

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université SAAD DAHLAB de Blida -1-**



**Faculté de Science de Nature et la Vie**

**Département Agroalimentaire**

*En vue de l'obtention de mémoire de Master en :*

*Spécialité: Agroalimentaire et contrôle qualité*

*Filière : Sciences alimentaires*

*Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie*

## **THEME**

**EVALUATION DE QUELQUES PARAMETRES  
PHYSICOCHIMIQUES  
DE DIFFERENTS MIELS ALGERIENS**

**Réalisé par :**

- **GHLAMALLAH Fatima Zohra**
- **HADJAB Nacima**

**Présenté devant le jury :**

- |                                   |            |               |
|-----------------------------------|------------|---------------|
| •Président : Pr. Mégatli S.       | Professeur | U. de Blida 1 |
| •Examinatrice : Dr. Aitchaouch F. | MCB        | U. de Blida 1 |
| •Promoteur : Dr. Bougherra F.     | MCB        | U. de Blida 1 |

**Année universitaire 2019-2020**



## REMERCIEMENTS :

Avant tout on remercie Dieu Allah le tout puissant et le très miséricordieux de nous avoir donné, la foi, la santé et la volonté pour accomplir ce modeste travail.

A l'issue de ce travail, on tient à remercier vivement toute personne de prêt ou de loin qui a contribué à l'élaboration de ce mémoire et particulièrement :

- **Monsieur BOUGHERRA. F**, Maître de Conférence à l'université de Blida -1- d'avoir accepté de diriger notre travail ;
- **Monsieur MEGATLI. S**, Professeur à l'université de Blida -1- d'avoir honoré la présidence de ce Jury ;
- **Madame AITCHAUCHE F.** Maître de Conférence à l'université de Blida -1- d'avoir d'accepter d'examiner et de juger notre travail.
- Un grand merci à **Mr BOUROUIS.M** Le directeur du laboratoire régional d'Alger pour son aide et sa contribution à la réalisation de ce mémoire
- **Mme BOUDOUR.N**, Inspecteur Principal en Chef de la répression des fraudes et chef de département physico-chimique pour ses précieux conseils durant toute la période du travail
- un grand merci à **Mme CHERIET .M** inspecteur principal de la répression des fraudes au laboratoire du CACQE pour sa précieuse aide
- à **Mme BOUHADOUF.H, KEBIR.K**, et particulièrement **Mrs KHAMCHANE .A** pour leurs aides et précieux conseils
- et tous le personnels du laboratoire régional d'Alger pour leurs soutiens tous particulièrement **Mlle OUBLIL.Y**
- Sans oublier **Mr OUDEYNE Mustapha**; l'Apiculteur qui nous a permis d'acquérir les échantillons de miels
- Tous nos enseignants du Département Agroalimentaire.
- Egalement nos familles respectives, qui nous ont soutenues pour la réalisation de ce travail.

## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail*

*A la mémoire de mon père qui nous a quittés trop tôt, qui était et qui restera  
toujours un modèle de conduite pour moi.*

*A ma chère maman pour son soutien et son amour indéfectible*

*A mon très cher mari pour sa patience et ces encouragements et c'est grâce à son  
soutien que ce travail a pu voir le jour*

*Et à mes trois bouts de choux LYNA, SARAH et MOHAMED OUSSAMA qui sont  
une extension de mon cœur.*

**Mme HADJAB NACIMA**

## **Dédicaces**

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes chers parents qui se sont sacrifiés pour ma réussite et m'ont soutenu  
dans toutes mes démarches*

*Mon frère Mokhtar, Ma sœur de sang Leila Wafaa, et ma sœur de cœur  
Souhila ainsi que mes deux nièces Leila Sofia et Yasmine Amel*

*Tous ceux et celles qui m'ont apporté le soutien moral ou matériel.*

**Melle GHLAMALLAH Fatima Zohra**

## Résumé

Le miel est un composé biologique très complexe, d'une très grande diversité, lui conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. L'objectif de notre travail s'inscrit dans le cadre d'une étude des paramètres physico-chimiques (teneur en eau par l'indice de réfraction, taux d'acidité, le taux de cendre, conductivité électrique, teneur des matières insolubles dans l'eau, réaction de FIEHE, teneur en HMF, teneurs en sucres et teneurs en protéines), des caractéristiques polliniques ainsi que l'évaluation de l'activité antibactérienne du miel avec trois (03) souches microbiennes (Gram +, Gram -) de neuf (09) miels monofloraux récoltés dans différentes régions par le même apiculteur transhumant, produits dans différentes zones du pays (Laghouat, Djelfa, Mitidja, Blida, Nâama, Biskra et de Tébessa). Ces échantillons de miel (de moutarde, harmal, oranger, chardon, jujubier, anis, eucalyptus, romarin et d'euphorbe) ont été soumis à une analyse pollinique.

Notre choix s'est portée sur neuf miels mono floraux parmi les 13 répertoriés par le Ministère chargé de l'agriculture.

Les résultats obtenus ont révélé que les miels locaux sont conformes à la réglementation nationale et internationale, où Chacun des paramètres analysés contribue à une indication précise sur la qualité du miel. Ainsi, ils peuvent être classés en trois groupes; ceux qui déterminent **la Maturité** (teneurs en eau), **l'origine florale** (conductivité électrique, le taux de cendre, l'acidité, la teneur en eau et le taux des sucres réducteurs) et **la fraîcheur** (HMF et test FIEHE).

Par ailleurs, l'analyse pollinique a été confirmée par l'origine botanique et s'est avérée identique à celle déclarée par l'apiculteur; de plus l'évaluation de l'activité antibactérienne a donné des résultats très significatifs avec les bactéries Gram+, Gram-, l'activité varie d'une souche à une autre et d'un miel à un autre mais reste plus importante avec les échantillons non dilués et diminue avec des dilutions successives.

**Mot clés:** miel, pollen, monofloral, analyse physicochimique, analyses pollinique, activité antibactérienne, qualité, régions, origine florale.

## ملخص

العسل مركب بيولوجي معقد للغاية ومتنوع للغاية ، مما يمنحه العديد من الخصائص ، سواء من الناحية التغذوية أو العلاجية. الهدف من عملنا يخص دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية (محتوى ، معدل الحموضة ، معدل المواد المعدنية ، التوصيل الكهربائي ، محتوى المادة غير القابلة للذوبان في الماء ، تفاعل FIEHE ، محتوى HMF ، محتوى السكر ومحتوى البروتين) ، خصائص حبوب اللقاح وكذلك تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للعسل بثلاث (03) سلالات ميكروبية (جرام + ، جرام -) من تسعة (09) عسل أحادي الزهرة يتم حصاده في مناطق مختلفة من قبل نفس النحال المتنقل ، ويتم إنتاجه في مناطق مختلفة من البلاد (الأغواط ، الجلفة ، متيجة ، البليدة ، النعمة ، بسكرة وتيسة). خضعت عينات العسل (الخردل ، الحرمل ، البرتقال ، الشوك ، العناب ، اليانسون ، الكينا ، إكليل الجبل والسيورج) لتحليل حبوب اللقاح.

وقع اختيارنا على تسعة أنواع من العسل أحادي الأزهار من بين 13 عسلاً مدرجاً في قائمة وزارة الزراعة.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن العسل المحلي يتوافق مع قوانين و معايير الضبط الوطنية والدولية ، حيث تساهم كل من المعلمات التي تم تحليلها في تحديد دقيق لجودة العسل. وبالتالي، يمكن تصنيفها إلى ثلاث مجموعات ؛ تلك التي تحدد النضج (محتوى الماء) أصل الأزهار (التوصيل الكهربائي، معدل المواد المعدنية ، معدل الحموضة ، محتوى الماء ومعدل السكريات) و الطازجة (اختبار HMF و FIEHE)

علاوة على ذلك ، تم تأكيد تحليل حبوب اللقاح من خلال الأصل النباتي ووجد أنه مطابق لتلك التي أعلنها مربو النحل ؛ علاوة على ذلك ، فإن تقييم النشاط المضاد للبكتيريا أعطى نتائج معنوية للغاية مع جرام + ، جرام- بكتيريا ، النشاط يختلف من سلالة إلى أخرى ومن عسل إلى أخرى ولكن يبقى أكثر أهمية مع العينات. غير مخفف ويقل مع التخفيفات المتتالية.

**الكلمات المفتاحية:** عسل ، حبوب اللقاح ، أحادي الزهرة ، التحليل الفيزيائي الكيميائي ، تحليل حبوب اللقاح ، النشاط المضاد للبكتيريا ، الجودة ، المناطق ، الأصل الزهري.

## Summary

Honey is a very complex biological compound, very diverse, giving it a multitude of properties, both nutritionally and therapeutically. The objective of our work is part of a study of physicochemical parameters (water content by refractive index, acidity rate, ash rate, electrical conductivity, content of insoluble matter in water, FIEHE reaction, HMF content, sugar content and protein content), pollen characteristics as well as the evaluation of the antibacterial activity of honey with three (03) microbial strains (Gram +, Gram-) nine (09) monofloral honeys collected in different regions by the same transhumant beekeeper, produced in different areas of the country (Laghouat, Djelfa, Mitidja, Blida, Nâama, Biskra and Tébessa). These honey samples (mustard, harmal, orange, thistle, jujube, anise, eucalyptus, rosemary and spurge) were subjected to pollen analysis. Our choice fell on nine mono-floral honeys among the 13 listed by the Ministry of Agriculture.

The results obtained revealed that the local honeys comply with national and international regulations, where each of the parameters analyzed contributes to a precise indication of the quality of the honey. Thus, they can be classified into three groups; those which determine **maturity** (water content),

**floral origin** (electrical conductivity, ash content, acidity, water content and the rate of reducing sugars) and **freshness** (HMF and FIEHE test).

Moreover, the pollen analysis was confirmed by the botanical origin and was found to be identical to that declared by the beekeeper; moreover the evaluation of the antibacterial activity gave very significant results with the Gram +, Gram- bacteria, the activity varies from one strain to another and from one honey to another but remains more important with the samples undiluted and decreases with successive dilutions.

**Keywords:** honey, pollen, monofloral, physicochemical analysis, pollen analyzes, antibacterial activity, quality, regions, floral origin.



## **Abréviations :**

**ABS** : Absorbance

**ALGERAC** : organisme Algérien d'Accréditation créée par le Décret exécutif n° **05-466** du 6 décembre 2005

**ANSES** : Agence Nationale de Sécurité de l'Alimentation, de l'Environnement et du travail

**AOAC**: Association of Official Analytical Chemists.

**aw** : activité d'eau

**CACQE**: Centre Algérien de Contrôle de la Qualité et d'Emballage.

**CE**: conductivité électrique

**CIP** : Conseil Inter Professionnel

**Comenvi** : Commission Environnement, Santé publique et Sécurité alimentaire du Parlement européen.

**DDM** : date de durabilité minimale

**DLUO** : date limite d'utilisation optimale

**DPPH** : 2,2-diphinol-1-picrylhydrazyl

**F/G** : taux de fructose par taux du glucose

**GBPHA** : guide des bonnes pratiques d'hygiène en apiculture

**HMF** : Hydroxyméthylfurfural

**INCO** : Règlement (UE) concernant l'information du consommateur sur les denrées alimentaires « règlement INCO publié au journal officiel de l'Union Européenne le 22/11/2011.

**INMV**: Institut National de Médecine Vétérinaire.

**IR** : indice de réfraction

**MI**: Matières insolubles dans l'eau.

**NA**: Norme algérien.

**UE** : Union Européenne

## **Liste des Figures :**

**Figure 01 :** Composition biochimique du miel

**Figure 02 :** Evolution au fil du temps de la teneur en HMF dans le miel

**Figure 03 :** les dangers physiques et maitrisables par l'apiculteur

**Figure 04 :** Dangers chimiques à gestion particulière.

**Figure 05 :** les dangers chimiques et maitrisables par l'apiculteur

**Figure 06 :** Bonnes pratiques de l'apiculteur pour limiter la contamination du miel par les spores

**Figure 07 :** Les différents types de fraudes sur le miel

**Figure 08 :** Les fraudes possibles sur le miel positionnées dans la chaîne de fabrication

**Figure 09 :** Teneur en eau de nos échantillons de miels (%)

**Figure 10 :** Teneur en acidité des lactones de nos échantillons de miels (még/kg)

**Figure 11 :** Teneur en acidité libre de nos échantillons de miels (még/kg)

**Figure 12 :** Teneur en acidité totale de nos échantillons de miels (még/kg)

**Figure 13 :** Teneur en cendres de nos échantillons de miels

**Figure 14 :** Conductivité électrique de nos échantillons de miels

**Figure 15 :** Teneur en matières insolubles dans l'eau de nos échantillons de miels

**Figure 16 :** Teneur en HMF de nos échantillons de miels (még/kg)

**Figure 17 :** Taux de sucres réducteurs de nos échantillons de miels (%)

**Figure 18 :** Taux de saccharose de nos échantillons de miels (%)

**Figure 19 :** Teneur en protéines de nos échantillons de miels (%)

**Figure 20 :** Grains de pollen de nos échantillons de miels (grossissement x 40)

**Figure 21 :** Mesure de l'activité antibactérienne de nos 09 échantillons de miels vis-à-vis de *Escherichia coli*

**Figure 22 :** Mesure de l'activité antibactérienne de nos 09 échantillons de miels vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*

**Figure 23 :** Mesure de l'activité antibactérienne de nos 09 échantillons de miels vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*.

