2.2.5 Détermination du HMF ou Hydroxy-méthyl-furfural

L'HMF est un dérivé de déshydratation des sucres qui apparaît par réaction chimique naturelle lors du vieillissement ou du chauffage des miels.

Cette méthode détermine la concentration en **5-hydroxyméthyl, 2- furaldéhyde**. Elle est basée sur la détermination de l'absorbance du HMF à 284 nm. La quantité d'HMF est déterminée après soustraction de l'absorbance à 336 nm.

➤ **Mode opératoire**

Dans une fiole de 50ml, on dissout 5g de miel dans 25 ml d'eau distillée. Le mélange est additionné de 0,5 ml de solution de Carrez I et on agite. Ensuite, on ajoute une autre quantité de 0,5ml de solution de Carrez II qui sera suivi également d'une agitation manuelle. Le volume est ensuite ramené à 50ml avec de l'eau distillée. Après homogénéisation et filtration, on jette les premiers 10 ml de filtrat. Et on prend avec une pipette 5 ml qu'on met dans le 1er tube, appelé tube à essais et 5 autre ml dans le 2ème tube témoin. Dans le premier tube à essai, on ajoute 5ml d'eau distillée et on mélange la solution échantillon. Dans le second tube, on ajoute 5 ml d'une solution de bisulfite, équivalente à 0,2 % et on mélange la solution de référence. Les réactifs utilisés sont mentionnés dans l'annexe 3.

Tableau 07 : Préparation de la solution aqueuse de miel

Ajoute au tube à essai	Solution échantillon	Solution de référence
Solution initiale de miel	5ml	5ml
Eau distillé	5ml	0ml
Bisulfite de sodium à 0,2%	0ml	5ml

La préparation de tube à essai ne doit pas dépasser deux minutes

La détermination de l'absorbance de la solution échantillon et celle de la référence qui sont respectivement de 284 nm et de 336 nm se fait dans les cuves en quartz.

- Si la valeur de l'absorbance à 284nm dépasse la valeur d'environ 0,6 on dilue de la même façon la solution échantillon avec de l'eau distillée et la solution de référence avec du bisulfate de sodium afin d'obtenir une absorbance suffisamment faible pour la mesure photométrique.
- Si une dilution D est nécessaire, elle est calculée comme suit :

$$D = \text{volume final de la solution échantillon} / 10$$

➤

➤ **Mode de calcul**

La teneur en hydroxy-méthyl-furfural est exprimée en milligramme par kilogramme et donnée par la formule suivante :

Avec

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

- **HMF** : quantité d'HMF en mg/Kg
- **M** : poids de l'échantillon de miel
- **D** : facteur de dilution (si la dilution est nécessaire)
- **A284 et A336** : absorbances respectives à 284nm et à 336nm.
- *le facteur* $149,7 = \frac{126 \times 100 \times 1000}{1683 \times 10 \times 5}$

Ou :

126 : La masse moléculaire de HMF

100: La conversion des grammes en milligrammes.

1000: La conversion des grammes de miel en kilogrammes.

1683 : L'absorptivité molaire de HMF à 284 nm.

10 : La conversion 5 à 50 grammes.

5: La masse théorique de l'échantillon de miel. 84150

1.2.2.2.6 Détermination de la couleur selon Lovibond :

➤ **principe :**

Le principe est basé sur la comparaison des miels à des filtres de références d'un comparateur de type Lovibond.

➤ **Mode opératoire**

- Le miel qui est convenablement liquéfié par la chaleur est coulé dans la cuve de verre.
- On fait défiler la gamme colorée du disque dans l'appareil LOVIBOND.

- On utilise deux cuves cubiques en verres de 2 millimètres de trajet optiques, l'une des deux cuves est remplie avec du miel liquide (le miel cristallisé doit être chauffé dans un bain marie), l'autre est remplie d'eau distillé.
- On installe chacune des deux cuves dans un compartiment du comparateur Lovibond.
- On met un disque chromatique qui est choisi selon la couleur apparente du miel : Pour les miels clairs, on utilise un disque de « honey A », pour les miels foncés, on choisit un disque de « honey B ».
- On oriente le comparateur face à une source lumineuse naturelle, par exemple face au soleil.
- On fait défiler la gamme colorée du disque choisi à côté de la cuve à échantillon.
- On note le numéro de la pastille correspondante lorsque la couleur observée au niveau des deux compartiments est d'égale intensité.

➤ **Expression des résultats :**

Les résultats sont traduits en « Indice de PFUND », la correspondance entre la graduation des disques chromatiques de LOVIBOND et l'échelle de PFUND est représentée dans le tableau de l'Annexe 4.

1.2.2.3 Analyse microbiologique

1.2.2.3.1 Préparation des dilutions décimales (figure 23)

Selon **AFNOR (1996)**, les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques.

On procède comme suit :

- ◆ On marque les tubes de dilutions (1^{er} tube : 10^{-1} , 2^e tube : 10^{-2} , 3^e tube : 10^{-3}).
- ◆ On pèse 25g de miel échantillon au moyen d'une spatule et d'une boîte de pétri stérile.
- ◆ On les transfère dans un flacon stérile, contenant 225 ml de TSE pour enfin obtenir une suspension appelée suspension mère.
- ◆ On prélève aseptiquement 1ml de la suspension mère avec une pipette graduée et stérile et on la transfère aseptiquement dans le 1^{er} tube (10^{-1}), tout en prenant garde pour que la pipette ne pénètre pas au-dessus des 9 ml du diluant qui est le TSE.
- ◆ On jette la pipette utilisée dans une caisse appropriée.
- ◆ On recommence la même opération avec une 2^e et 3^e pipette, toujours stériles, en prenant dans chaque pipette 1 ml de la suspension mère pour les transférer aseptiquement dans le 2^e et 3^e tube, c'est à-dire du tube 10^{-1} au tube 10^{-2} , du tube 10^{-2} au tube 10^{-3} .

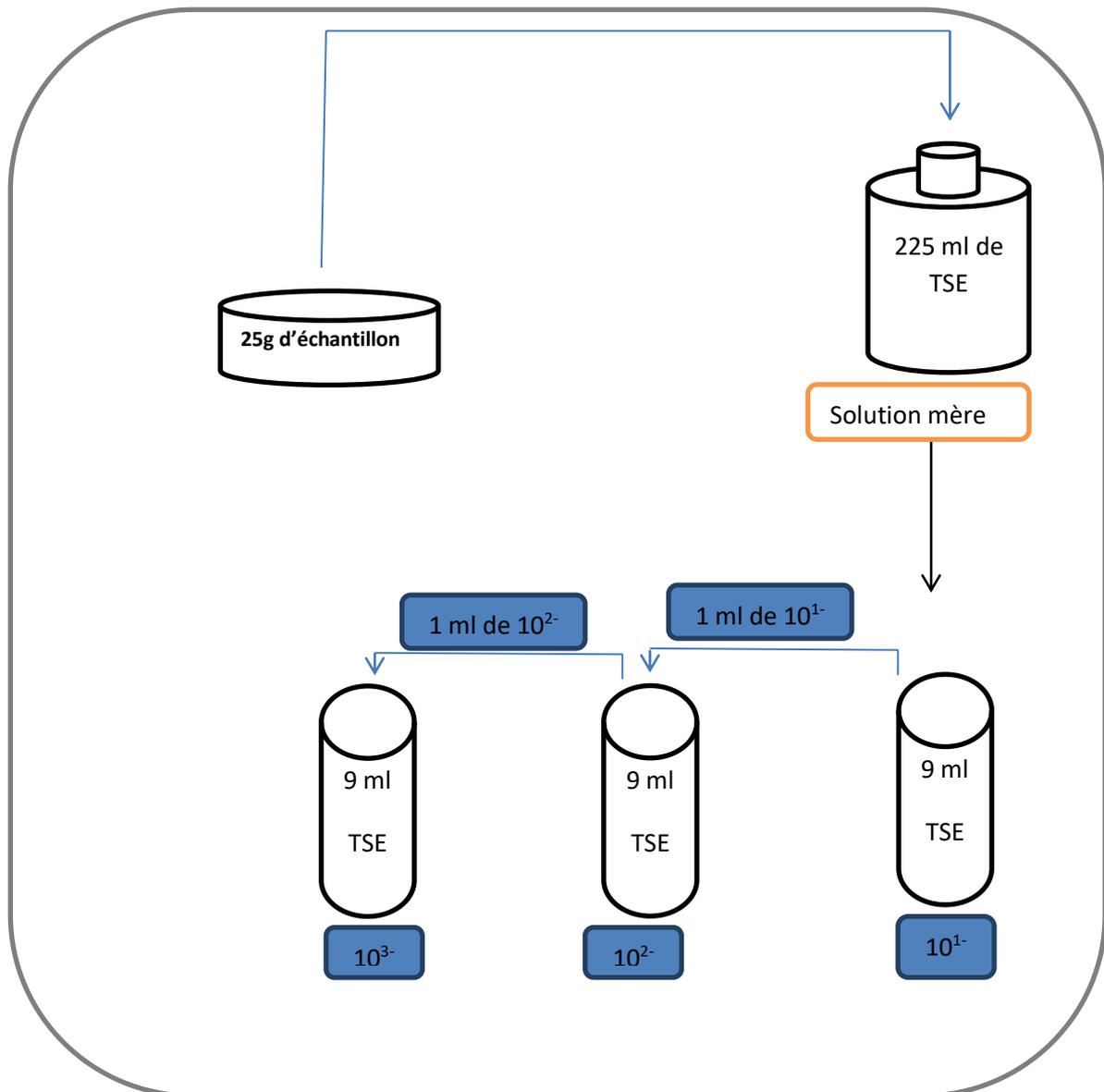


Figure23 :Préparation des dilutions décimales

1.2.2.3.1.1 Recherche et dénombrement des germes :

➤ spores d'anaérobie sulfito-réducteurs

Selon AFNOR (1985) le dénombrement des spores d'anaérobies sulfito réductrice permet de déceler une présomption de la présence de *Clostridium perfringens* qui est un germe bactériologique.