## **Liste des Tableaux :**

**Tableau 01 :** Principales différences entre miels de nectar et de miellat

**Tableau 02 :** Norme concernant la qualité du miel

**Tableau 03:** sels minéraux et oligo-éléments du miel

**Tableau 04 :** Le rôle des enzymes du miel

**Tableau 05 :** Classement des fraudes sur les miels

**Tableau 06:** Codification des échantillons analysés

**Tableau 07 :** La teneur en HMF

**Tableau 08:** Test de FIEHE

**Tableau 09:** Origine florale de nos échantillons confirmée

# SOMMAIRE

## **Remerciements**

Résumé (Français, Arabe et Anglais)

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des Tableaux

**Introduction..... 1**

**Partie bibliographique..... 4**

I .De la fleur à la ruche .....5

I .1 A partir du nectar .....5

a) Miels mono-floraux.....6

b) Miels multi-floraux.....6

I .2 A partir du miellat .....6

I .3 Pour aboutir au miel .....7

a) Dans le tube digestif des abeilles.....7

b) La déshydratation du miel .....8

I .4 Production du miel par l'apiculteur .....8

a) Récolte .....8

b) Extraction .....9

c) Maturation .....9

d) Conservation .....9

II .Normes et réglementation..... 10

III .Composition du miel ..... 11

III .1 Composants majeurs ..... 12

a) Glucides ..... 12

b) Eau ..... 13

III .2 Composants mineurs..... 14

a) Acides organiques..... 14

b) Matières minérales et cendres ..... 14

c) Acides aminés et Protéines .....	15
d) Enzymes.....	16
e) Vitamines.....	16
f) Composés phénoliques .....	17
g) Hydroxy Méthyl Furfural (HMF).....	17
h) Pollen.....	18
IV .Propriétés du miel .....	19
IV .1 Propriétés physico-chimiques .....	19
a) Activité d'eau .....	19
b) Densité .....	19
c) Viscosité .....	19
d) Conductivité électrique .....	20
e) Indicederéfraction .....	20
f) Hygroscopie.....	20
g) pH.....	20
IV .2 Propriétés anti-oxydantes .....	21
IV .3 Propriétés antibactériennes .....	22
V .Classification du miel .....	25
V .1 Origines botaniques .....	25
a) Miels issus du nectar .....	25
b) Miels issus de miellat.....	25
V .2 Modes de traitement.....	26
a) Miel de rayon.....	26
b) Miel centrifugé (coulé) .....	26
c) Miel pressé .....	26
d) Miel jeune (non mûr) .....	26
V .3 Régions géographiques.....	26
VI .Altérations et principaux contaminants du miel.....	28
VI .1 Origines physiques .....	28
VI .2 Origines chimiques.....	28
VI .3 Origines microbiologiques.....	29
VII .Fraudes des miels .....	30
VII.1 Les grands types de fraudes sur le miel .....	31
a) Fraudes sur la qualité du miel.....	31
1) Fraudes par adultération.....	32
2) Fraudes par pratiques non conformes de récoltes et de traitement du miel.....	32

b) Fraudes sur la description et l'origine du miel .....	33
VIII .Impact économique du miel en Algérie .....	35
VIII .1 Organisation de la filière apicole.....	35
VIII .2 Les atouts de la production mellifères en Algérie .....	36
VIII .3 Les contraintes de la production apicole en Algérie .....	37
VIII .4 La production mellifère nationale.....	38
<b>Partie matériel et méthodes .....</b>	<b>39</b>
I. Matériels .....	40
I .1 Matériels biologiques .....	40
a) Miels .....	40
b) Souches bactériennes .....	40
I .2 Matériels non biologiques .....	41
II. Méthodes d'analyses.....	41
II .1 Codification des échantillons .....	41
II .2 Analyses physicochimiques.....	41
a) Teneur en eau.....	41
b) Détermination de l'acidité libre, acidité des lactones et de l'acidité totales du miel .....	42
c) Détermination de la teneur en cendres .....	44
d) Détermination de la conductivité électrique .....	44
e) Détermination de la teneur en matières insolubles dans l'eau .....	45
f) Réaction de FIEHE.....	46
g) Détermination de la teneur en HMF.....	47
h) Détermination de la teneur en sucres .....	49
1. Sucres réducteurs .....	49
2. Sucres totaux .....	50
i) Détermination de la teneur en protéines .....	51
j) Analyse pollinique .....	52
III .Evaluation de l'activité antibactérienne du miel .....	53
IV .Analyses statiques .....	54
<b>Partie résultats et discussion .....</b>	<b>55</b>
I. Résultats et discussions .....	56
I .1 Analyses physicochimiques.....	56
a) Teneur en eau.....	56
b) Acidité libre et acidité totale.....	58
c) Teneur en cendres .....	61
d) Conductivité électrique .....	63
e) Teneur en matières insolubles dans l'eau.....	65

f) Réaction de FIEHE .....	66
g) Teneur en HMF .....	67
h) Teneurs en sucres.....	68
i) Teneur en protéines .....	72
I.2 Analyses polliniques.....	73
I.3 Evaluation de l'activité antibactérienne du miel .....	75
<b>Conclusion .....</b>	<b>81</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>85</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>94</b>

# Introduction



L'apiculture est l'art d'élever les abeilles dans le but d'en tirer les produits dotés d'une valeur nutritionnelle et marchande. Parmi ces produits apicoles commercialisables sont le miel, la cire, la propolis et la gelée royale.

Cette activité d'appoint contribue au développement de l'élevage et à la protection de l'environnement (**Cran 1990**). Selon le Codex Alimentarius le miel est une substance naturelle sucrée élaborée par les abeilles (*apis mellifera*) à partir de nectar de plantes, de sécrétions provenant des parties vivantes des plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissés sur les parties vivantes de ces plantes. Les abeilles butinent et transforment ces substances en les combinant avec ses propres substances qu'elles produisent et sécrètent elle-même puis les déposent, les déshydratent, les emmagasinent et laissent affiner et murir dans les rayons de la ruche.

La situation géographique de l'Algérie lui confère des atouts majeurs pour l'apiculture, en effet sur les 48 wilayas que couvrent le pays 43 sont des zones intéressantes pour la production de cette activité (**Djebara, 2008**) le diagnostic général de la filière apicole laisse apparaître que la consommation par habitant en Algérie ne dépasse pas la moyenne des 80 grammes/an contre 3,5kg/habitant/an en Europe.

L'Algérie importe annuellement 13 000 quintaux de miel provenant de 6 pays de divers continents. La production locale ne dépasse pas les 75 000 quintaux malgré que la filière apicole en Algérie à souvent été évoquée comme une priorité des objectifs assignés à la politique de développement agricole et le plan de relance du secteur. (**MADR 2019**)

Le miel est considéré comme un produit très riche et complexe qui représente une solution hautement concentré en sucres, dont les principaux sont le glucose et le fructose. Il renferme aussi une large gamme de composés mineurs tels que, les vitamines, les minéraux, les protéines, les acides organiques, les flavonoïdes.... cette composition est en fonction des conditions environnementales, du climat, des espèces végétales et de la contribution de l'apiculteur. Ce qui lui confère certaines propriétés (physico-chimiques, antioxydantes et antibactériennes) très intéressantes d'un point de vue nutritionnel, thérapeutique (**Azeredo et al.,2003, Yaiche Achour et Khali2014**).

En effet, le miel fait l'objet de nombreuses études où il lui est attribué une multitude de propriétés bénéfiques pour l'organisme, citant les activités antioxydants et anti-inflammatoires (**Farzana et al., 2016**). D'autres vertus lui sont aussi attribuées grâce à ses propriétés antimicrobiennes et cicatrisantes, qui sont utiles pour le traitement des brûlures et des blessures (**Al-Mamary et al., 2002**).

Notre travail s'inscrit dans le cadre d'une étude des paramètres physico-chimiques (teneur en eau par l'indice de réfraction, taux d'acidité, le taux de cendre, conductivité électrique, teneur des matières insolubles dans l'eau, réaction de FIEHE, teneur en HMF, teneurs en sucres et teneurs en protéines), des caractéristiques polliniques ainsi que l'évaluation de l'activité antibactérienne du miel avec trois (03) souches microbiennes (Gram +, Gram -) de neuf (09) miels monofloraux, produit récoltés dans différentes zones du pays (Laghouat, Djelfa, Mitidja, Blida, Nâama, Biskra et de Tébessa) et différentes origines botaniques.

Pour cela le travail a été réparti comme suit :

Une approche bibliographique sur l'élaboration du miel, ses caractéristiques physicochimiques et ses propriétés antibactériennes suivi d'une deuxième partie expérimentale visant les méthodes et techniques utilisées dans l'analyse de nos échantillons.

Les résultats obtenus ont été discutés en comparaison avec les normes nationales et internationales auxquelles les miels sont soumis. et enfin une conclusion et perspectives.

# **Partie bibliographique**

### **I. De la fleur à la ruche et l'élaboration du miel**

L'appétence naturelle des abeilles pour tout ce qui est sucré les amène à butiner différentes sources. Le miel est élaboré par les abeilles à partir de substances sucrées végétales provenant soit:

- des nectars de plantes (essentiellement de fleurs)
- des exsudats rejetés par des insectes piqueurs et suceurs (pucerons essentiellement)
- exceptionnellement, de jus de fruits déjà attaqués par d'autres insectes ou par de petits animaux (les pièces buccales de l'abeille ne lui permettant pas de perforer les fruits)

#### **I.1 A partir du nectar : Miel de nectar de fleurs**

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

##### **a-Composition du nectar :**

Le nectar est un mélange chimique complexe constitué d'eau, de sucres, ainsi que d'autres substances (protéines, lipides, minéraux, etc.) (**Lequet, 2010**). Les principaux constituants du nectar sont l'eau et les sucres (saccharose, fructose, glucose); la teneur en eau est fortement variable de 20 à 95 %. Le nectar contient aussi des acides organiques, des acides aminés, des protéines, des enzymes, des vitamines et des substances aromatiques. Ces substances sont présentées en faible quantité qui ne dépasse pas 1%. La teneur en sucre du nectar varie avec l'humidité atmosphérique et le temps, la production du nectar et sa qualité sont sous la dépendance de facteurs écologiques (nature de sol, hygrométrie, altitude, exposition) et météorologique (**Schweitzer, 2004**).

Le nectar est composé de trois sucres principaux (le saccharose, le glucose, le fructose). Les proportions de ces trois sucres varient d'une plante à une autre et influent sur la qualité du miel, d'après (**Schweitzer, 2005**) les nectars contiennent plus ou moins de saccharose.

La majorité des miels proviennent d'une flore bien diversifiée. Il est courant que les abeilles visitent à la fois une dizaine ou une vingtaine d'espèces végétales fleurissant en même temps dans leur secteur de butinage. **Emmanuelle et al. (1996)** indiquent que chaque abeille est

intéressée à une seule espèce végétale, mais en considère l'ensemble de la population d'une ruche, qui comporte des milliers de butineuses.

Selon **Nair (2006)**, les miels de nectar de fleurs peuvent être divisés en deux groupes :

### a) **Miels mono-floraux:**

Les miels mono-floraux sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant d'une seule espèce végétale et cela nécessite d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. Par exemple ; le miel d'acacia, d'oranger et de lavande (**Rossant, 2011**).

### b) **Miels multi-floraux :**

Appelés parfois miels toutes fleurs, ce sont des miels récoltés à partir de plusieurs espèces florales, qui proviennent de mélange sans prédominance et donc sans origine florale précise (**Barbara, 2009**). Les miels polyfloraux ne sont pas susceptibles d'avoir une appellation florale, ce qui ne les empêche pas de pouvoir prétendre à une excellente qualité (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

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

## **I.2 Miel à partir de miellat :**

Le miellat est produit par les homoptères vivant sur les plantes, telles que les psylles, cochenilles et pucerons, qui émettent des sécrétions sucrées, recueillies par les abeilles au même titre que le nectar des fleurs (**Barbara 2009; Codex alimentarius, 2001**). Il est aussi émis à travers les orifices stomatiques des feuilles lorsque l'été est très sec (**Biri, 1986**). Ces insectes munis d'un appareil buccal, piqueur suceur, prélèvent la lymphe végétale dont ils se nourrissent en perforant la plante qui les abrite (**Bruneau, 2004**). Il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et en sucres complexes (**Bonté et Desmoulière, 2013**). Le miellat tire son nom de la présence de mélézitose ; un disaccharide contenu dans le miellat, formé dans le tube digestif de ces insectes. Il sert à estimer la présence de miellat dans le miel, si sa teneur est supérieure à 0,5g/100g, on peut admettre que le miel contient du miellat (**Bogdanov, 2005**). Ces différentes caractéristiques permettent d'identifier les miels de miellats (**Rossant, 2011**) (tableau I).

Il est difficile d'observer les abeilles effectuer ce type de butinage. Il a été montré qu'en présence d'une grande quantité de nectar, elles délaissent le miellat.

Cependant, lorsque les conditions climatiques sont défavorables, les miellats peuvent représenter une source nutritive intéressante pour l'abeille (**Rossant, 2011**).

**Tableau 1** : Principales différences entre miels de nectar et de miellat (**Rossant, 2011**)

Paramètres	Miel de Nectar	Miel de Miellat
pH	3,9	4,5
Minéraux (cendres)	0.26%	0,58%
Fructose+ glucose	74%	61,60%
Autres sucres exprimés en % des sucres totaux		
Mélezitose	0.2%	86%
Raffinose	0.03%	0,84%
Maltose + isomaltose	7,80%	9,60%

### I.3 Pour aboutir au miel :

#### a) Dans le tube digestif des abeilles: (Annexe I)

Le changement de la solution sucrée en miel commence déjà dans le jabot de la butineuse où diverses enzymes entrent en action

A la ruche, le nectar récolté et "prédigéré" par la butineuse est pris en charge par de plus jeunes abeilles, qui se l'échangent plusieurs fois (trophallaxie) et l'enrichissent en matières spécifiques et notamment en enzymes.

Les principales enzymes sont:

- La diastase qui permet de modifier l'amidon
- L'invertase qui divise le saccharose en glucose et en fructose
- La glucose oxydase qui, à partir du glucose, produit de l'acide gluconique et du peroxyde d'hydrogène.

Au fil des échanges entre les abeilles, la composition de la miellée évolue: des sucres se scindent, d'autres s'assemblent afin de former de nouveaux sucres plus complexes. Les ouvrières complètent ainsi la transformation commencée dans le jabot de la butineuse.

### **b) La déshydratation du miel :**

Quand la butineuse arrive à la ruche, la teneur en eau du nectar est supérieure à 50%. Le miel va être déshydraté par les ouvrières. Pour cela, elles régurgitent à plusieurs reprises une goutte de leur jabot et l'étaient dans l'atmosphère sèche de la ruche. Quand la concentration en eau atteint 40 à 50%, elles entreposent le miel dans les cellules. Les abeilles ventilent également la ruche: elles font rentrer de l'air extérieur que la colonie va chauffer à plus de 30°C et de ce fait, le miel va s'assécher.

L'air chaud et chargé de l'humidité excessive du miel est rejeté vers le milieu extérieur. La teneur en eau du miel doit ainsi être abaissée jusqu'à atteindre environ 18%. La cellule est alors fermée avec un opercule de cire qui permet une bonne conservation.

La colonie dispose en réserve d'un aliment hautement énergétique, stable, de longue conservation et peu sensible aux fermentations (**Clémence Hoyet ; 2005**)

### **I.4 Production du miel par l'apiculteur :**

#### **a) Récolte**

Pour conserver au miel tout son arôme et pour éviter que certains éléments biologiques et les enzymes ne soient détruits, le miel doit être récolté en prenant certaines précautions indispensables. Il doit en outre être exempt de corps étrangers et d'impuretés. Pour le purifier, on peut passer le miel dans un filtre grossier. Cette filtration ne doit pas supprimer le pollen. Par ailleurs, aucune substance ne doit être ajoutée ni aucune autre substance essentielle ne doit être retirée du miel (**Bogdanov et al., 2003**)

D'après **Donadieu (1984)**, la récolte du 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.

C'est ainsi que le miel est récolté entre les mois d'avril et novembre, en une ou plusieurs fois, La première récolte ne débute habituellement qu'à la fin du mois de mai.

#### **b) Extraction**

Les étapes de l'extraction sont résumées en **annexe II**. En premier lieu, l'apiculteur retire les cadres de miel, après avoir chassé les abeilles par enfumage. Il transporte ensuite les hausses dans la miellerie et enlève les opercules à l'aide d'un couteau à désoperculer. La désoperculation se pratique dans une pièce tiède et bien fermée (**Jean Prost, 1987 ; Huchet et al., 1996**). Après cette opération, l'apiculteur procède à l'extraction. Selon **Biri (1986)**, cette dernière doit être exécutée avec un extracteur, c'est-à-dire un récipient en général cylindrique revêtu d'acier inoxydable, qui permet d'extraire le miel des rayons par la force centrifuge sans que ceux-ci soient endommagés. Enfin, le miel est recueilli sur un filtre, qui va retenir les débris de cire entraînés lors de l'extraction, et être reçu dans un bac avant d'atteindre, après une deuxième filtration le maturateur qui est un simple récipient de décantation.

Selon **Louveaux (1985)**, Les filtres couramment utilisés en apiculture sont de simples tamis à maille de 0,1 mm. Leur efficacité est suffisante pour éliminer du miel les déchets de cire et les grosses impuretés.

### c) Maturation

L'extraction centrifuge ne fournit pas directement un miel prêt à la mise en pots. Pour obtenir un miel commercialisable, il est indispensable de l'épurer et la meilleure façon d'épurer le miel est encore de le laisser reposer pendant quelques jours dans un récipient appelé maturateur où le miel abandonne ces impuretés (débris de cire, amas de pollen), ainsi que les bulles d'air incorporées pendant l'extraction (**Louveaux, 1985 ; Jean Prost, 1987**)

### d) Conservation

Le miel est un produit périssable qui subit au cours du temps un certain nombre de modifications aboutissant inévitablement à la perte de ses qualités essentielles.

(**Emmanuelle et al., 1996**). La rapidité de la dégradation dépend de la composition du produit ainsi que des conditions de sa conservation (**Blanc, 2010**). Si le produit s'échauffe, on observe alors une dégradation plus ou moins rapide des sucres, dégradation qui s'effectue essentiellement aux dépens du fructose et s'accompagne de la formation d'hydroxyméthylfurfural (HMF). La gravité de cette altération, à laquelle est associée une augmentation du taux de l'acidité et une disparition rapide des enzymes, est directement liée à



de mauvaises conditions de stockage. Certains miels sont plus fragiles que d'autres en fonction de leur acidité naturelle. En effet, tous les miels dont le pH est inférieur à 4 se dégradent plus vite que ceux dont la caractéristique est inverse. Il convient donc de garder le miel dans des locaux frais où la température ne dépasse pas 20°C. Si le miel à stocker présente un risque de fermentation, il faudra impérativement le pasteuriser ou le conserver à une température de 4 à 5°C (Emmanuelle *et al.*, 1996).

### II. Normes et réglementation :

Cette dernière a pour objet la protection du consommateur contre les différents types de fraudes susceptibles d'être pratiqués (Louveaux, 1986).

Selon la législation européenne le miel est défini comme suit : « Le miel est la substance naturelle sucrée produite par l'abeille *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur celle-ci par des insectes suceurs, qu'elles butinent, transforment en les combinant avec des matières spécifiques propres, déposent, déshydratent, entreposent et laissent mûrir dans les rayons de la ruche. À l'exception du miel filtré, aucun pollen ou constituant propre au miel ne doit être retiré, sauf si cela est inévitable lors de l'élimination de matières organiques et inorganiques étrangères ».

Le Codex Alimentarius reprend en partie la réglementation qui s'impose à tous les apiculteurs européens.

En Algérie, les laboratoires de contrôle qualité des produits alimentaires destinés à la consommation se réfèrent aux normes arrêtées par le Codex Alimentarius.

## Critères de qualité du miel :

Les différents critères de qualité, ainsi que les différentes valeurs correspondantes à ces critères selon le Codex Alimentarius, l'Union Européenne et la norme Algérienne sont résumés dans le tableau (02) ci-dessous

**Tableau 02 : Norme concernant la qualité du miel**

CRITÈRES DE QUALITE	CODEX STAN 12-19811 Norme adoptée en 1981. Révisions en 1987 et 2001	DIRECTIVE 2001/110/CE DU CONSEIL du 20/12/2001	NA 15304
<b>Teneur en Eau Général</b>	≤ 21 g/100g	≤ 21 g/100g	≤ 21 g/100g
<b>Teneur en sucres</b>			
<b>Teneur en fructose et en glucose (somme des deux)</b>			
Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	≥ 60 g /100 g	≥ 60 g /100 g	≥ 60 g /100 g
Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar	≥ 45 g/ 100 g	≥ 45 g/ 100 g	≥ 45 g/ 100 g
<b>Teneur en saccharose</b>			
Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	≥ 05 g/ 100 g	≥ 05 g/ 100 g	≥ 05 g/ 100 g
Miels de luzerne ( <i>Medicago sativa</i> ) espèces d'agrumes, robinier <i>Robinia pseudoacacia</i> , sainfoin d'Espagne ( <i>Headsarum</i> ), Menzies banksia ( <i>Banksia menziesii</i> ), Eucalyptus camaldilensis, dirca ( <i>Eucryphia lucida</i> ), Eucryphia milligani	≥ 10 g/ 100 g	≥ 10 g/ 100 g	≥ 10 g/ 100 g
Miels de lavande ((espèce <i>Lavandula</i> ) de bourrage ( <i>Barago officinalis</i> )	≤ 15 g/100 g	≤ 15 g/100 g	≤ 15 g/100 g
<b>Teneur en matières insolubles dans l'eau</b>			
Général	≤ 0,1 g/100g	≤ 0,1 g/100 g	≤ 0,1 g/100 g
Miel pressé	≤ 0,5 g/100 g	≤ 0,5 g/100 g	≤ 0,5 g/100 g
<b>Teneur en matières minérales (cendres)</b>		≤ 0,6 g/100 g	
<b>Acidité</b>	≤ 50 meq/kg	≤ 40 meq /kg	≤ 40 meq /kg
<b>Activité diastasique, (indice diastasique en unités de Schade)</b>			
Tous les miels du commerce (UE)	≥ 8	≥ 8	≥ 8
Général	≥ 3	≥ 3	≥ 3

### III. Composition du miel :

Le miel est un produit très complexe (figure1) dont la fabrication demande plusieurs étapes et chacune d'entre elles a une influence sur sa composition chimique finale (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

La composition quantitative de ce produit d'origine végétale (nectar) ou animale (miellat) est soumise à de nombreux facteurs qu'il est impossible de maîtriser, tels que la nature de la flore butinée, celle du sol sur lequel pousse ces plantes, la race des abeilles, le moment et le mode de la récolte (**Jean-Prost et al., 2005**).