- Au moment de l'emploi, faire fondre un flacon de gélose de viande de foie qui est un milieu de culture, le refroidir dans un

bain d'eau à 45°C puis ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium.

- Mélanger soigneusement et aseptiquement.

Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C. jusqu'au moment de l'utilisation.

▪ Les tubes contenant les dilutions 10^{-2} et 10^{-1} seront soumis : D'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes, puis à un refroidissement immédiat sous l'eau du robinet. Cette opération a pour but d'éliminer les formes végétatives tout en gardant uniquement les formes sporulées.

- A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tube à vis stériles, puis ajouter environ 15 ml de gélose de viande de foie dans chaque tube et laisser la solution se solidifier sur une paillasse.
- Les tubes seront ainsi incubés à 37°C pendant une durée de 16 heures, 24heures ou 48heures au maximum.

➤ Levures et moisissures

En se basant sur la norme **AFNOR(1988)**, l'isolement est réalisé par l'emploi de milieux sélectifs dotés de propriétés antibactériennes : le milieu OGA (0,1 mg /ml d'oxytétracycline). On procède comme suit :

- ❖ Faire fondre le milieu de base et le refroidir à 45°C.
- ❖ Le bien mélanger et le verser dans une boîte de pétri.
- ❖ Le laisser se solidifier et faire sécher la surface du milieu dans une étuve à une température de 45°C, tout en conservant le couvercle entrouvert. Ensuite, tout en renfermant le couvercle, on le laisse se refroidir.
- ❖ Prendre 1ml du milieu et le transférer, à l'aide d'une pipette de 1 ml, dans 3 autres boîtes de pétri.
- ❖ Répartir, avec un râteau stérile, le milieu sur toute la surface des fonds des 3 boîtes.
- ❖ Incuber les boîtes retournées pendant 5 jours à une température de 22°C.
- ❖ Après 48h d'incubation, repérer chaque jours les colonies de levure et de moisissure sur les boîtes.

Chapitre III

Résultats et discussion

Chapitre III : Résultats et discussion.

1 Résultats des analyses physiques

1.1 Densité

L'examen du tableau 08 et figure 24 nous révèle les densités des miels pris en échantillons pour notre étude, nous remarquons ainsi que la densité des 10 échantillons de miels analysés est comprise entre 1,40 et 1,49 avec une moyenne égale à 1,44.

Tableau 08 : Valeurs de la densité des échantillons du miel:

	N° Ech	Densité	Origine florale
Miels locaux	01	1.45	Jujubier
	02	1.49	Jujubier
	03	1.45	Jujubier
	04	1.46	Jujubier
	05	1.44	Centaurée du solstice
Miels importés	06	1.45	Toutes fleurs
	07	1.43	Toutes fleurs
	08	1.43	Acacia
	09	1.44	Miel noire
	10	1.40	Toutes fleurs

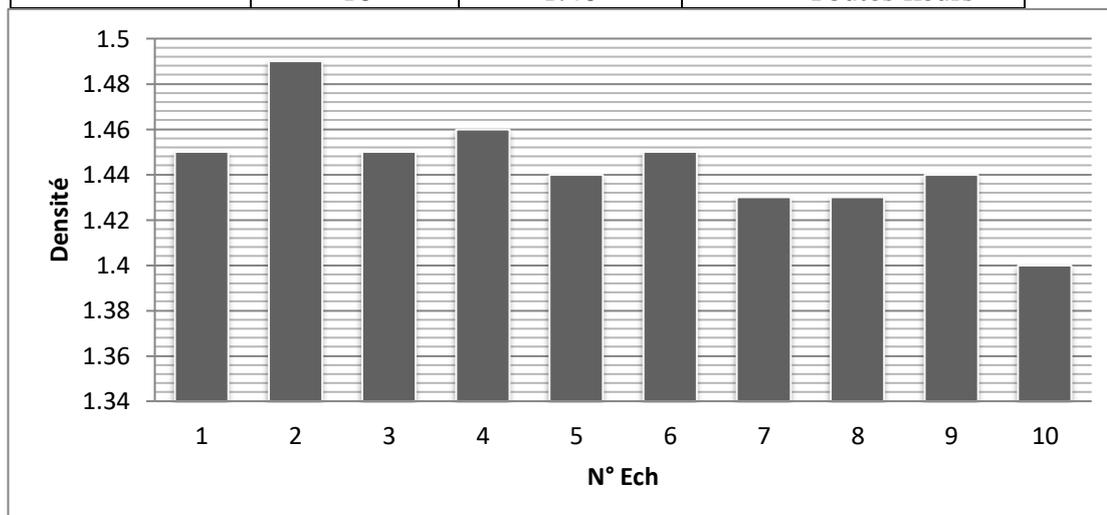


Figure 24 : Représentation graphique des valeurs de la densité

De ce qui précède, on constate que tous les échantillons de miel répondent aux normes préconisées par l'Association française de normalisation et qui sont de 1.39 à 1.41 jusqu'à 1.52. **LOUVEAUX (1985)** précise que les variations de la densité des miels proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense, c'est ainsi que l'échantillon 2 présente le miel le plus dense à 1.49 avec une teneur en eau la plus faible, soit 13.10% (tableau 11).

Par contre, on observe que l'échantillon 10 est le moins dense avec une densité de 1.40 et une teneur en eau de 19.50%.

Les miels locaux ont des densités qui se situent entre 1,44 et 1,49 avec une moyenne de 1,45, tandis que les miels importés oscillent entre 1,40 et 1,45 avec une moyenne de 1,43. Donc, les échantillons des miels locaux et ceux des miels importés ne présentent presque pas de différence.

1.2La Conductibilité électrique

Les résultats obtenus sont détaillés dans le tableau 09 et représentés par la figure 25.

Tableau 9: conductivité électrique de chaque variété de miel

	N ° Ech	CE ×10 ⁻⁴ s/cm	Origine florale
Miels locaux	01	4.00	Jujubier
	02	2.92	Jujubier
	03	4.80	Jujubier
	04	3.55	Jujubier
	05	1.04	Centaurée du solstice
Miel importés	06	1.14	Toutes fleurs
	07	3.76	Toutes fleurs
	08	0.18	Acacia
	09	7.60	Miel noire
	10	3.14	Toutes fleurs

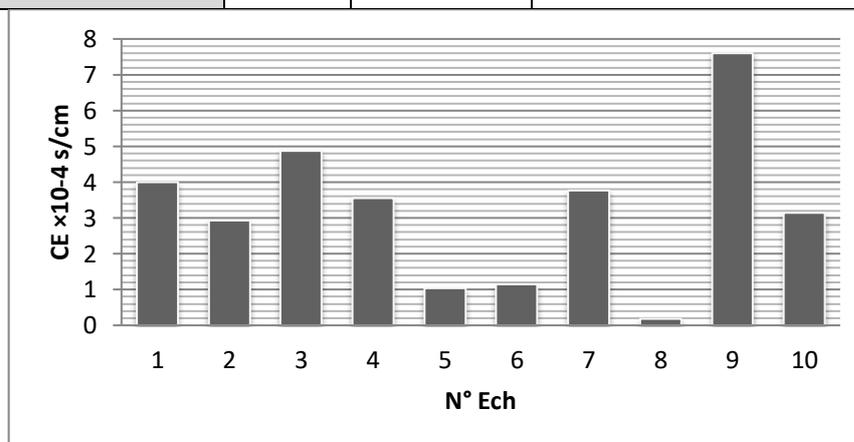


Figure 25 : Représentation graphique des valeurs de la conductibilité électrique

L'examen des résultats montre que la conductivité électrique des échantillons est comprise entre 0,18 et $7,60 \times 10^{-4}$ S/cm, avec une moyenne de $3,21 \times 10^{-4}$ s/cm.

Les miels de nectar doivent avoir des valeurs de Conductivité inférieures à 8×10^{-4} S/cm, tandis que les miels de miellats doivent avoir des valeurs plus de 8×10^{-4} S/cm (**Codex Alimentarius, 2001**).

La conductibilité électrique des 10 échantillons ont été mesurés et ont présentés une conductivité au-dessous de la limite préconisée par le Codex Alimentarius.

Les valeurs de la conductivité électrique sont inférieures à 0,8 ms/Cm ce qui nous conduit à dire que ce sont des miels de nectars.

D'après **GONNET (1982)**, les miels foncés sont les plus riches en matières minérales ionisables, donc bon conducteur de courant.

LOUVEAUX (1976), affirme que les sels sont apportés par le pollen, par le nectar des fleurs ou par les miellats.

On remarque que l'échantillon 09, qui a une Conductivité Electrique égale à 7.60×10^{-4} s/cm, est un miel importé et considéré comme un miel de nectar. Sa conductivité électrique est la plus élevée. Cela est dû à sa richesse en matières minérales, ce qui explique sa couleur plus foncée, allant presque au noir. Cet échantillon est bon conducteur de courant électrique et de par sa conductivité électrique et sa couleur très foncée, on peut avancer qu'il contient une certaine quantité de miellat. Quant aux autres échantillons importés, ce sont aussi des miels de nectar, ils sont les plus clairs et conduisent relativement mal le courant. Donc, on peut conclure que tous nos échantillons sont des miels de fleurs.