Ses principaux constituants chimiques sont proches de ceux du nectar et du miellat (**Bogdanov et al.,2004**).Ce produit de la ruche contient approximativement 181 composés (**Al-Mamary et al., 2002**).Il renferme principalement :

Hydrates de carbones (sous formes de sucres divers) : 79,5%

Eau : 17%

Divers : 3,5%

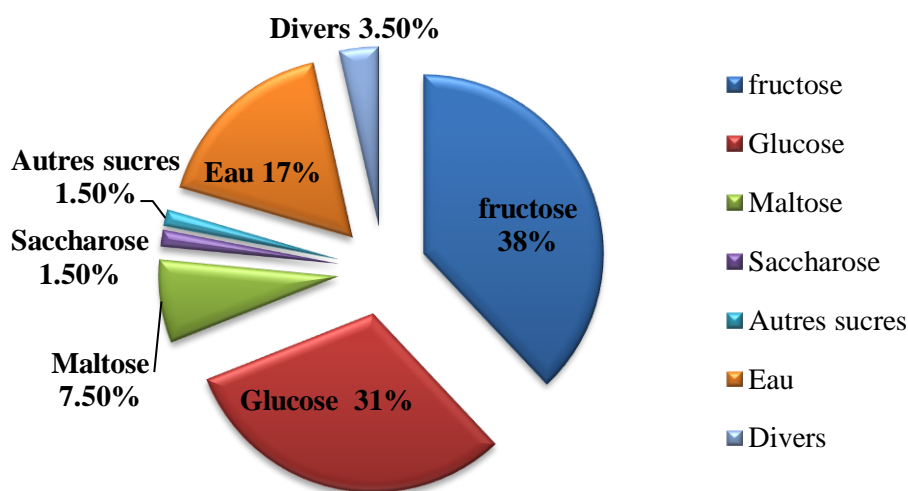


Figure 01 : Composition biochimique du miel(**Bruneau, 2002**)

### III.1 Composants majeurs :

#### a) Glucides :

Les glucides constituent la partie la plus importante du miel (75 à 80 %) (**Bubaet al., 2013**).La plupart de ces sucres ne sont pas trouvés dans le nectar mais ils sont formés durant la maturation et le stockage du miel par l'abeille (**Jefferey et Echazaretta,1996**). Parmi ces glucides :

- **Des monosaccharides** (environ 90% des sucres totaux)avec une prédominance du fructose (ou lévulose) davantage que le glucose. La teneur moyenne en fructose est de 38% environ, elle est de 31% pour le glucose. Ils proviennent en grande partie del'hydrolyse du saccharose (présent dans le nectar ou le miellat) par l'invertase. (**Bontéet Desmoulière, 2013**).

- **Des disaccharides** (ou diholosides). Ce sont principalement le maltose (7,3 %) et le saccharose (1,3 %) (**Bonté et Desmoulière, 2013**).
- **Des tri et polysaccharides** représentent 1,50 à 08% (**Bogdanov, 2011**).

### Rapport fructose/glucose :

**Shin et Ustinol, 2005** ont montré que les hexoses (fructose et glucose) dominent toujours ; le rapport des hexoses entre eux est la caractéristique de certains miels. Les miels contiennent des quantités à peu près égales de ces hexoses, le fructose domine légèrement. En revanche, le miel élaboré par les abeilles butinant presque exclusivement la même espèce végétale, contient souvent plus de fructose que de glucose ou rarement d'avantage de glucose que de fructose (**Dailly, 2008**).

Parmi les miels riches en fructose (F/G=1,5 à 1,7), il faut citer par exemple :

- Le miel de *Robinia pseudoacacia*
- Le miel de **sauge**.
- Le miel de *Castanea sativa Mill*

De même que certains miels **de miellat**.

Les miels riches en fructose restent longtemps liquides et ne cristallisent souvent qu'au bout de plusieurs années. Les miels riches en glucose (F/G inférieur à 1 %) sont plus rares ; ils cristallisent en général aussitôt après la récolte et parfois déjà dans rayons, on cite à titre d'exemple ; le miel de **pissenlit** et le miel de **colza** (**Polus, 2008**).

### b) **Eau :**

La teneur en eau est l'une des caractéristiques les plus importantes des miels. Elle conditionne la conservation du produit, son poids spécifique et dans une certaine mesure sa cristallisation et sa saveur. Cette teneur se situe la plupart du temps entre 15-20g/100g de miel (**Terrabet al., 2002 ; Bogdanov et al., 2004**).

Selon le **Décret n°2003-587 du 30 juin 2003**, un miel est d'autant plus fragile que sa teneur en eau est élevée et au-dessus de 18%, le développement des levures n'est plus inhibée (la teneur en levures augmente de 5 fois dans le cas d'un accroissement de la teneur en eau de 1g/100g). Les teneurs en eau élevée sont à mettre au compte d'une récolte précoce et d'un climat humide. Les miels avec une teneur en eau de 15 à 18% ont une bonne cristallisation, ceux dont la teneur est inférieure ou supérieure se cristallisent plus lentement (**Bogdanov et al., 2004**).

### III.2 Composés mineurs :

#### a) Acides organiques :

La plupart des acides organiques du miel proviennent des nectars de fleurs ou des transformations opérées par l'abeille (0,57 à 1,5 %). C'est l'acide gluconique, dérivé du glucose, qui prédomine dans le miel, résultant de l'oxydation du glucose par la glucose oxydase dans les miels dilués (**Nafeaet et al., 2013**).

L'origine de l'acide gluconique serait également due à une bactérie appelée gluconobacter, qui, lors de la maturation du miel, transformerait le glucose en acide gluconique. Il existe aussi une vingtaine d'acides organiques tels que les acides acétique, benzoïque, citrique, lactique, malique, oxalique et butyrique. Les lactones assurent parallèlement une fonction acide (**Bogdanov et al., 2006 ; Manyi-Loh, 2011**)

#### b) Matières minérales et cendres :

Les matières minérales sont présentes en moyenne de 0,04 à 0,2% pour les miels les plus courants, mais sont plus abondants dans les miels les plus foncés. Les miels de miellats sont plus riches en sels minéraux que ceux de fleurs. Les sels de potassium représentent à eux seuls près de 50% des cendres (**Lachman, et al., 2007 ; Bonté et Desmoulière, 2013**). Les éléments les mieux présentés dans le miel en dehors du potassium sont : le calcium, le sodium, le cuivre, le magnésium, le chlore, le soufre, le silicium, le fer ainsi que plus de trente oligo-éléments, qui n'existent qu'à l'état de traces, sont trouvés dans le miel (**Lachman et al., 2007**).

Leur teneur dépend des plantes visitées par les abeilles ainsi que du type de sol sur lequel elles poussent. Bien qu'habituellement considéré comme un produit relativement « propre », le miel peut contenir des polluants présents en très faible quantité, comme le plomb et le cadmium. Le dosage de ces polluants constitue un bon indicateur de la pollution de l'environnement (**Hochet, 2002 ; Bogdanov et al., 2004**).

Les miels de fleurs contiennent 0.1 à 0.35 g de sels minéraux et d'oligo-éléments par 100 g de miel, le miel de châtaignier et les miels de miellat avec plus de 1g/100g. La teneur en sel minéraux et en oligo-éléments du miel est indiquée dans **le tableau 03**

**Tableau 03:** sels minéraux et oligo-éléments du miel (**Morse et al, 1980**)

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

### c) Acides aminés et Protéines :

Les substances azotées ne représentent qu'une infime partie du miel il s'agit d'acides aminés libres et de protéines (0,26%) qui peuvent être présents dans le nectar, provenir des sécrétions de l'abeille et enfin appartenir aux grains de pollen (**Manyi-Loh, 2011**). Il s'agit essentiellement de peptones, des albumines, des globulines et des nucléoprotéines (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

Les recherches les plus récentes ont permis de mettre en évidence 16 acides aminés libres différents, tels que la proline, l'histidine, l'alanine, la glycine ou la méthionine (**Meda et al., 2005 ; Bonté et Desmoulière, 2013**). Parmi ces acides aminés, la proline est considérée comme le principal acide aminé, sa teneur renseigne sur la maturité du miel et peut servir à détecter des falsifications (**Bogdanov et al., 2004**). Nous considérons qu'un miel est arrivé à maturité lorsque sa teneur en proline est supérieure à 183 mg/kg. Des valeurs plus basses indiquent généralement, un manque de maturité ou une falsification au moyen d'un

nourrissement au sucre ou un ajout de sucre dans le miel. La proline est donc un critère d'appréciation de la maturation du miel. Des valeurs élevées en cet acide aminé sont typiques pour les miels de miellat (**Meda et al., 2005**).

### d) Enzymes :

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

**Tableau 04 : Le rôle des enzymes du miel**

Enzymes	Origines	Rôles
Investase	Animales	participe dans l'hydrolyse du saccharose formant le fructose et le glucose
Amylase		participe dans l'hydrolyse de l'amidon en maltose puis en glucose
Glucose-oxydase		participe à l'oxydation du glucose en acide gluconique, libérant du peroxyde d'hydrogène
Catalase	Végétales	Dégradation du peroxyde d'hydrogène
Phosphatases acides		Modulation du pH dans le milieu digestif de l'abeille

### e) Vitamines :

Le miel est un aliment pauvre en vitamines, puisqu'il présente des teneurs qui sont loin de couvrir les besoins de l'homme et ne comprend aucune vitamine liposoluble (Vitamine A et D). Il s'agit essentiellement de vitamines du groupe B et occasionnellement de vitamine C (**Bonté et Desmoulière, 2013**). Les vitamines du groupe B sont présentes dans le miel en microgrammes par 100 gramme de miel, qui seraient apportées par le pollen. Ce n'est toutefois pas le cas pour la vitamine C qui provient du nectar. Le miel de menthe (*Menthaaquatica*) à la particularité de contenir de la vitamine C (acide ascorbique) (**Hochet, 2002**).

### f) Composés phénoliques :

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires dont les principales sources sont les sécrétions végétales. Parmi les structures identifiées dans le miel: les acides phénoliques (acides benzoïques et cinnamiques), les flavonoïdes, (flavones et les flavanones) en proportion variable (AL-Mamary *et al.* 2002) .

Les phénols interviennent sur la couleur par l'intermédiaire des flavonoïdes susceptible de contribuer à la coloration jaune (Amiot *et al.* , 1989)

D'autre part, les flavonoïdes les mieux représentés dans le miel sont la chryisine, l'apigénine; l'hespétine, la pinocembrine, la pinobnksine et la galangine (Marquele *et al.* 2005; Meda, 2005)

### g) Hydroxy Méthyle Furfural (HMF) :

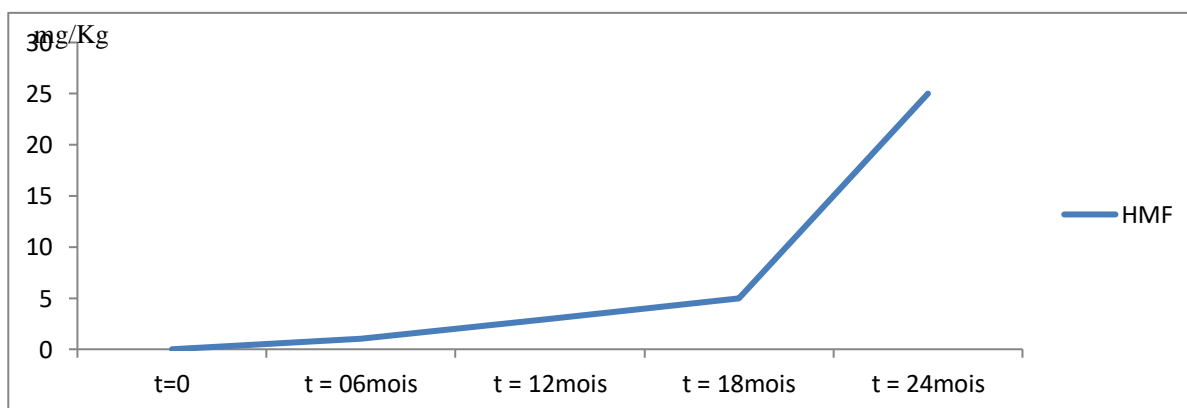
Les monosaccharides, et tout particulièrement le fructose, sont dégradés en milieu acide par déshydratation moléculaire avec formation d'hydroxyméthylfurfural (HMF).

Le taux d'HMF est le critère le plus fiable pour déterminer l'âge d'un miel. Ainsi que pour étudier son éventuelle dégradation. Ni les nectars, ni les miellats, ni les miels frais ne contiennent de l'HMF.

Ce produit se forme très lentement au fil du temps et son évolution est exponentielle (figure 02).

La production de HMF est favorisée par la forte teneur en fructose et par l'acidité du milieu.

**Evolution au fil du temps de la teneur en HMF dans le miel**  
(Henri 2018) (figure 02)





Tous les miels n'évoluent pas de la même façon: les miels de nectar atteignent entre 5 et 15 mg/kg de HMF au bout de deux ans, alors que les miels de miellats (souvent plus riches en fructose et plus acides), peuvent atteindre 25 mg/kg de HMF.

La concentration en HMF est augmentée par des chauffages excessifs. Le volume 11 du "Codex Alimentarius", qui est consacré aux produits sucrés, précise que le miel ne doit pas posséder une teneur en HMF supérieure à 80 mg/kg. (Cette teneur élevée s'explique par la nécessité de prendre en compte l'ensemble des miels produits dans le monde et notamment les miels tropicaux). Mais pour les miels produits dans l'Union Européenne, le taux maximum d'HMF a été fixé à 40 mg/kg.

### **h) Pollen :**

La palynologie est l'étude du pollen, gamète mâle des plantes à fleurs, (**Lezine, 2011**). La méliissopalynologie est l'étude des grains de pollen dans le miel, Elle permet d'identifier les plantes butinées à l'origine de la production du miel (**Suc et Defer, 2003**).

L'identification du pollen ne peut se faire que par comparaison de la morphologie observée avec celles de grains connus qui constituent des références (**Schweitzer, 2009**). Celles-ci peuvent être des microphotographies, soit sur papier, soit numérisées : elles constituent une banque de données que l'on peut consulter pour comparaison.

## **IV. Propriétés du miel :**

### **IV.1 Propriétés physico-chimiques :**

- a) Activité d'eau :** L'activité de l'eau (et non la teneur en eau) est le facteur le plus déterminant pour la conservabilité d'une denrée alimentaire. L'influence de la composition du miel sur la valeur  $a_w$  a été étudiée dans les travaux de **Ruegg et al (1981)**. Les valeurs  $a_w$  du miel varient entre 0,55 et 0,75. Les miels dont l' $a_w$  est  $< 0,60$  peuvent être, du point de vue microbiologique, qualifiés de stables. Bien que

l'activité de l'eau soit un facteur de qualité important, on ne la détermine que rarement (**Bogdanov et al., 2003**).

Auparavant, la mesure de l'activité de l'eau était longue et frustrante. Les nouvelles technologies de mesure ont grandement amélioré la rapidité, la précision et la fiabilité des mesures.

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

- b) **Densité** : Le miel a une densité relativement élevée qui varie entre 1,40 et 1,45 g/cm<sup>3</sup> (**Bogdanov et al., 2003**). C'est une donnée très utile pouvant être utilisée pour mesurer la teneur en eau des miels. On peut admettre une moyenne de 1.4225 à 20°C (**Emmanuelle et al., 1996**).
- c) **Viscosité** : La viscosité du miel est conditionnée essentiellement par sa teneur en eau, sa composition chimique et la température à laquelle il est conservé ; par ailleurs, les sucres contenus dans le miel peuvent cristalliser en partie sous l'influence de certains facteurs (température, agitation, composition chimique), entraînant alors une modification complète de son aspect mais sans rien changer à sa composition (**Donadieu, 2008**).
- d) **Conductivité électrique** : La conductivité électrique est intéressante, car elle permet de distinguer aisément des miels de miellat des fleurs, les premiers ayant une conductibilité bien plus élevée que les seconds (**Emmanuelle et al., 1996**). Cette mesure dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel; plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée. Récemment, des données complètes relatives à la conductivité de milliers de miels commercialisés ont été publiées, les miels de nectar) à l'exception *Banksia*, *Erika*, *Eucalyptus*, *Eucryphia*, *Leptospermum*, *Melaleuca*, *Tilia*) et les mélanges du miel de nectar et miel de miellat aient une conductivité inférieure à 0,8 mS/cm et que le miel de

miellat et le miel de châtaignier sont supérieurs à 0,8 mS/cm (**BOGDANOV *et al.*, 2001**).

- e) **Indice de réfraction** : Il est couramment utilisé par les techniciens qui se servent de réfractomètres de petite taille, très pratiques. L'indice permet de calculer une variable très importante, la teneur en eau, bien plus rapidement que pour les autres méthodes (**Emmanuelle *et al.*, 1996**).
  
- f) **Hygroscopicité** : Le miel tend à absorber l'humidité de l'air et, si on le laisse trop longtemps dans une atmosphère humide, cette absorption peut être considérable. Un miel normal, contenant 18% d'eau, peut atteindre, au bout de trois mois, une hygrométrie de 55%, son poids a alors augmenté de 84%. D'autre part, lorsqu'on veut dessécher le miel, il est 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 (**Emmanuelle *et al.*, 1996**).
  
- g) **pH** : Le pH du miel varie entre 3,2 et 5,5. Il est généralement inférieur à 4 dans les miels de nectar, supérieur à 5 dans ceux de miellat (sapin = max 5,3). Les miels à pH bas (type lavande = min 3,3) se dégradent plus facilement : il faudra alors prendre un soin particulier à leur conservation (**Gonnet et Vache, 1985**).

### **IV.2 Propriétés antioxydantes :**

Les antioxydants jouent un rôle important dans le métabolisme humain. Les réactions biochimiques qui ont lieu dans notre organisme produisent des radicaux libres initiant des réactions d'oxydation en chaîne qui ont une action néfaste sur les cellules de notre corps, en les abîmant et en accélérant le processus du vieillissement.

Normalement, le corps humain maintient l'équilibre entre les antioxydants et les radicaux libres en produisant simultanément les deux types de substances dans le processus métabolique. Le déséquilibre entre ces deux types de composés conduit à un phénomène appelé *stress oxydatif* (**Goodarzi et Khosravi, 2013**).

Le terme de stress oxydatif décrit le manque d'équilibre entre la production de radicaux libres et l'activité antioxydante dans un organisme. La diminution du stress oxydatif prévient l'apparition des maladies chroniques. La modification oxydative des lipoprotéines est considérée comme un facteur important à l'apparition d'athérosclérose. On a trouvé que le miel contenait une importante activité antioxydante, incluant la glucose oxydase, la catalase, l'acide ascorbique, les flavonoïdes, les acides phénoliques, les acides organiques, les acides aminés, les protéines, et les carotènes.

L'activité antioxydante des polyphénols du miel a été mesurée *in vitro*. Il y a une forte corrélation entre l'activité antioxydante, la concentration en phénols et l'inhibition de l'oxydation *in vitro* de la lipoprotéine de sérum humain.

De nombreuses recherches ont confirmé que la composition du miel et ses capacités antioxydantes dépendent de nombreux facteurs, comme la source florale du nectar butiné, la saison, et les facteurs environnementaux comme le type de sol, le climat, certains facteurs génétiques, la méthode employée.

L'activité antioxydante est due en grande partie aux composés phénoliques et aux flavonoïdes, mais leur mécanisme d'action est encore inconnu (**Russelet al. ; 1988, Frankelet al. ; 1998, Benoit ,2004, Viuda-Martos 2008, Kahlil et al. ; 2010, Alvarez-Suarez et al 2013**)

En plus de polyphénols, d'autres constituants sont connus pour contribuer à l'effet antioxydant du miel. Il s'agit notamment des vitamines (C et E), des enzymes (catalase, peroxydase et glucose oxydase), des caroténoïdes et les produits de la réaction de Maillard (**Khan et al.,2007 ; Mandal et al., 2011** ). De nombreux composants du miel, en particulier les flavonoïdes et des acides phénoliques, contribuent de manière significative à la capacité antioxydante, dont la plupart fonctionne ensemble pour fournir un effet antioxydant synergique (**Moussa et al., 2012 ; Vallianou et al., 2014**).

De nombreuses études ont montré que l'activité antioxydante est fortement corrélée avec la teneur en composés phénoliques, ainsi que le miel foncé a une teneur plus élevée en composés phénoliques totaux et par conséquent une plus grande capacité antioxydante (**Al-Mamary et al., 2002 ; Aljadi et Kamaruddin 2004 ; Berreta et al., 2005 ; Holderna-Kedzia et Kedzia, 2006**). La variation de cette activité antioxydante présente dans le miel est due à la nature quantitative et qualitative des phénols (**Ita, 2011**).

La capacité antioxydante du miel dépend de l'origine florale et géographique, les conditions climatiques et le stockage de miel. La plus grande influence sur l'activité antioxydante du miel est liée à son origine botanique (**Frankel et al., 1998 ; Al-Mamary et al., 2002; Gheldof et al., 2002a ; Beretta et al., 2005**).

### IV.3 Propriétés antibactériennes :

De nombreuses études ont démontré que le miel présentait une activité antibactérienne in vitro.

Le miel inhibe la croissance des micro-organismes et des champignons. L'activité antibactérienne du miel, principalement sur les bacilles gram positifs est largement documentée (**Bogdanov et al 2008, Molan 1992, Molan, 2001**). Les activités bactériostatiques et bactéricides ont été démontrées sur de nombreuses souches, dont certaines résistantes à des antibiotiques (comme le staphylocoque résistant à la méticilline) **Zumla et al. ; 1989**.

De plus, il a également été démontré que le miel pouvait inhiber in vitro le virus de la rubéole, la Leishmaniose, et l'Echinococcus.

L'effet antimicrobien du miel est dû à différentes substances et dépend de son origine botanique (**Molan 1992 et Molan 2001**). On ne connaît pas encore précisément tous les composants antibactériens du miel mais quatre facteurs sont largement mis en avant : l'osmolarité, le pH acide, le peroxyde d'hydrogène, et le système non-peroxyde (**Bogdanov.; 1997**).

#### ➤ L'osmolarité :

La faible concentration hydrique inhibe la croissance bactérienne et la forte teneur en sucres (solution hypertonique) provoque une déshydratation osmotique, ce qui laisse très peu de molécules d'eau disponibles pour les micro-organismes (**Olaitan et al. ; 2007**).

Certaines levures peuvent cependant se développer dans les miels ayant une teneur élevée en eau, et provoquer la fermentation de ces miels mais généralement l'activité hydrique du miel est trop basse pour permettre la croissance de microorganismes.

### ➤ Le pH :

Le pH du miel est acide, il varie entre 3,2 et 5,5. Cette acidité est principalement due à sa teneur en acide gluconique et en gluconolactone. Le pH du miel semble être suffisamment bas pour ralentir ou éviter la croissance de nombreuses espèces de bactéries pathogènes.

### ➤ Le peroxyde d'hydrogène :

La production de peroxyde d'hydrogène et d'acide gluconique résulte de l'oxydation de l'eau et du glucose par la glucose-oxydase. Le peroxyde d'hydrogène est connu comme ayant une très bonne action sur les plaies.

Le peroxyde d'hydrogène n'est pas antibactérien en lui-même. L'action antibactérienne est due aux radicaux hydroxyles libres.

### ➤ Le système non peroxyde :

Il existe d'autres substances antibactériennes hormis le peroxyde d'hydrogène avec différentes origines chimiques comme les acides aromatiques, les flavonoïdes, et différents composés inconnus (**Cushnie 2005, Molaan 1992, Russel et al. 1988, Schramm 2003**).

En effet, l'activité antibactérienne n'est pas uniquement corrélée au taux de peroxyde. Les principaux composants ayant une activité non peroxyde sont la pinocembrine (un flavonoïde présent dans le miel et produit par les abeilles), les lysozymes (enzyme bactériostatique présente dans le miel et produite également par les abeilles), et d'autres nombreux composants chimiques comme les terpènes, l'alcool benzénique, l'acide syringique, etc...

Ces facteurs sont présents de manière variable selon les plantes butinées qui contiennent différents types de facteurs à activité non peroxyde. Ces facteurs antibactériens sont beaucoup moins sensibles à la lumière, la chaleur et la durée du stockage, contrairement aux composants à activité peroxyde.

D'une manière générale, les espèces les plus sensibles au miel sont: le *Streptococcus pyogenes*, le *Staphylococcus aureus* et l'*Escherichia coli*. Les autres espèces telles que *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus species*,

*Clostridium welchii* et *Clostridium tetani* sont également sensibles au miel. *Pseudomonas aeruginosa* n'est en revanche pas inhibé par le miel.

Le staphylocoque apparaît particulièrement sensible au miel, y compris en ce qui concerne les souches résistantes aux antibiotiques (Al-Waili et al 2011, Cooper 2008, Cushine et al 2005, Eddy et al 2008, Efem 1988, Gonnet 1981, Lavie 1963).

La variation de cette activité antibactérienne dépend de :

- ✓ la concentration en miel
- ✓ son origine florale
- ✓ son acidité
- ✓ la quantité de peroxyde d'hydrogène produite
- ✓ l'action de la catalase
- ✓ la chaleur qui détruit l'activité du miel (même s'il paraît stable pour des températures inférieures à 40°C)
- ✓ la durée de conservation (qui peut aller jusqu'à 2 ans)
- ✓ la lumière, et surtout la lumière directe du soleil.

### V. Classification du miel :

La classification des miels produits est basée sur :

#### V.1 Origines botaniques :

##### a) Miels issus du nectar

Le nectar produit à la surface des parties spéciales appelées nectaires, qui sont en forme de turgescences, situés soit sur les feuilles, appelés nectaires Extra floraux, soit sur les fleurs, (sépalés, pétales, carpelles) appelés nectaires floraux, retrouvés par exemple chez Le Thym. Pour recueillir un litre de nectar, on estime qu'il faut entre 20 000 et 100 000 voyages des abeilles (Gonnet, 1982; Donadiou, 1984; Louveaux, 1968; Ziegler, 1968).