1.2 Absorbance: Le tableau suscité donne les valeurs de la teneur de l'absorbance obtenue des différents échantillons et qui varient de 0.045 à 0.

Tableau 10 : Classement des valeurs de l'absorbance:

	N° Ech	Abs	Origine florale
Miels locaux	01	0.120	Jujubier
	02	0.062	Jujubier
	03	0.101	Jujubier
	04	0.106	Jujubier
	05	0.045	Centaurée du solstice
Miels importés	06	0.058	Toutes fleurs
	07	0.079	Toutes fleurs
	08	0.053	Acacia
	09	0.292	Miel noire
	10	0.144	Toutes fleurs

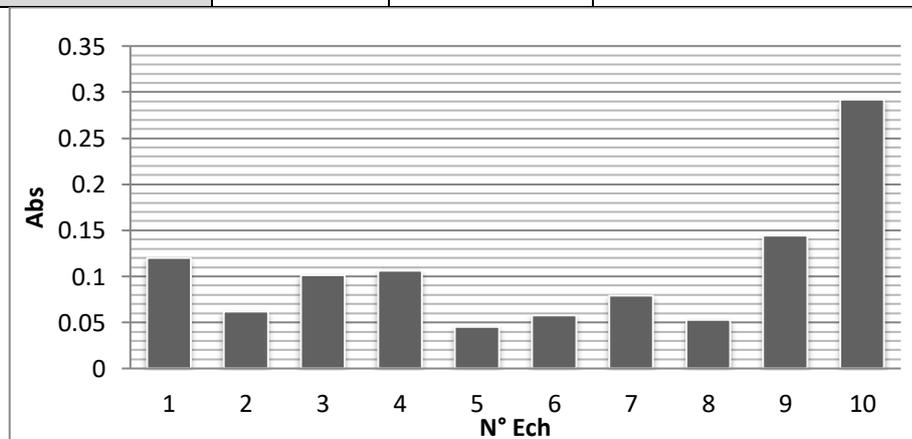


Figure 26 : Représentation graphique des valeurs de l'absorbance

Les échantillons 9 et 10, qui sont des miels importés, présentent respectivement une absorbance de 0.292 et 0.144, cela est dû à leur couleur très foncée. Cette couleur pourra être expliquée par la présence de certaine quantité de miellat. La moyenne des échantillons des miels locaux est de 0,086 alors qu'elle de 0,125 pour les échantillons des miels importés. La couleur du miel est liée à la teneur en matière minérale et en protéines. Ainsi les miels foncés sont plus riches en cendres, en protéines, et en colloïdes. (**WHITE et al 1962, CHAUVIN 1968, et LOUVEAUX 1968**).

La comparaison des moyennes de l'absorbance montre une différence significative entre les miels locaux et les miels importés. Cela s'explique par :

- ✓ L'espèce végétale dont provient ce miel.
- ✓ L'origine du miel.
- ✓ La concentration en cendres et la teneur en protéines.

2 Résultats des analyses chimiques

2.1. Détermination de la teneur en eau (l'humidité): En se référant à la table de **CHATAWAY (1935)**, (voir l'annexen°05). On a pris les indices de réfraction pour obtenir le pourcentage de la teneur en eau des échantillons 01 à 10. Les résultats sont désignés dans le tableau 11 et la figure 27:

Tableau 11 : Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel:

	N° Ech	T. Eau (%)	Origine florale
Miels locaux	01	13.50	Jujubier
	02	13.10	Jujubier
	03	13	Jujubier
	04	15	Jujubier
	05	16	Centaurée du solstice
Miels importés	06	19	Toutes fleurs
	07	18.5	Toutes fleurs
	08	18	Acacia
	09	16	Miel noire
	10	19.5	Toutes fleurs

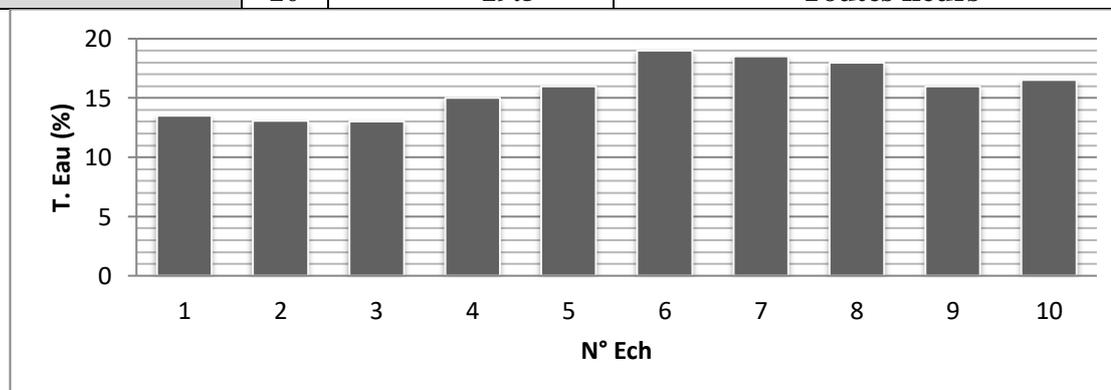


Figure 27 : Représentation graphique des valeurs de la teneur en eau

La teneur en eau des échantillons des miels locaux et ceux importés varie entre 13,10 et 19.50 avec une moyenne de 16.16. Ces mesures se concordent avec le pourcentage préconisé par le **Codex alimentarius** qui précise que le pourcentage de la teneur en eau des miels en général ne doit pas dépasser 21%, exception faite pour les miels industriels dont la teneur en eau peut aller jusqu'à 25%.

Selon **CHAUVIN (1968)**, les miels commercialisés ont une teneur en eau très variées, allant de 14% à 25%, l'optimum se situe entre 17 et 18%

GONNET(1982) ajoute que la teneur en eau est une donnée très importante à connaître parce qu'elle conditionne la qualité du miel et surtout sa conservation. Si la teneur en eau est inférieure à 18%, les miels se conserveraient bien.

Les échantillons 3 ,2 et 1, ayant 13%, 13,10% et 13,50% de teneur en eau, sont les miels les plus pauvres en eau, ce qui leur acquiert la qualité de se conserver longtemps. Cette faible teneur en eau peut s'expliquer par le fait que leur extraction a été réalisée en Été, au cours d'un mois très chaud, (Juillet pour l'échantillon n°01).

Quant au miel de Jujubier, sa pauvreté en teneur en eau est due à son origine florale. En effet, le Jujubier est un arbre qui vit sur des terrains arides et sans humidité avec un climat chaud et sec, facteurs qui lui donne la capacité de produire un miel sec, lequel, malgré le nombre de levures qu'il contient, se conserve à n'importe quelle température de stockage. **GONNET (1982)** appuie cette thèse en confirmant : « qu'en dessous de 15 % d'eau, la fermentation n'intervient jamais ».

Le pourcentage de la teneur en eau des miels locaux n'excèdent pas la norme de 18 % préconisée par le Codex Alimentarius. Ils se conservent bien et ils n'ont pas subi de pasteurisation.

En ce qui concerne les échantillons 06, 07, 08, et 10, qui sont des miels importés, ils ont un pourcentage plus élevées en teneur en eau, soit respectivement 19%, 18.50%, 18% et 19.50%. Cela est dû aux conditions dans lesquelles ces miels ont été récoltés, élaborés, transformés et emmagasinés dans la ruche.

Comme, ils peuvent être marqués par les circonstances de l'extraction qui s'est faite dans une zone humide facilitant l'absorption d'humidité, (**LOUVEAUX, 1968 et PROST, 1972**) ou par le nombre de jours que ces miels ont passé dans le maturateur.

Malgré que ces miels importés proviennent d'étalages de commerce où ils ont été exposés pour de longues durées, ils n'ont subis aucune fermentation grâce à la pasteurisation qui a tué les levures responsables de la fermentation.

On conclut que, malgré que les échantillons des miels locaux n'aient subi aucune pasteurisation, ils peuvent être conservés sans risque de fermentation susceptible d'altérer leurs propriétés physico-chimiques.

Enfin, la comparaison des valeurs de la teneur en eau des 10 échantillons montre une grande différence entre les miels locaux et les autres importés.