##### ❖ Miels mono-floraux

Un miel dit monofloral est issu d'un nectar, collecté par les abeilles sur un végétal unique et particulièrement attractif pour ces insectes.

Les miels monofloraux possèdent des caractéristiques palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques spécifiques. **(Bogdanov, 2003)**.

### ❖ Miels multi-floraux

Les miels multi-floraux, ou miel toutes fleurs, sont souvent classés suivant les lieux de récolte (miel de montagne, de forêt, etc.), ou encore suivant les saisons (miel de printemps ou d'été). **(Donadieu, 1984)**

#### b) Miels issus du miellat

Le miellat est un produit plus complexe que le nectar faisant intervenir un intermédiaire, généralement, des insectes de la famille des Homoptères tel que les pucerons, leur pièces buccales sont disposées pour piquer et absorber les aliments liquides telle que la sève des végétaux et rejetant l'excédent de matières sucrées sous forme de gouttelettes, que les abeilles récupèrent sur les feuilles des plantes. Nous citons quelques exemples d'arbres qui Hébergent les pucerons, tels que, les sapins, les Epicéas, les chênes, et aussi les plantes Herbacées comme les blés... **(Gonnet, Vache, 1985)**. Les miellats représentent une ressource alimentaire importante pour les abeilles Lorsqu'elles ne trouvent pas des fleurs à leur disposition. Certains auteurs distinguent deux types de miellat :

- Le miellat de puceron,
- Le miellat végétal qui se produit dans les journées chaudes à Sécheresse prolongée séparée par des nuits relativement froides et humides, selon **Gonnet (1985)**, en conditions particulières et en absence de pucerons par exsudation des feuilles à travers les orifices stomatiques.

### V.2 Modes d'extraction du miel:

Pour la classification ou l'appellation du miel selon le mode de traitement qu'il a subit on distingue trois (03) types de miel : **(Mokhtari Bachir;2016)**



- a) **Miel en rayon** : C'est le miel contenu dans les alvéoles fraîchement constituées operculées, sans couvains, de couleur blanchâtre. Ce miel est vendu en rayon ou une partie en rayons.
- b) **Miel centrifugé (coulé)** : c'est un miel qui a été désoperculé puis extrait par centrifugation.
- c) **Miel pressé** : Il est récolté à froid au moyen d'une presse hydraulique à partir d'alvéoles exemptes de couvain.
- d) **Miel jeune (non mûr)** : C'est le produit retiré des alvéoles non encore operculées, sa teneur en eau est généralement supérieur à celle du miel parvenu à maturité (plus de 20%).

### V.3 Régions géographiques :

Selon la **norme Codex -stan-12 de 1981**, le miel peut être désigné par le nom de la région géographique ou topographique, sous réserve d'être produit exclusivement dans la zone indiquée dans la désignation. La détermination (analyse qualitative) et le dénombrement des grains de pollen et les composants du miel présents dans les sédiments permettent de déterminer l'origine géographique de celui-ci (**Bogdanov *et al.*, 2004**).

## VI. Altérations et principaux contaminants du miel :

Contaminant : tout agent biologique ou chimique, toute matière étrangère, ou toute autre substance n'étant pas ajoutée intentionnellement au produit alimentaire et pouvant compromettre sa sécurité ou sa salubrité, ils ont été identifiés et classés en trois catégories par le Guide des bonnes pratiques d'hygiène en apiculture (GBPHA), susceptibles de présenter un danger pour la santé humaine lorsqu'ils se trouvent dans le miel.

### VI.1 Origines physiques :

Les contaminants d'origine physique, et leurs moyens de maîtrise sont illustrés dans la **figure 03** ci-dessous :

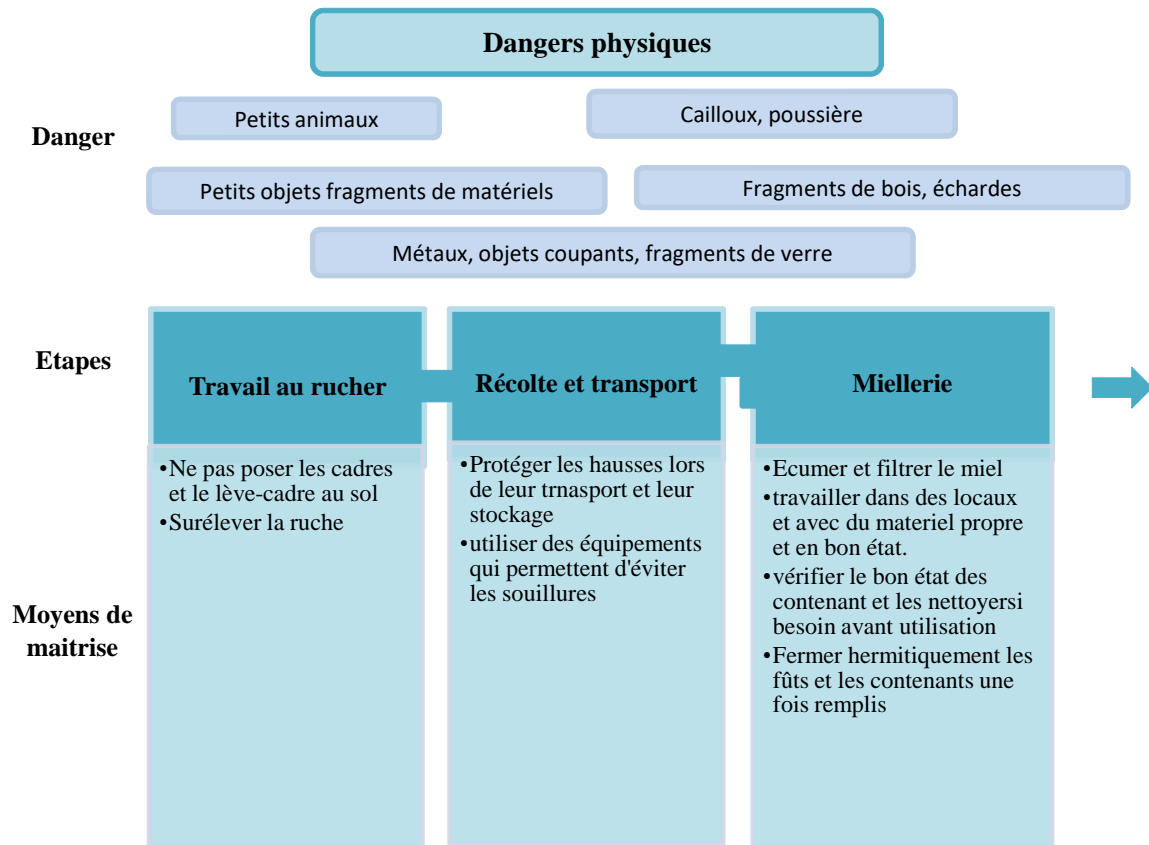


Figure 03 : les dangers physiques et maîtrisables par l'apiculteur

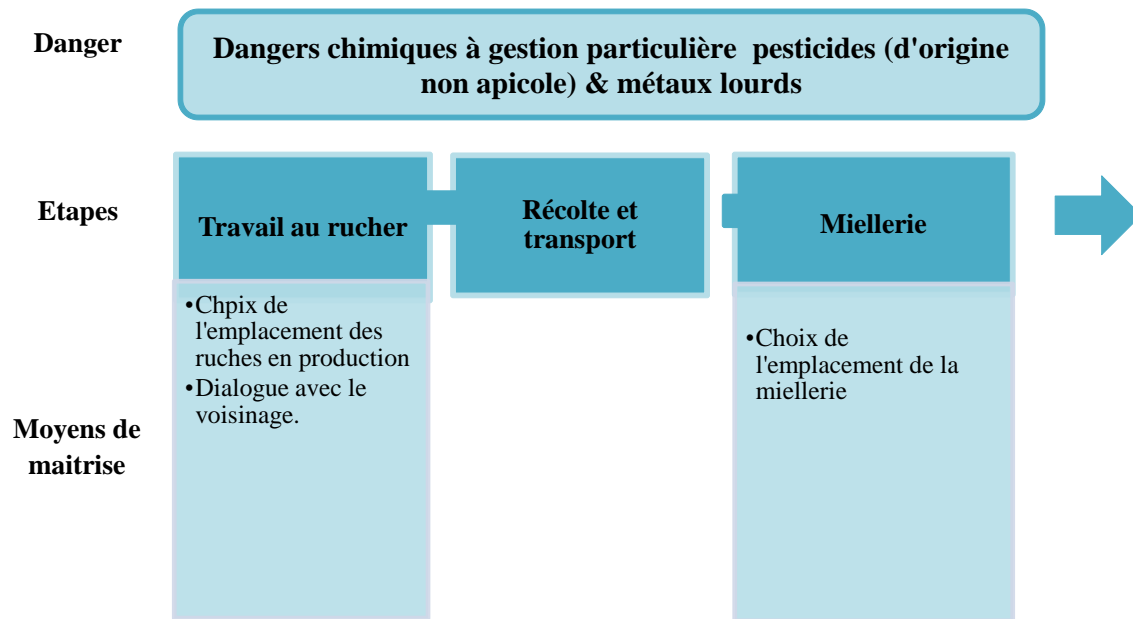
## VI.2 Origines chimiques :

Le miel est exposé aux contaminations chimiques provenant de deux origines :

Celles des pesticides d'origine non apicole et métaux lourds (**figure 04**) dits à gestion particulière qui se caractérisent par :

- ✓ Une origine extérieure à l'exploitation que l'apiculteur ne peut pas soupçonner
- ✓ Un impact potentiel sur un ensemble de ruches ou de rucher
- ✓ L'absence de moyens de maîtrise applicables « en routine » sur l'exploitation

Figure 04 : Dangers chimiques à gestion particulière



Celles liées à l'activité apicole utilisées pour l'entretien des ruches et des abeilles (**figure 05**)

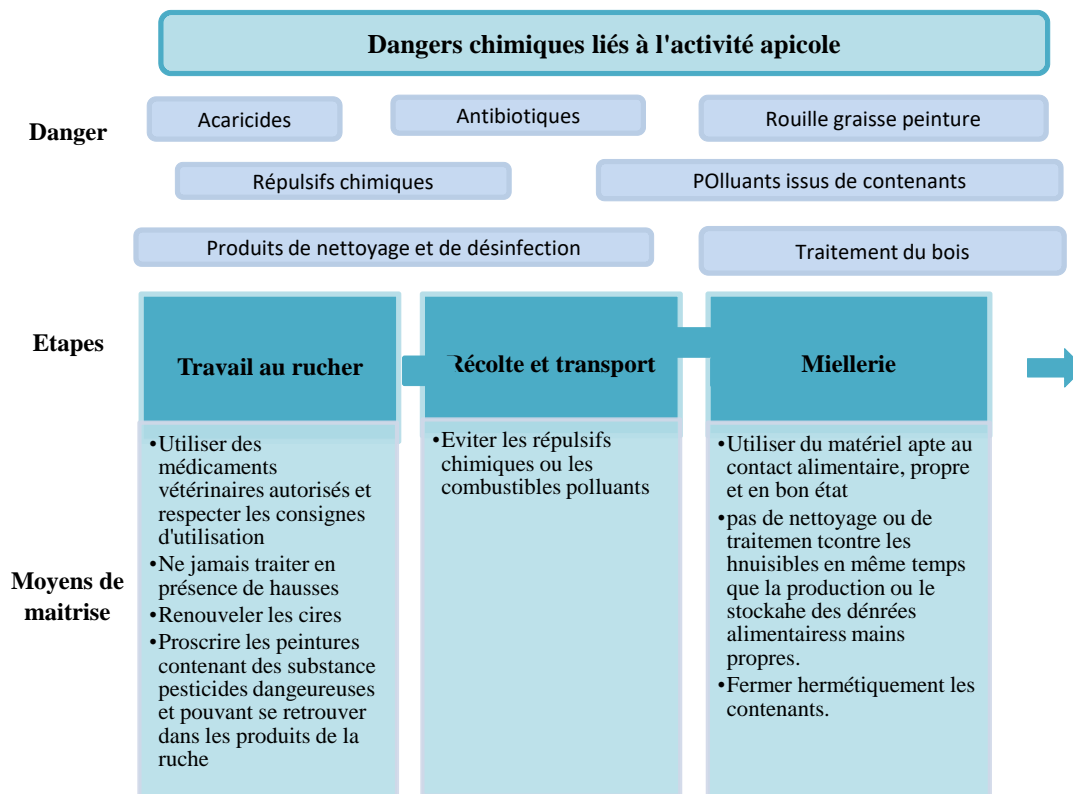


Figure 05: les dangers chimiques et maîtrisables par l'apiculteur

### VI.3 Origines microbiologiques : Botulisme infantile

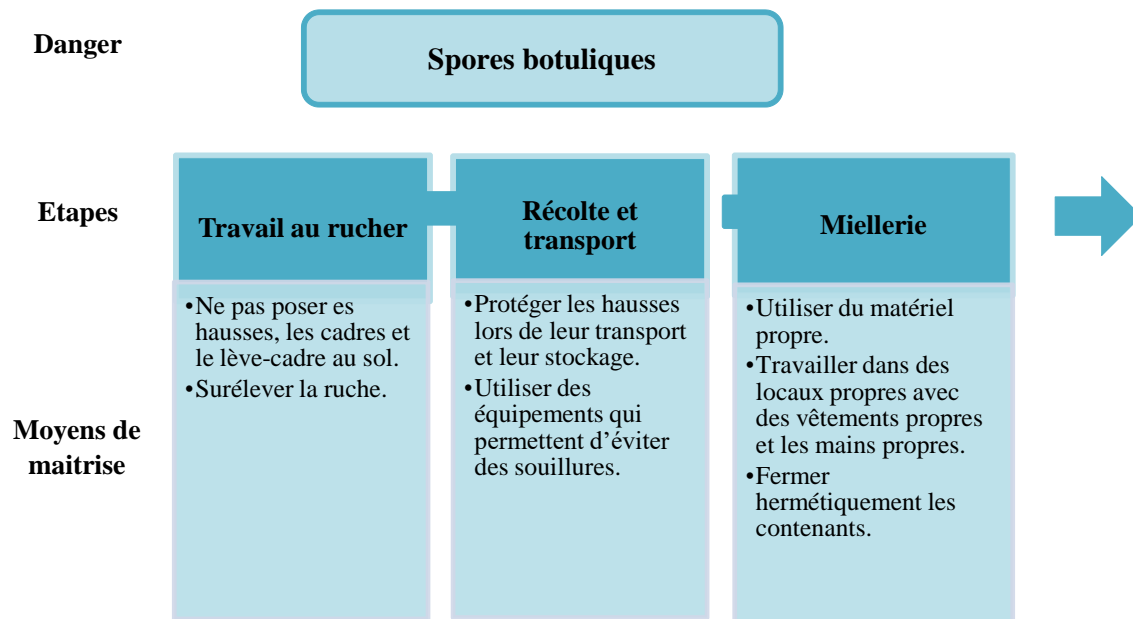
Le miel présente la caractéristique d'empêcher la multiplication de la quasi-totalité des microorganismes grâce à sa composition particulière et ses propriétés physico-chimiques (forte teneur en sucre, faible teneur en eau libre, pH acide...). Les bactéries responsables du botulisme infantile sont les seuls dangers microbiologiques pertinents liés au miel. Des formes résistantes de la bactérie *Clostridium botulinum* (les spores), responsables de cette maladie, peuvent se trouver dans les poussières et certains sols. Ces spores peuvent se retrouver ensuite dans le miel.

D'après l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (**ANSES** - avis du 13 juillet 2010), le botulisme infantile peut survenir après ingestion de spores de *Clostridium botulinum* chez des nourrissons de moins de 12 mois, leur flore intestinale étant immature.

Le miel est le seul facteur de risque alimentaire de botulisme infantile documenté à ce jour.

Les spores de *C. botulinum* ne peuvent pas être détruites dans le miel, celui-ci ne pouvant pas subir de traitement thermique de stérilisation. En conséquence, l'**ANSES** estime que « le seul moyen préventif efficace est donc l'information des parents et du corps pédiatrique » et recommande un étiquetage préventif des pots de miel concernant la consommation du miel pour les nourrissons de moins de 12 mois.

Quelques bonnes pratiques de l'apiculteur permettront de limiter la contamination du miel par les spores (**figure 06**).



**Figure 06** : Bonnes pratiques de l'apiculteur pour limiter la contamination du miel par les spores

L'apiculteur est responsable de la mise en œuvre de moyens pour maîtriser ces dangers et produire un miel qui répond aux exigences sanitaires.

## VII. Fraude des miels :

Pour être vendu sous la dénomination « miel », aucune substance (autre que du miel) ne peut être rajoutée. Le miel est à l'état de produit fini dans la ruche, c'est-à-dire que c'est un produit dit « primaire » (sans transformation). La réglementation fixe certains critères sur la composition et la qualité du miel.

Comme d'autres produits alimentaires, le miel est victime de fraudes, c'est-à-dire d'actions destinées à tromper le consommateur. Dans un rapport du Parlement européen de 2013, le miel est cité parmi les denrées alimentaires faisant souvent l'objet d'activités frauduleuses. Le miel est classé comme le 6<sup>ème</sup> produit qui risque le plus de faire l'objet de fraude alimentaire après l'huile d'olive, les poissons, les aliments biologiques, le lait et les céréales (Comenvi , 2013).

### VII.1 Les grands types de fraudes sur le miel :

Falsification, adultération, altération, faux-miel, miel artificiel, faux étiquetage ou étiquetage non-conforme, ou encore blanchiment du miel... autant de terme que l'on peut entendre ces dernières années au sujets de fraudes sur le miel. On appellera « fraude » toute action destinée à tromper le consommateur. Toutefois, les fraudes rencontrées peuvent avoir des objectifs, des origines et une gravité différente.

On distingue deux types de fraudes pratiquées sur le miel (**tableau 05** et **figure 07**) :

- **Les fraudes concernant la qualité du produit** : le produit analysé ne peut être défini comme du miel au regard des dispositions de la Directive Miel,
- **Les fraudes concernant la description du produit commercialisé** : le produit répond à la définition du miel mais l'étiquette apposée ne correspond pas au produit et/ou n'est pas conforme à la Directive Miel.

Ces fraudes peuvent intervenir à différentes étapes : production, récolte, travail du miel après récolte, étiquetage/commercialisation notamment (**Figure 08**).

### **a) Fraudes sur la qualité du miel :**

Dans ce cas, la matrice miel est altérée de sorte qu'elle ne répond plus à la définition légale du miel.

Les fraudes sur la qualité du miel consistent :

- soit à ajouter de manière délibérée au miel des substances ;
- soit à pratiquer des conditions de récolte et de traitement aboutissant à un produit qui ne correspond plus à la définition légale du miel.

### **1) Fraudes par adultération :**

L'adultération est une pratique frauduleuse consistant en l'ajout d'un produit de moindre valeur à un autre produit, qui est alors vendu ou donné pour ce qu'il n'est pas. On en observe dans le miel depuis la commercialisation de sirops de sucre et de compositions chimiques

voisines de celles des miels. Ces sirops de sucre peuvent être additionnés au miel après la récolte, ou directement durant la miellée (**Cotte 2003**).

### **2) Fraudes par pratiques non conformes de récolte et de traitement du miel :**

Certaines pratiques de récolte et de traitement du miel sont réalisées de façon délibérée pour gagner en volume ou pour masquer une non-conformité du miel. Il s'agit donc de pratiques frauduleuses. Les miels ainsi récoltés ou traités ne répondent plus à la définition légale du miel et perdent en qualité ou en conservation :

- **les miels récoltés avant maturité** : ces miels qui présentent un excès d'humidité risquent de fermenter (multiplication des levures) ;
- **les miels mal stockés ou chauffés de façon excessive** : des miels qui ont été stockés ou chauffés de façon excessive peuvent présenter une teneur en HMF, ainsi qu'un indice diastasique, non conformes aux critères de la Directive Miel.
- **les miels micro-filtrés sans mention sur l'étiquetage**, voire ultra-filtrés : les miels qui ont été micro-filtrés ou ultra-filtrés ne répondent plus à la définition légale du miel.

Le miel filtré est le miel obtenu par l'élimination de matières étrangères inorganiques ou organiques d'une manière qui a pour résultat l'élimination de quantités significatives de pollen (**Directive miel, 2001**). A ne pas confondre avec une macro-filtration (qui est une pratique classique des apiculteurs) qui est une filtration/un tamisage du miel pour enlever des éléments comme de petits morceaux de cire ou des débris d'animaux/végétaux par exemple qui seraient dans le miel.

### **b) Fraude sur la description et l'origine du miel : les non-conformités d'étiquetage**

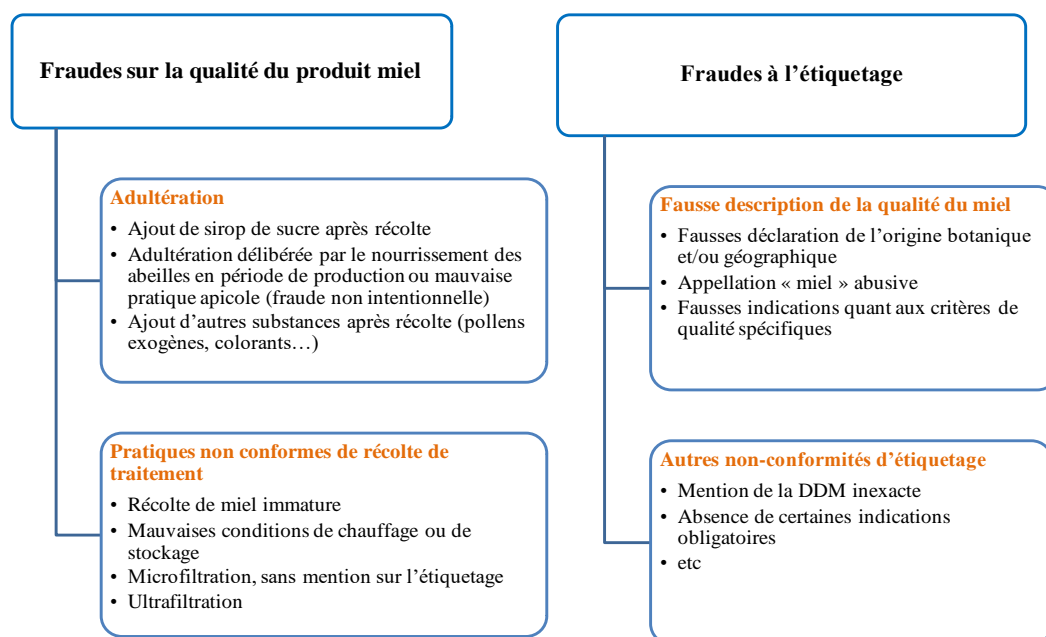
Les fraudes à l'étiquetage consistent à mentionner sur l'étiquette des indications qui ne correspondent pas au produit commercialisé et/ou qui ne sont pas conformes aux dispositions de la réglementation en vigueur ou au code de la consommation. Il peut s'agir par exemples de :

- l'utilisation erronée de mentions liées à la dénomination, description, et définitions des produits. Notamment, l'utilisation de la mention « miel » pour un produit ne correspondant pas à la définition légale du miel ;
- l'utilisation de fausses mentions d'étiquetage sur l'origine botanique et géographique du miel ;
- l'utilisation de fausses indications quant aux critères de qualité spécifiques (caractéristiques organoleptiques, période de récolte par exemple) ;
- l'absence de la date de durabilité minimale (DDM, anciennement appelée DLUO ) ou d'autres indications relatives au règlement INCO ou au code de la consommation