2.2.Matière sèche (Degré Brix)

Les résultats présentés ci-après (fig.28), montrent la variation du taux de matière sèche des différents miels étudiés

Tableau 12 : Les valeurs de la teneur en matière sèche de chaque type du miel

	N° Ech	MS (%)	Origine florale
Miels locaux	01	83.5	Jujubier
	02	82.5	Jujubier
	03	83	Jujubier
	04	83	Jujubier
	05	82.5	Centauree du solstice
Miels importés	06	80	Toutes fleurs
	07	80	Toutes fleurs
	08	81	Acacia
	09	82.5	Miel noire
	10	79	Toutes fleurs

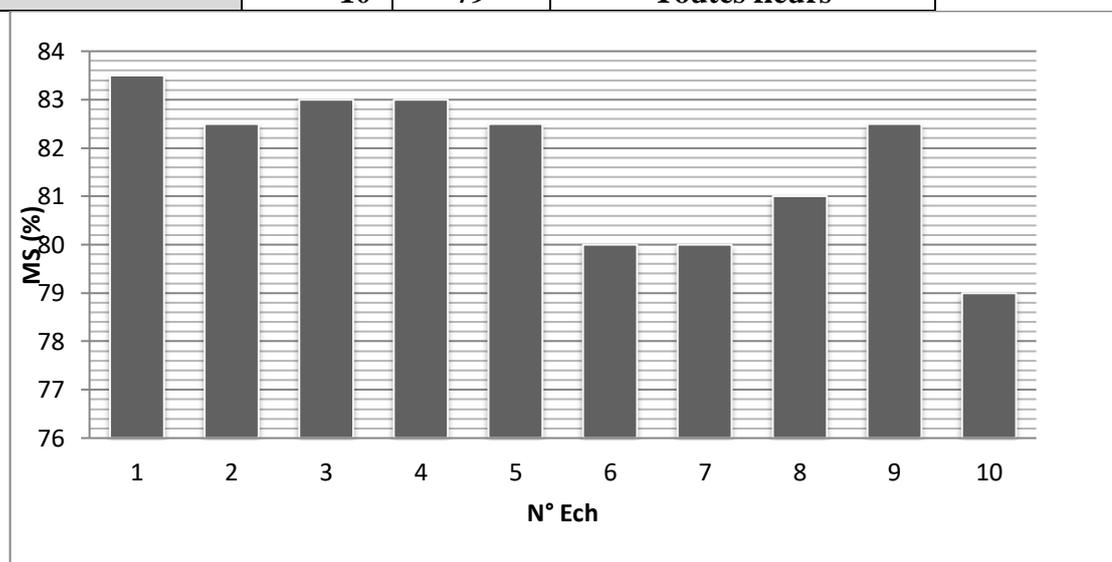


Figure 28 : Représentation graphique des valeurs de la teneur en degré Brix(%)

Les valeurs oscillent entre 79%et 83,5%.

L'échantillon 01 (miel local) présente la plus forte matière sèche contrairement à l'échantillon 10 (miel importé). La matière sèche de miel est en relation inverse avec la teneur en eau. Il existe une légère différence entre le degré Brix (le pourcentage de sucre) qui est de 80% du pourcentage de matière sèche (**Daily, 2008**)

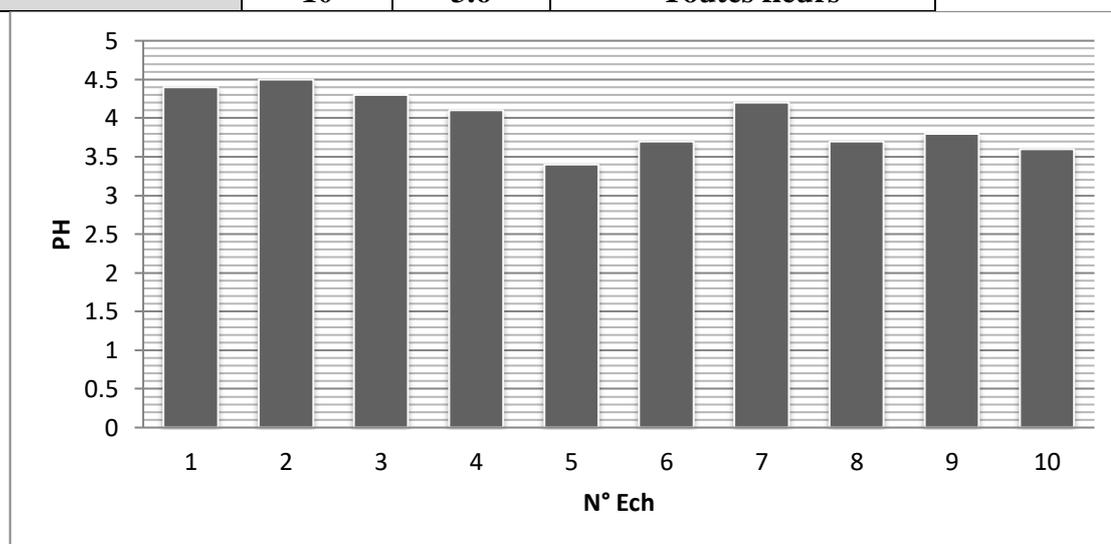
2.3.Potentiel d'Hydrogène (pH) :

De part l'analyse effectuée, les 10 échantillons de miel, présente une réaction acide.

Le tableau 13 et la figure 29, ci-dessous désignés, mettent en relief les valeurs du Potentiel d'Hydrogène (PH) trouvés:

Tableau 13: le pH des différents échantillons de miel.

	N° Ech	pH	Origine florale
Miels locaux	01	4.4	Jujubier
	02	4.5	Jujubier
	03	4.3	Jujubier
	04	4.1	Jujubier
	05	3.4	Centaurée du solstice
Miels importés	06	3.7	Toutes fleurs
	07	4.2	Toutes fleurs
	08	3.7	Acacia
	09	3.8	Miel noire
	10	3.6	Toutes fleurs

**Figure 29 :** Représentation graphique des valeurs du pH

Les valeurs des mesures du Potentiel d'Hydrogène des échantillons de miels locaux et autres importés varient entre 3,4 et 4,5 donnant une moyenne égale à 3,9.

Ces mesures de coefficient caractérisent une acidité, ce qui nous amène à confirmer que tous les échantillons de miels analysés sont acides et sont en conformité avec les normes du **codex alimentarius (2001)**.

Les résultats du potentiel d'hydrogène présentent de légères variations des valeurs de mesures entre les échantillons.

En effet, la valeur minimale est de 3.4 pour l'échantillon n°05(miel Centaurée du solstice), tandis que la maximale est de 4,5 pour l'échantillon 02 (miel Jujubier).

D'après **DONADIEU (1984)** et **GONNET (1982)**, Si le Potentiel d'Hydrogène est en moyenne entre 3,5 et 6 le miel est acide. Ils ajoutent que Le pH d'un miel est en relation avec sa composition minérale d'une part et avec la quantité d'acides ionisable (ions H⁺) qu'il renferme, d'autre part.

GONNET (1986), précise que le pH est une mesure qui permet la détermination de l'origine florale du miel. Ainsi les miels issus de nectar ont un pH compris entre 3.5 et 4.5, par contre ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5.5.

Donc, de part les analyses qu'on a fait, et en se référant à **DONADIEU** et **GONNET**, on constate que tous les échantillons des miels locaux et ceux importés sont des miels de nectar, exception faite pour les échantillons 09(miel noir) et 10 (miel toutes fleurs), lesquels, tout en se basant sur les mesures de la conductibilité électrique, semblent provenir de mélanges de nectar et de miellat.

2.4. Détermination de l'acidité libre

D'après le tableau 14, nous remarquons que les valeurs de l'acidité des 10 échantillons de miels analysés varient entre 12 et 40 méq/kg, avec une moyenne de 25.3 méq/kg.

Selon les normes internationales du **Codex (2001)**, l'acidité libre du miel ne doit pas dépasser 50 milliéquivalents d'acide par 1000 g. Les échantillons de miels ci-dessus cités sont conformes aux normes préconisées. On constate aussi que nos échantillons de miels locaux et ceux importés présentent une absence de fermentation.

Les résultats obtenus figurent dans l'annexe 04 et sont détaillés dans la figure 30.

Tableau 14 : Les valeurs de l'acidité libre

	N° Ech	Ac L meq/kg	Origine florale
Miels locaux	01	22	Jujubier
	02	19	Jujubier
	03	17	Jujubier
	04	23	Jujubier
	05	28	Centaurée du solstice
Miels importés	06	40	Toutes fleurs
	07	12	Toutes fleurs
	08	20	Acacia
	09	37	Miel noire
	10	35	Toutes fleurs

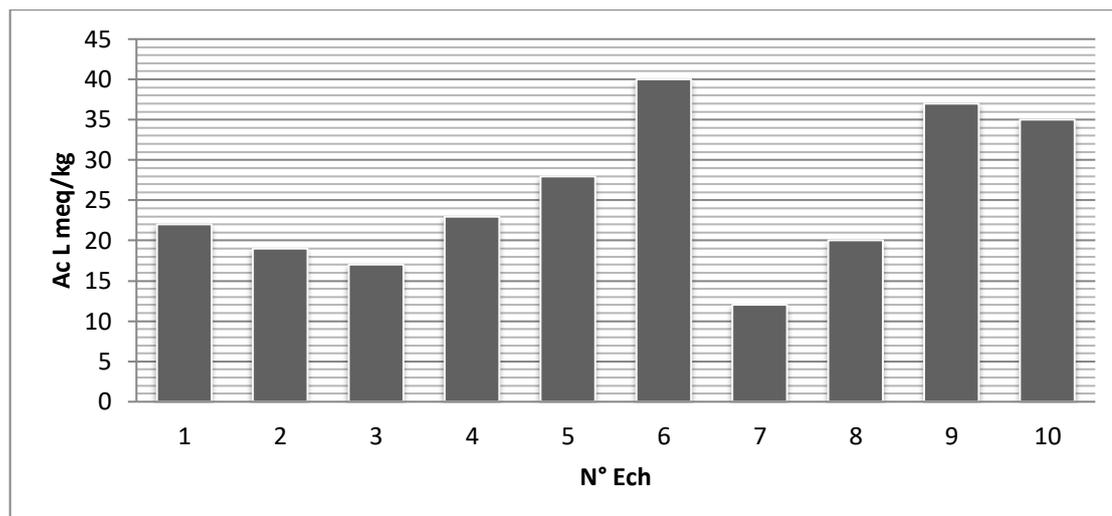


Figure 30 : Représentation graphique des valeurs de l'acidité

GONNET (1982), affirme que tous les miels sont acides. Ils contiennent des acides organiques libres ou combinés sous forme de lactones.

D'après **BOGDANOV (1999) et GONNET (1992)**, l'acidité est un critère de qualité important, elle donne des indications fort importantes de l'état du miel.

L'acidité libre est un critère important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette acidité provient d'acides organiques dans certains sont libre et d'autre combinés sous forme de lactones.

Certains de ces acides proviennent du nectar ou de miellat mais leur origine principale provient des sécrétions salivaires de l'abeille. le principale acide dérive du glucose sous forme d'acide gluconique .Sa formation s'accompagne de dégagement d'eau oxygénée (**Gomes et al ;2010 ; Bogdanov et al ; 2004 ; Louveaux, 1968**).

Les échantillons de miels n°09, 10, 05, notamment l'échantillon 06 sont des produits fragiles pour la conservation. Leur acidité forte favorise la dégradation des hexoses en HMF qui amoindrit la qualité du miel. La fermentation du miel est un facteur qui augmente l'acidité dans le miel. L'existence de certains acides dans les miels est probablement due au nectar ou au miellat, mais leur origine principale est à rechercher dans les sécrétions salivaires de l'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentatifs(**LOUVEAUX, 1968**). La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable .L'ancienne norme prescrit une valeur maximale de 40 milliéquivalents /kg .Dans le projet du **Codex Alimentarius**, elle été augmentée à 50 milliéquivalents /kg. Étant donné qu'il existe des miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée(**Cavia et al ; 2007**).

Enfin, il est à noter qu'il n'y a aucune différence significative entre les échantillons de miels locaux et ceux importés.

2.5.Détermination du HMF ou Hydroxy-méthyl-furfural

Les valeurs obtenues pour l'hydroxyméthylfurfurale se situent entre 0 et 55.98mg/kg. Les recommandations de l'union européenne (2002) fixent un minimum de 40 mg/kg. Dans le projet du **Codex Alimentarius**, elle été augmentée à 50 milliéquivalents /kg. (Turhan et al ; 2008 ; Bogdanov et al ;1997 et Kowalski, 2013).

Les résultats de l'HMF sont représentés par la figure n° 31 et dans le tableau n°15 .

Tableau 15 : Valeurs de l'HMF(Hydroxy-méthyl-furfural)

	N° Ech	HMF mg/kg	Origine florale
Miels locaux	01	0	Jubier
	02	14.22	Jubier
	03	3.89	Jubier
	04	52.39	Jubier
	05	15.11	Centauree du solstice
Miels importés	06	51.04	Toutes fleurs
	07	40.86	Toutes fleurs
	08	55.98	Acacia
	09	12.72	Miel noire
	10	17.96	Toutes fleurs

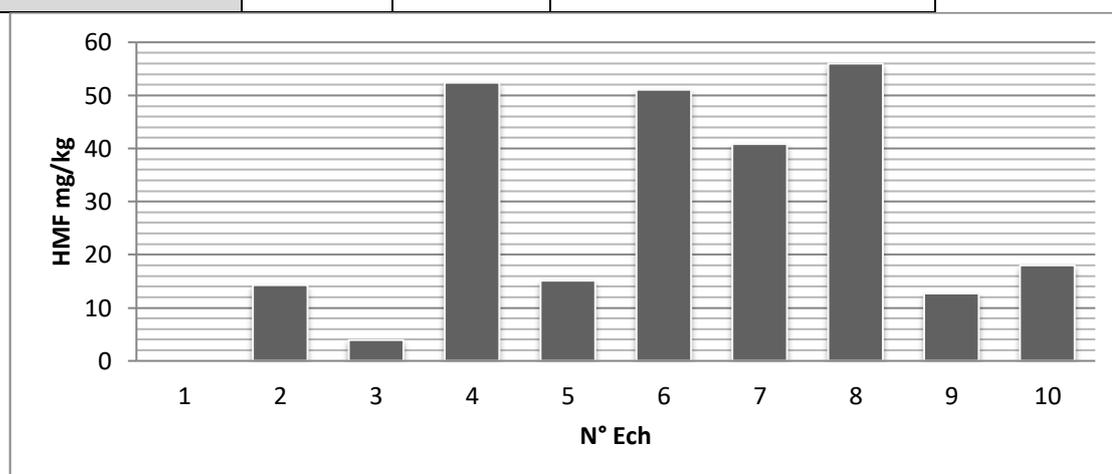


Figure31: La teneur en HMF de chaque variété de miel.

Le principal critère d'évaluation mesurable de la qualité du miel est la concentration en Hydroxyle méthyle furfural. (MARCEAU, et al. 1994).

D'un point de vue législatif, tous les miels analysés sont conformes aux normes du Codex alimentarius qui limitent l'HMF à 50 mg/kg, à l'exception des échantillons n° 08 et 06 qui sont des miels importés.

Ces miels importés enregistrent une teneur d'HMF élevée, soit 55.98 et 51.04 mg/kg. Cette teneur élevée pourra être expliquée par :

- La teneur élevée en eau, selon MARCEAUX et al. (1994), une teneur en eau élevée favorise la transformation des sucres en HMF, nous avons enregistré une teneur en eau respectivement de 18% et 19%.
- l'excès de la chaleur et l'entreposage prolongé sont des facteurs encore plus importants dans ce processus (MARCEAUX et al. 1994).
- une acidité élevée du miel favorisent la dégradation du fructose en HMF (GONNET, 1982 et MARCEAUX et al. 1994), nous avons enregistré pour ces deux échantillons une acidité de 20 et 40meq/kg.
- PROST (1987), mentionne que la pasteurisation peut augmenter très sensiblement la couleur et le taux de l'HMF qu'il caractérise les miels chauffés et vieux, de là nous pouvons dire que les échantillons 8 et 6 sont des vieux miels chauffés, et leur date de récolte ne pourra pas être celle mentionnée sur l'étiquette.

Les miels 8 et 6 sont des miels importés qui ont passé une longue durée dans les étalages de commerce avant d'être vendus. Ils sont considérés comme de vieux miels.

Les échantillons 3 et 1 ont une teneur faible en HMF, ces échantillons sont des miels frais de l'année 2016.

D'après BOGDANOV (2001), la teneur en HMF d'un miel est pratiquement nulle au moment de la récolte. C'est le cas du miel n° 1 qui est récolté quelques jours avant notre analyse.

Le même auteur ajoute qu'elle augmente progressivement, lentement tout d'abord pour s'accélérer par la suite.

On conclue que les échantillons analysés révèlent une différence très hautement significative entre les miels locaux et les miels importés.

2.6. Détermination de la couleur

Les valeurs des 10 échantillons des miels locaux et autres importés, qui sont obtenus pour la couleur des miels et selon l'Indice de PFUND, se situent entre 4,1 et 14 cm.

Les résultats obtenus sont détaillés dans le tableau n°16 et sont représentés par la figure 32, voir aussi l'annexe n°04.

Tableau 16 : Valeurs de couleur du miel

	N° Ech	couleur (cm)	Origine florale
Miels locaux	01	8.3	Jujubier
	02	9.9	Jujubier
	03	7.1	Jujubier
	04	11	Jujubier
	05	4.1	Centaurée du solstice
Miels importés	06	5.0	Toutes fleurs
	07	6.2	Toutes fleurs
	08	4.5	Acacia
	09	14	Miel noire
	10	9.2	Toutes fleurs

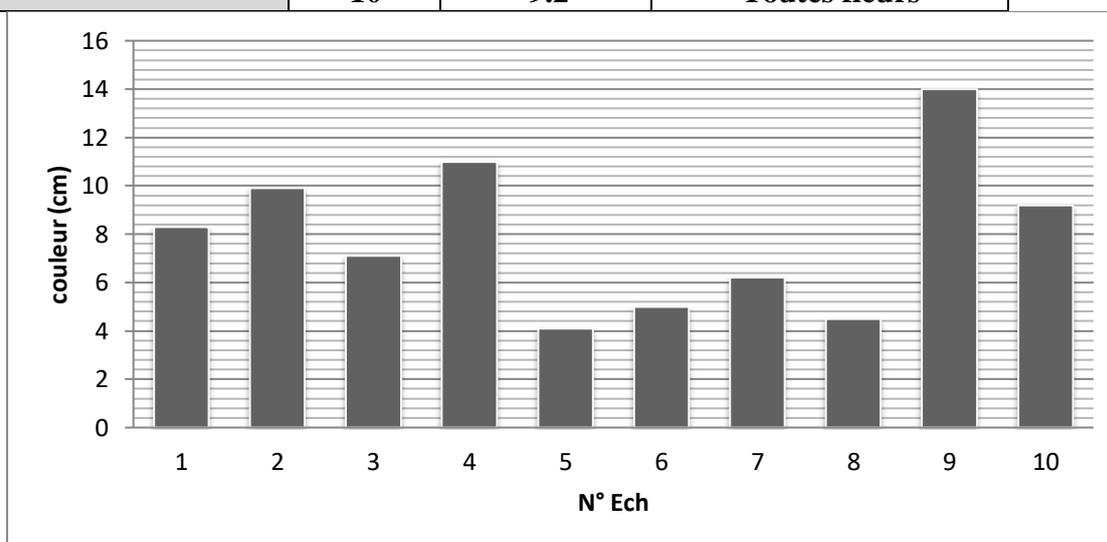


Figure 32: la valeur du couleur de chaque échantillon selon l'indice de PFUND

La couleur des échantillons est conforme aux normes du **Codex Alimentarius(2001)** qui stipule que les miels clairs ont des valeurs de couleurs se situant entre 1 et 6,2 cm et les miels foncés entre 6,2 et 14 cm.

Nous avons enregistré 4 échantillons de miels locaux (n°01, 02, 03, 04) et 2 autres échantillons de miels importés(n°09 et 10) qui sont des miels foncés. Quant aux échantillons restants, ils sont de couleurs claires.

Ces variations de couleur s'expliquent par le fait qu'elles sont en fonction, soit de leur origine botanique, soit de leur origine florale.

Le **Codex alimentarius(2000)** préconise que les miels clairs ont des valeurs de couleurs qui se situent entre 1 et 6.2 cm, tandis que les miels foncés entre 6.2 et 14 cm.

Le système **PFUND (1925)**, basé sur une coloration plus ou moins intense d'une solution de caramel, n'est apparu qu'après le comparateur visuel appliqué au début du XXème siècle. Cette évaluation visuelle peut bien sûr conduire à des différences de valeurs mesurées en fonction de l'objectivité de l'œil de l'opérateur (**Schweitzer, 2001**).

De nos jours, les laboratoires utilisent le plus souvent le **colorimètre Lovibond**.

3. Analyses microbiologiques

3.1-Recherche et dénombrement des germes

La mise en évidence des germes d'anaérobies sulfito-réducteurs, ainsi que des levures et moisissures est indiqué ci-après (**tableau 17**)

Tableau 17 : Résultats d'analyses microbiologiques des miels étudiés

	Ech	As-r/gr	L	M
Miels locaux	1	abs	-	200
	2	abs	-	20
	3	abs	-	10
	4	abs	-	10
	5	abs	-	100
Miels importés	6	abs	-	20
	7	abs	-	20
	8	abs	-	100
	9	abs	1000	40
	10	abs	40	40

Abs : absence.

As-r : Anaérobies sulfito-réducteurs.

M : Moisissures.

L : Levures.

3.1.1. Dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs

Les résultats de dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs ont montré l'absence totale de colonie de Clostridium dans les miels locaux et autres importés (fig. 33)



Figure 33 : absence de colonie de Clostridium sur VF

D'après ces résultats qui concernent l'analyse microbiologique, nous constatons que tous les échantillons des miels analysés ont été récoltés et stockés dans de bonnes conditions.

ROUX (2003), mentionne que les espèces pathogène *Clostridium sulfitolle* que *Clostridium perfringens* ne peuvent déclencher une intoxication que si leur nombre est supérieur à 10⁵ germes/ml.

De même que le miel peut également être contaminé au cours des manipulations par l'homme notamment pendant ou après l'extraction, comme il peut être aussi infecté par l'air et la poussière.

V.3.1.2. Dénombrement des Levures et Moisissures

Le tableau 17, montre que tous les échantillons de miels, à l'exception des échantillons n°09 et 10 qui sont des miels importés, ont un nombre de zéro levure : (UFC/g = 0).

L'échantillon n°09 révèle 1000 UFC/g, alors que le n°10 donne 40 UFC/g.

Quant aux moisissures, les analyses effectuées sur l'ensemble des échantillons de miels donnent un nombre de moisissures allant de 10 à 200 UFC/g.

En tenant compte des examens analytiques, les résultats relatifs aux levures sont positifs pour les échantillons 9 et 10 et ils sont négatifs pour les autres échantillons de miels.

En ce qui concerne les moisissures, tous les échantillons de miels qu'ils soient locaux ou importés, donnent des résultats positifs. Pour les miels importés, cela peut s'expliquer par la propagation d'une contamination de moisissures due à l'inefficacité de la pasteurisation.

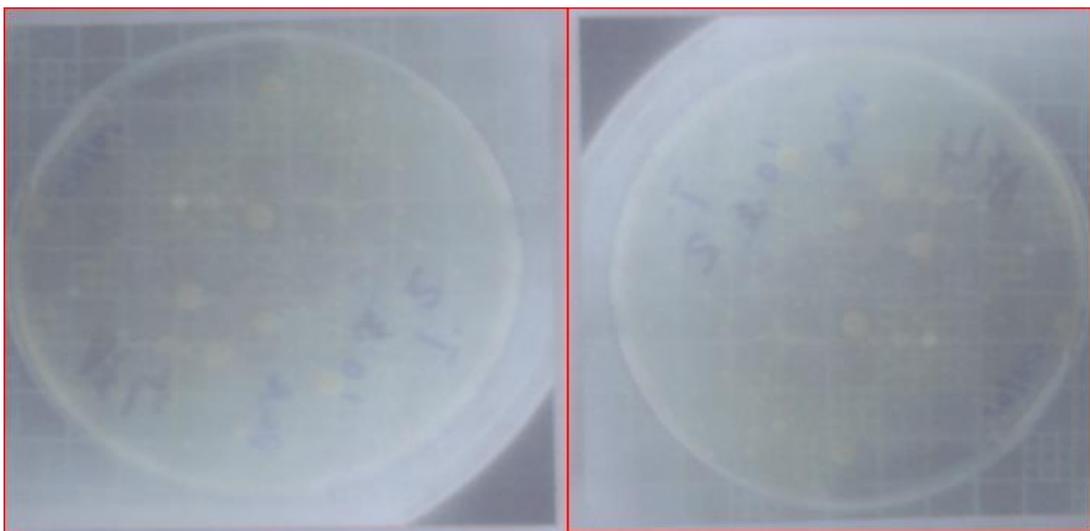


Figure34 : levures et moisissures sur milieu OGA

L'altération conduit à la formation de deux phases dans le miel, une phase solide et une phase liquide. Pour cela, plusieurs conditions doivent être réunies selon **GUINOT(1996)**, la formation des deux phases dans le miel ne se produit que si plusieurs conditions sont réunies : la présence de levures et moisissures en quantité suffisante, une teneur en eau supérieure à 18% et une température comprise entre 10 à 25°C.

Le miel est une denrée présentant peu de risque microbiologique du fait que les colonies d'abeilles et l'intérieur de la ruche ne sont généralement pas contaminés par des germes pathogènes.

Les germes pathogènes de l'abeille sont très spécifiques et ne peuvent en aucun cas être transmis aux êtres humains. D'après **WHITE** et **SUBBERS (1963)**, les abeilles sont de bonnes nettoyeuses et en conditions normales, réalisent une élimination permanente des germes et des parasites.

Le miel est un aliment bactériostatique du fait de sa grande teneur en sucre, sa faible teneur en eau, son pH faible et la présence de substance à activité antibactérienne (**Bogdanov et al. 1987**)

Conclusions

Conclusion

L'étude que nous avons menée nous a permis d'expliquer les étapes d'examen analytiques des miels locaux et des miels importés.

Ces analyses, qui sont en réalité un contrôle de la qualité de ces douceurs, nous ont autorisés à procéder à une étude comparative entre les miels locaux et ceux importés.

Pour cela nous avons commencé à analyser chacun des échantillons de miel pour découvrir les principales caractéristiques propres à chacun d'eux et qui sont détaillées comme suit :

- Les miels locaux enregistrent des teneurs faibles en eau qui leur permettent de se conserver longtemps sans perdre de leurs qualités.
Ces miels sont les plus pauvres en eau car ils sont récoltés dans des régions steppiques caractérisées par un climat chaud et sec.
- Les miels importés ont une teneur en eau de 16 à 19.50%. Bien qu'ils aient été conservés pendant de longues durées dans les étalages de commerce, ils n'ont montrés aucun signe de fermentation. Ce qui nous conduit à dire que ces miels ont subi une pasteurisation adéquate qui a tué les levures responsables de la fermentation.
- Les échantillons de miels 01, 02 et 03, en provenance de Laghouat, EL Menia et Biskra sont des miels monofloraux de jujubier. Ils sont pratiquement pauvres en eau et, malgré le nombre de levure qu'ils contiennent, ils se conservent bien.
- Les résultats obtenus en HMF montrent que les miels locaux sont des miels frais. Leurs taux en HMF sont très bas par rapport aux miels importés qui présentent un taux d'HMF très élevés.
- Les miels de Laghouat, de Biskra, de Sidi Bel Abbes et d'El Menia, de l'année 2016, ont un taux d'HMF inférieur à 50 mg/kg qui est la norme prescrite par le Codex Alimentarius. Donc la date de récolte est véridique.
Par contre les échantillons de miel de Djelfa et deux autres importés (06 et 08) présentent un taux d'HMF élevé. Ce sont donc des miels vieux qui ont été mal conservés et qui ont subi un surchauffage.
Quant à la détermination de l'âge des miels importés, la date de récolte dépasse l'année inscrite sur l'étiquette de commerce.

Nous concluons donc que les miels locaux sont conformes aux normes internationales de qualité et d'hygiène parce qu'ils sont naturels et ils n'ont subi aucun traitement technologique susceptible de nuire à leur qualité.

Quant aux miels importés, ils sont de moindre qualité par rapport aux miels locaux car la plupart d'entre eux sont composés d'un mélange de nectar et de miellat, d'une part et ils présentent une dégradation causée par le traitement de chaleur qu'ils ont subi auparavant, d'autre part. C'est, peut-être, l'une des raisons qui poussent beaucoup de gens à consommer les produits du terroir algérien.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

A

ADCOCK. D., 1962: The effect of catalase on the inhibine and peroxyde values of various honeys. *Journal of Apicultural Research*, 1, p 38-40.

ADOUANI. A, REZZAG. MOHCEN. O, 2010:Extraction de certains composé du miel naturel effet antimicrobien. Thèse d'etudessupérieures en biologie, universitekasdimerbahouargla .pages 56.

AL-WAILI. NS, HAQ .A, 2004: Effect of honey on antibody production against thymusdependent and thymus-independent antigens in primary and secondary immune responses. *J Med Food* 7:491–494.

ARTHASARATHY. S, STEINBERG. D, WITZTUM. JL., 1992: The role of oxidized low-density lipoproteins in the pathogenesis of atherosclerosis. *AnnuRev Med* 43: pp219–225. -**ASSIE .B, DESCOTTES. B ;, 2004:** (dir.). Le miel comme agent cicatrisant. Thèsed'exercice :Médecine. Toulouse :Toulouse,p 115.

AcquaroneCarolina ,BueraPilar ,Elizalde Beatriz .(2006).Patrn of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for volume 101,Issu 2, Pages 695- 703.

Apimondia - standing commission of apitherapy (2001) Traité d'Apithérapie, La médecinepar les abeilles [cédérom] v.1.01 PC-Mac Produit par Api-Ar International SA R Brussels. 2001 ISBN : 2- 9600270-0-0

ADRIAN J., FRANGINE R., POTUS J., 1991. La science alimentaire de A à Z. Chaire de biochimie industrielle et agroalimentaire. Conservatoire national des arts et des métiers, 2è Ed. Paris : Lavoisier Tec&Doc, 477p.

Al-Khalifa ,A.S., Al-Arif , I.A. (1999). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honys .*Food Chemistry* 67,21-25

Alqarniabdulaziz S.,OwayssAymanA.,Mahmoud Awed A.,Hannan Mohammed A.(2012) .Mineral content and physical properties of local and physical properties of local and importe honeys in Saudi Arabia *Journal of Saudi Chemical Societty* , In Press, Corrected Proof , Availble online 8 December 2012.

AllipiA.M(2000) la cité des abeilles de Bruno corbar, DécouvertesGallimard, Paris

AL-Mamary M . , AL-Meeria , AL-Habori M (2002) Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey , *nutrition research* 22,1041-1047

Références Bibliographiques

Anklam(1998).characteristics , aroma of mifloralhonys obtained with ,dynamic headspaceGC-MS système J A pic R es 31 es 31 PP : 96-109.

ALVAREZ L.M, 2010 - Honey Proteins and their Interaction with Polyphenols. Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science, Univ. Brock, 93 p.

Amiot M.J.,AubertS.,GonnetM.andTacchini M.(1989).les composés phénoliques: étude préliminaire sur l'identification et la quantification par famille apidologie,20(2) : 115-125

Aldcorn D.L.,Wandler E.,Sporns P.(1985).Diastase (α and β -amylase) and α glycosidase (sucres) activity in western Canadian honeys . Canadian Institute of Food science and Technology Journal 18(3): 268-270.

B

BOGDANOV.S, Ruoff K and PersanoOddoL(2004 b) physico chemical methods for the characterization of unifloral honey : A review. Apidologie,35 : S4-S17

Bogdanov et al ;2005 ,Miels monofloraux suisses, Centre de recherches apicoles, Station de recherches en production animale et laitière. 55p.

BOGDANOV.S ,Bieri K, Kilchaman U. and Gallaman P . (2005) MielsmonoflorauxSuisser .ALP Forum 23: 1-55

Brudzniskikatrina ;MiottoDaneille 2011 : Honey melanoidins : Analysis of the compositions of the high molecular Weight melanoidins exhibiting radical- scavenging activity Food chemistry , Volume 127.Issue 3 , pages 1023-1030

BRADBPEAR N., 2005 - Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ISSN 1813-6001, Rome, 64 p.

BOGDANOV et al, 1997 Harmonised methods of the European Honey Commission.Apidologie, Extra issue, 1-59

Bouseta,A.,Collin,S.,&Dufour ,J.-P.(1992). Characteristic aroma profiles of unifloral honeys obtained with a dynamic headspace GC-MS system.of apicultural Resarch,31(2),96- 109

Benaziza-BouchemaD.,Schweitzer P.(2010). Caractérisation des principaux miels des region du Nord de l'Algérie .CahAgric , vol.19,N°6.

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

BRADBPEAR N., 2005 - Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ISSN 1813-6001, Rome, p 64.

C

- CETAM-Lorraine, (2006) :** Informations sur les différentes analyses des miels, Laboratoire des analyses et d'écologie apicole, 6p.
- CHAHRA M, PAUL. S, BLEL. A, (2007):** Some Properties of Algerian Honey, APIACTA (42) 2007 PAGES, pp73 - 80.
- CHAUVIN. R (1968) :** Traité biologique de l'abeille, Tome 3. Edition Masson de Cie, Paris. Pp : 298-310.
- CHAUVIN. R (1968) :** Actions physiologiques et thérapeutiques des produits de la ruche, in Traité biologique de l'abeille, Tome 3. Edition Masson de Cie, Paris. Pp : 116-155.
- CHAUVIN R. 1968 :** Action physiologique et thérapeutique des produits de la ruche. In : Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 116-154.
- Ciulu Marco ,Solinas Silvia , FlorisIgnazio ,Panzanelli Angelo , Pilo Maria I .,Panzanelli ,Angelo ,Pilo Maria I ., Piu Paola C ., Spano Nadia ,SannaGavino . (2011).** RP-HPLC determination of water-soluble vitamins in honey .Talanta ,Volume 83,Issue3, Pages 924-929
- Carvalho, C.A.L. et al. (2009).** Physicochemical characteristics and sensory profile of honey samples from stingless bees (Apidae : Meliponiane) submitted to a dehumidification process .Anais de academia Brasileira de Ciências , v.81,n.1,p.143-149.
- CorbellaE .andCozzolino D . (2006) .** Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics .LebensmWiss .u.-Technol, 39:534-539
- Codex, 2001 :** PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, 1-31
- Clément M.C(2002) .** Melissopalynologie en Nouvelle-Calédonie,importance des spectres pollinique dans la typification des miels .Mém.E.P.H.E.,77p.
- Clément 2006 :** Le Traité Rustica de l'Apiculture.EditionsRustica/FLER, Paris, 528p
- CLEMENT H., 2002 :** Guide des miels. Paris, Rustica, 64 p.
- CODEX ALIMKNATRIUS .**commission du codex alimentarius. Editionfao.O.M.S.

D

- DESCOTTCS B., 2004:** Le miel comme agent cicatrisant, Thèse de doctorat en médecine, université Toulouse III-Paul SABATIER, Limoges. p 24-6-7-8-9, 32- 3, 42- 8 ,52.
- DESCOTTES. B., 2009:** Cicatrisation par le miel, l'expérience de 25 ans. Phytothérapie, vol. 7, n°2, p. 112-116.
- DONADIEU Y., 2003:**qu'est que le miel .chapitre É. Faculté de médecine de paris .07p .

Références Bibliographiques

DONADIEU YVES., 1978: les thérapeutiques naturelles in le miel .Ed Maloinés.a paris,p12-16.

DONADIEU, Y; 2006:les thérapeutique naturelles, produits de la ruche, miel p 6

DUVAL. J, SOUSSY. C-J, 1990: Antibiothérapie (4ème édition), page 3-58.

De Rodriguez G.P.,De Ferrer B.S., Ferrer and Rodriguez B.(2004). Characterization of honey produced in Vvenzuela . Food Chemistry , 84 : 599-502

Downey G ., Hussey K ., Kelly J.D., Walshe T.F and Martin P.G.(2005) Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico- chemical data. Food chemistry ,91 : 347-354

E

Erdmann G (1969) Handbook of palynology. An introduction to the study of pollen grains and spores .Munksgaard ,Copenhague , 486 p.

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

EMMANUELLE H., JULIE C. et LAURENT G., 1996 - Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicol

Erdmann G (1969) Handbook of palynology . An introduction to the study of pollen grains and spores .Munksgaard ,Copenhague , 486 p.

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

F

F A A .Fédération Algérienne des Associations d'Apiculture 1996.
<http://www.beekeeping.com/countries/algeria.htm>.

FaagriK ., Iversen J. (1975) .Textbook of modern pollen analysis (3e edition). Munksgaard ,Copenhagen ,295 p.

Festy D. (2010) : Mes petits recettes magiques aux probiotiques et aux rébiotiques.Ed.Leduc,paris,43p.

Fallico B.,Zappalà M ., Arena E ., Verzera A.(2004) . Effects of conditionng on HMF content in unifloral honeys .Food Chemistry , Volume 85, Issue 2, April 2004,Pages 305-313

Féas X., Pirs J., Estevinho M.L., Iglesias A., Pinto de Araujo J.P. (2011). Palynological and physicochemical data characterization of honeys produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal. *International Journal of Food Science and Technology*, 45:pp.1255-1262

Felsner M.L., Cano C.B., Bruns R.E., Wantanabe H.M., Almeida-Muradian L.B., Matos J.R. (2004). Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. *Journal of Food Composition and Analysis*, Volume 17, Issue 6, Page 737-747

G

Gleiter R.A., Horn H. and Isengard H.-D (2006) Influence of type and state of crystallization on the water activity of honey. *Food chemistry*, 96: 441-445.

Guillén I., J.A. Gabaldón, E. Núñez-Delicado, R. Puchades, A. Maquieira, S. Morais (2011). Detection of sulphathiazole in honey samples using a lateral flow immunoassay. *Food chemistry*, Volume 129, Issue 2, 15 November 2011, Pages 624-629.

Guler, A., Bakan, A., Nisbet, C. & Yavuz, O. (2007) Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) Syrup. *Food chemistry*, 105:1119-1125.

Gomes Susana, Luis G. Dias, Leandro L. Moreira, Paula Rodrigues, Leticia Estevinho (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, Volume 48, Issue 2, Pages 544-548.

GONNET. M, VACHE. G., 1985. Le goût de miel. Ed. UNAF, Paris. 150p

H

HUCHET. E, COUSTEL. J, GUINOT. L, (1996): Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. 16p

Hegazi A.G. (2001) Biological activity of Bee pollen in Apimondia(2001)

Hegazi AG. (2001). Biological activity of royal jelly in Apimondia(2001)

I

ISO 17025 : (2005) : Exigence générale concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essai

J

Jean- prost 2005 :Apiculture. Connaître l'abeille, conduire le rucher 7ème édition, Tec & Doc Lavoisier, 698p.

K

Kayacier A ., Karaman S .(2008). Rheological and some physicochemical characteristics of selected Turkish honeys .J. Texture Stud .39 :17 -27 .

Kremp G.O.W.(1965) .Mrphologicencyclopedia of palynology : an international collection of definitions and illustrations of spores and pollen. University of Arizona Press , Tucson ,263 p .

Küçük M ., Kolayli S ., Karaolu S ., Ulusoy E., Baltaci C and Candan F . (2007). Biological activities and chemical composition of three honyes of different types of Anatolia .Food Chemistry ,100 :526-534.

Kašonienė V ., Venskutonis P.R., Čeksterytė V .(2010) .Carbohydratecomposition and electrical conductivity of different origin honys from Lithuania LWTFood Science and Technology ,Volume 43,Issue 5, June 2010 ,Pages 801-807.

L

LAGACHERI. M et CABBANES. B, (2001): Les plantations mellifères. Revue l'abeille de France .N° 635.

LOBREAU-CALLEN. D et MARIE-CLAUDE. C, (2001) : Les miels, Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, 20p.

LOUVEAUX. J, (1968): Composition propriété et technologie du miel. Les produits de la ruche, in Traité de biologie de l'abeille. Tome 03. Ed Masson et Cie. 389p.

LOUVEAUX. J, (1968): L'analyse pollinique des miels, in Traité biologique de l'abeille, Tome 3. Edition Masson de Cie, Paris. Pp 324-361.

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

LOUVEAUX. J, MAURIZIO. A et VORWOHL. G, (1970), Les méthodes de la mélisso-palynologie, commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B. 17p.

LOUVEAUX. J, MAURIZIO. A, (1965) : Pollens de plantes mellifères d'Europe, Ed. Union des Groupements Apicoles Français.

M

Maglon G. et vanwijek R. (2003) : Guide des plaies .Ed.J.L. Eurotext ,paris,102p.

Marquel ,F .D., Di Mambro , V.M.,Georgetti ,S.R.,Casagrande ,R .,Valim,Y.M.L.&Fonseca , M.J.V.(2005) .Assesment of the antioxidant activities of Brazilian extracts of propolis alone and in topican pharmaceutical formulations .Journal of Pharmaceutical and Biomedcalanalysis , 39:455-462.

Marchenay et Berard ,2007 : L'homme, l'abeille et le miel Edition De Borée p 223.

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.,Lisk DJ(1980).Elemental analysis of honeys from several nations. Am Bee.J.522- 523

MakhloufiC,Kerkvliet D ,RicciardelliD'albore G, Choukri A ,Samra R (2010) . Characterization of Algerian honeys by palynological and physicochemical methods .Apidologie 41:509-521

N

Nanda V., Sarkar B. C., Sharma H. K. and Bawa A. S. (2003). Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. Journal of Food Composition and Analysis, 16: 613-619

P

PersanoOddo L., Piazza M.G. and Pulcini P.(1999).Invertase activity in honey .Apidologie ,30: 57-65.

Pesenti Marion E .,Spinelli Silvia , Bezirard Valérie ,Briand Loïc , PernolletJeanClaude , TegoniMariella, Cambillau Christian (2008) . Structural Basis of the Honey Bee PBP Pheromone and pH-induced Conformational Change .Journal of Molecular Biology,Volume 380,Issu 1 ,Page 158-169 .

PatacaLuiz C.M.,NetoWaldomiro Borges , Marcucci Maria C ., PoppiRonei J .(2007). Determination of apparent reducing sugars , moisture and acidity in honey by attenuated total reflectance-Fourier transform infrared spectrometry Talanta , Volume 71,Issue 5,Pages 1926- 1931.

S

SAINT ISMIER, (1996) : L'Analyse Pollinique des Miels par l'Amateur.11p.

SCHWEITZER P. (2004) : la cristallisation des miel .L'abeille de France,n° 901 :149-157.

SCHWEITZER P. (2008) : appellationsmonoflorales et idées reçues .L'Abeille de France n° 946 :187-189

Sak-BosnarMilan,Sakač Nikola (2012). Direct potentiometric determination of diastase activity in honey . Food Chemistry , Volume 135,Issue 2 ,15 Vovember 2012,pages 827-831.

Sanz et al.2005 :In vitro investigation into the potential prebiotic activity of honey oligosaccharides, J Agric Food Chem,

Références Bibliographiques

Schweitzer P., 2004. Mauvaise herbe et apiculture, Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, Rev. L'abeille de France. pp : 9 -11

T

**Terrab, Angeles F . Recamales , Dolores Hernanz , Francisco J. Heredia (2004) .
Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics
and
mineral contents. Food Chemistry 88:537-542.**

W

WOLFF J., 1991. Analyse et dosage des lipides In : Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires : Analyse des constituants alimentaires, 2è Edition. Paris : Lavoisier Tec&Doc, Tome 4, p : 156-189.

White J. et Rudyi .,(1978) . The protein oh honey .Juicers .17.pp:234-238.

White J(1980).Hydroxyméthylfurfural and honey adulteration 1-ASSOC.OFFAMEL Chem.63.pp:7-10.

Y

YALA. D, MERADA.S, MOHAMEDI. D, OUAR KORICH M.N., 2001: classification et mode d'action des antibiotiques, médecine du maghreb n°91.

Z

ZIEGLER. H, (1968) : La sécrétion du nectar, in Traité biologique de l'abeille, Tome 3. Édition Masson de Cie, Paris. Pp : 218-247.

Annexes

Annexe 01

Appareilles, verreries et accessoires utilisés dans les analyses des miels.

Appareillages	Verreries et accessoires
Agitateur magnétique	Baguette de verre
Bain-marie	Barreau d'agitation magnétique
Balance analytique	Béchers
Centrifugeuse	Burette gradué
Comparateur de couleur de type LOVIBOND	Capsule en verre
Conductimètre	Entonnoir
Etuve	Eprouvette en verre
Microscope optique	Erlenmeyers
PH mètre à affichage numérique	Papier filtres
Réfractomètre abbé	Fioles jaugées
Spectrophotomètre UV-visible	Lames et lamelles
	Pince de laboratoire
	Pipettes graduée
	pipettes pasteur
	Pissettes d'eau distillée
	Portoir pour les tubes
	Spatule

Annexe 02 :

Réactifs et solutions utilisés dans les analyses du miel

Réactifs et solution	Protocole de préparation
L'eau acidulée par H ₂ SO ₄	5g de H ₂ SO ₄ dissouts dans un 1L d'eau distillée
Hydroxyde de sodium (NaOH) 0.1 N	peser 10g de soude et dissoudre dans 100 ml d'eau distillé
Solution carrez 1	Dissoudre 15g d'hexacyanoferrate de potassium K ₄ Fe (CN) 6.3H ₂ O dans l'eau distillée.
Solution carrez 2	diluer 30g d'acétate de zinc, Zn(CH ₃ COOH) 2.H ₂ O et compléter à 100ml par eau distillée
sulfite de sodium 10%	peser 1 g de sulfite de sodium et dissoudre dans 10 ml de l'eau distillée
Bisulfite de sodium (0,2 %)	Solution de bisulfite de sodium 0.2g 100ml : dissoudre 0.2g de sulfate de sodium NaHSO ₃ , (ou méta bisulfite (NaS ₂ O) dans l'eau et diluer à 100 ml .Préparer une solution fraiche quotidiennement.
Alun de fer 20%	Peser 2 gde l'alun de fer et dissoudre dans 10 ml de l'eau distillé

Annexe 3 :

Milieux de culture et souches bactériennes

Milieux	Souches
<ul style="list-style-type: none"> • Milieux TSE • Milieux VF • Milieux OGA 	<ul style="list-style-type: none"> • Sulfito-réducteur • Levures et moisissures

Annexe 04 :

Coloration des miels (Pfund)

Miels échelle A		Miels échelle B	
Lovibond Numéro du filtre coloré	Pfund expression Conventionnelle en centimètres	Lovibond Numéro du filtre coloré	Pfund expression Conventionnelle en centimètres
30	1.1	120	6.2
40	1.8	150	7.1
50	2.7	200	8.3
60	3.5	250	9.2
70	4.1	300	9.9
80	4.6	400	11.0
90	5.1	500	11.9
100	5.5	650	13.0
120	6.2	850	14.0

Annexe 05

Table de CHATAWAY (1935)

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

Annexe 06



Etuve



Balance analytique



Conductimètre



Ph mètre



Réfractomètre



spectrophotomètre