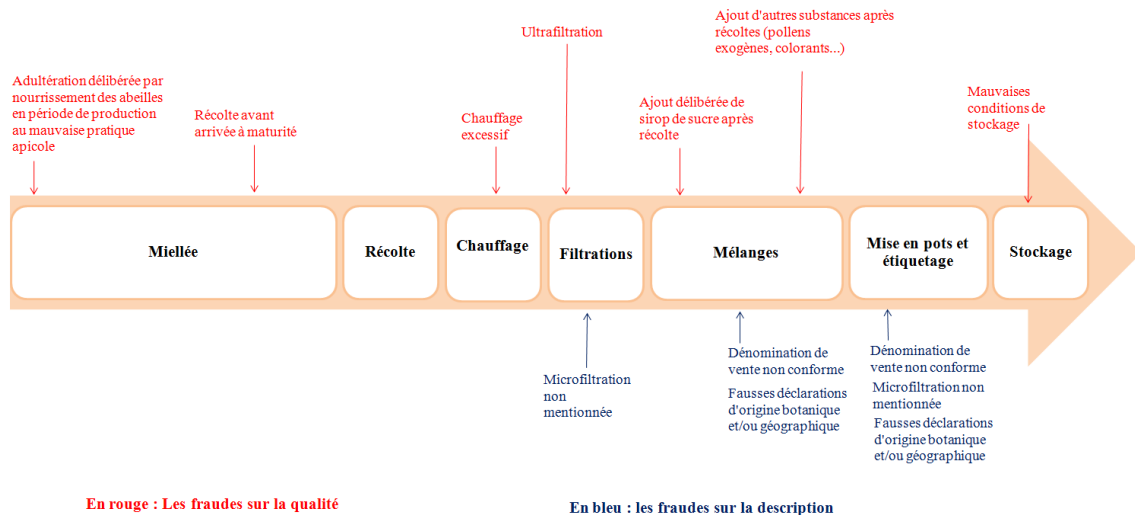


**Tableau 05 : Classement des fraudes sur les miels**

<b>Fraudes sur la qualité du miel</b>	
<b>Pratiques d'adultération du miel</b>	Ajout délibéré, après la récolte, de substances étrangères de moindre qualité (produits glucidiques notamment)
	Adultération délibérée par nourrissage des abeilles en période de production ou mauvaise pratique apicole (fraude non intentionnelle)
<b>Pratiques non conformes de récolte et de traitement du miel</b>	Récolte du miel avant maturité
	Chauffage excessif
	Mauvaises conditions de stockage (durée, température...)
	Microfiltration, sans mention sur l'étiquetage
	Ultra-filtration du miel
<b>Fraudes sur l'étiquetage</b>	
<b>Fraudes à l'origine botanique</b>	Fausse indication sur l'origine florale du miel
<b>Fraudes à l'origine géographique</b>	fausse indication du (des) région /pays de récolte du miel
<b>Fraudes à la dénomination de vente</b>	Dénomination "miel" pour un produit contenant du miel de qualité non
	Utilisation de la dénomination "miel" au lieu de la dénomination "miel filtré"
	Fausse indication de critères de qualités spécifiques
<b>Non-respect des règles d'étiquetage prévues dans la réglementation INCO ou dans le code de la consommation</b>	Absence de certaines mentions d'étiquetage obligatoires ou mention erronées ou trompeuses



**Figure 07 : Les différents types de fraudes sur le miel**



**Figure 08 :** Les fraudes possibles sur le miel positionnées dans la chaîne de fabrication

## VIII. Impact économique du miel en Algérie :

### VIII.1 Organisation de la filière apicole :

La politique de développement agricole et rural, initiée sous l'impulsion de la loi d'orientation agricole n° 08-16 du 3 août 2008, a été le précurseur d'actions de recentrage, de relance des activités agricoles et de redynamisation du secteur. Ce qui a rendu plus que nécessaire l'organisation des activités de développement de la production agricole par filière, à travers notamment :

- la structuration des filières agricoles et la volonté d'assurer un encadrement interprofessionnel efficace et harmonieux avec la dynamique de croissance enregistrée par le secteur de l'agriculture ;
- la maîtrise des systèmes de régulation des filières agricoles et l'amélioration de leur intégration dans l'environnement économique et commercial ;
- la coordination entre les différents intervenants publics et privés le long des segments de filière.

Ce processus appelle à la mise en place des organisations professionnelles et à la promotion notamment, des conseils interprofessionnels agricoles. Ces derniers, en plus qu'ils présentent le cadre idoine de concertation participative et de partage entre les acteurs, ils sont considérés comme des partenaires privilégiés des pouvoirs publics.

Aussi, Ils constituent l'espace de convergence et d'arbitrage des intérêts, et de la régulation de la production agricole et de son adaptation aux conditions de l'offre sur les marchés.

Pour ce qui de la filière apicole et lors de la célébration de la journée nationale de l'apiculture, le conseil interprofessionnel de la filière ainsi que de son président élu Monsieur **Malki Mohamed** ont été installés le 19 Février 2019 à la wilaya de Blida par le premier responsable du secteur de l'agriculture, durant laquelle les principaux objectifs pour l'organisation de la filière ont été invoqués :

- Renforcement de la relation entre administration et professionnels
- Levée des obstacles entravant les éleveurs
- Mettre en place une stratégie pour développer la filière
- Viser l'exportation du miel algérien.

### **VIII.2 Les atouts de la production mellifère en Algérie :**

L'étendue du pays sur plusieurs millions d'hectares lui confère certains avantages et atouts pour la production du miel, à savoir :

- Un climat doux
- Un Potentiel mellifère important:
  - Forêt: 4.23 million d'hectare (dont maquis et broussaille:1,66 millions ha)
  - Prairies naturelles: 25.777 ha
  - Plantations fruitières: 898.930 ha dont : Agrumes (66.017 ha), Espèces à noyaux et/ou pépins : (240.356) ha
  - Cultures maraîchères: (499.103 ha).
  - Gamme de miels très importante et variée
  - Deux (02) Espèces d'abeilles à bon potentiel génétique (apis mellifica intermissa et sahariensis)
  - Nombre d'apiculteurs : prés de 200.000 apiculteurs entre amateurs et professionnels dont 50 000 agréés
  - Nombre importants d'associations s'élève à 55, 27 coopératives et 33 CIP-Wilaya)

- Plus de 230 pépinières sur 425 autorisations délivrées

### **VIII.3 Les contraintes de la production apicole en Algérie :**

Dans l'absence d'un règlement spécifique au miel algérien qui définira ses caractéristiques, les 13 variétés recensées par le Ministère chargé de l'agriculture (*miel d'agrumes, d'eucalyptus, de romarin, de lavande, de jujubier, d'euphorbe, d'arbousier, de la carotte sauvage, de romarin, de thym, d'origan, de peganum (harmel), de caroubier, de chardon en plus du miel de toutes les fleurs du printemps*) produites en Algérie ne trouvent pas place dans les marchés internationaux pas pour le qualité mais pour les raisons suivantes :

- Faible production comparée au potentiel présent
- Marché du miel peu structuré
- Emballage et mise en condition du miel
- Traçabilité et certification du produit
- Etiquetage fiable (composition, origine botanique, origine géographique...)

Afin de remédier à ces facteurs handicapants et dévalorisant le produit, ALGERAC (organisme national de l'accréditation) a été chargé d'accréditer deux laboratoires d'essai d'ici la fin de l'année 2020 pour valoriser la production mellifère ; ce qui signifie :

- Informations fournies aux consommateurs fiables et traçables
- Commercialisation du produit sur le marché local ou destiné à l'exportation
- Le produit (miel) répond aux exigences et règles du commerce international

Et permet à l'infrastructure qualité de jouer un rôle :

- Instrument de régulation du commerce
- Protection du consommateur
- Soutenir les dynamiques agricoles industrielles locales
- Offre des opportunités commerciales au niveau local et international

### **VIII.4 La production mellifère nationale :**

Une activité qui a considérablement augmenté depuis les années 2000 passant de 35 000 quintaux à 75 000 quintaux en 2018, soit un taux de plus de 200% générant plus de quatre (04) milliards de dinars, pour combler ces insuffisances de disponibilité de cette matière noble, l'Etat algérien se tourne vers l'extérieur notamment ceux du continent Européen pour s'approvisionner où les importations sont passées de 50 000 quintaux courant l'an 2000 à 13 000 quintaux en 2018 ce qui signifie que la production locale couvre de plus en plus les besoins du consommateur en miel.

Si le développement de cette filière à travers les différentes stratégies mises en place, l'Algérie pourrait envisager, en perspective, d'exporter son miel à condition de le :

- Valoriser
- Labéliser
- Protéger
- Et avec des prix compétitifs

# Matériels et méthodes

### Matériels et méthodes

L'étude analytique des miels a été réalisée au niveau du laboratoire régional de contrôle de la qualité et la répression des fraudes d'Alger (C.A.C.Q.E), durant la période de janvier à mars 2020

#### I. Matériels

##### I.1 Matériels biologiques

###### a) Miels

Le miel sujet de notre étude est le produit du même apiculteur «OUDEYNE MUSTAPHA ET SES FRERES» sis à BABA ALI ALGER. Ce dernier est un apiculteur transhumant possédant environ 2000 ruches installées dans différents lieux du territoire national dans le but de produire plusieurs types de miels.

La récolte du miel se fait sur place. Les plaques sont acheminées vers l'atelier de l'extraction et la maturation. Le miel est stocké dans des futs en acier inoxydable (INOX). La mise en pot est à la demande du client.

Nos échantillons ont été octroyés par l'apiculteur le 15 septembre 2019 , et conservés par la suite à l'abri de l'air et de la lumière.

Notre choix d'échantillonnage s'est porté sur neuf miels monofloraux de différentes régions de l'Algérie et différentes origines botaniques sur les 13 répertoriés par le conseil interprofessionnel de la filière apicole, néanmoins cet apiculteur dispose de différentes autres variétés de miels tel que la carotte sauvage , thym , origan ...etc qui n'était pas disponible .

###### b) Souches bactériennes :

L'évaluation de l'activité antibactérienne du miel a été effectuée avec les espèces suivantes (**annexe III**)

- *Escherichia coli*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Staphylococcus aureus*

Elles nous ont été fournies par le responsable du laboratoire de microbiologie de l'INMV (Collection du laboratoire Centrale de Médecine Vétérinaire);

La vérification des souches ainsi que l'analyse de l'activité antibactérienne des miels ont été effectuées au laboratoire régional d'Alger (CACQE).

### I.2. Matériels non biologique :

Le matériel non biologique est donné dans l'annexe IV

## II. Méthodes d'analyses :

### II.1. Codification des échantillons :

Un code a été attribué à chaque échantillon dans le but de faciliter leurs manipulations durant les analyses au laboratoire.

**Tableau 6: Codification des échantillons analysés**

Code	Origine géographique	Origine botanique	Période de récolte
1	Laghouat	Miel de moutarde	Mars 2018
2	Djelfa	Miel de harmal	Juin 2018
3	Mitidja	Miel d'oranger	Mai 2019
4	Naama	Miel de chardon	Aout 2019
5	Laghouat	Miel de jujubier	Juin 2019
6	Biskra	Miel d'Anis	Juin 2019
7	Blida	Miel d'eucalyptus	Aout 2019
8	Tebessa	Miel de romarin	Mai 2019
9	Djelfa	Miel d'euphorbe	Juin 2018

### II.2 Analyses physicochimiques :

#### a) Teneur en eau (NA 19410, 2018)

#### Définition :

La détermination de l'humidité consiste à déterminer l'indice de réfraction du miel parfaitement liquéfié à 20°C en faisant référence à une table standard (table de CHATAWAY) (Annexe V).



### Principe :

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

### Mode opératoire

- L'échantillon est mis dans un petit flacon, ce dernier est correctement fermé puis placé dans un bain à 50°C jusqu'à disparition totale des cristaux de sucre. Refroidir jusqu'à ce que le miel retourne à la température ambiante puis bien mélanger avant de le mettre sur le prisme du réfractomètre.
- Déposer une goutte de miel sur le prisme du réfractomètre
- Lire l'indice de réfraction et noter la température
- la correction est additive, si la mesure est faite au-dessus de 20°C et soustractive dans le cas contraire. (Le terme correctif est de 0,00023 par degré °C).

**Remarque :** L'écart de température ne doit pas dépasser  $\pm 05^\circ\text{C}$  par rapport à 20°C.

L'équation suivante donne l'indice de réfraction corrigé :

$$\text{IR (20}^\circ\text{C)} = \text{IR (T}^\circ\text{C)} + (\text{T}^\circ\text{C} - 20) * 0,00023$$

IR (20°C) : indice de réfraction à 20°C ;

T°C : température de la lecture indiquée sur le thermostat

### Expression des résultats :

Le pourcentage d'eau est déterminé sur la table exprimant l'indice de réfraction à 20°C et le pourcentage d'eau correspondant.

### **b) Détermination de l'acidité libre, acidité des lactones et de l'acidité totale (AOAC, 2000) :**

#### Principe :

- L'acidité libre est l'acidité titrable par l'hydroxyde de sodium (NaOH) jusqu'au pH 8,5. Sa détermination est basée sur la neutralisation d'une solution de miel par l'hydroxyde de sodium ;

- L'acidité des lactones correspond à l'acidité combinée non titrable directement. Un excès d'hydroxyde de sodium est ajouté afin d'hydrolyser les lactones présents. Ces derniers sont immédiatement titrés par retour avec de l'acide chlorhydrique ;
- L'acidité totale est la somme de l'acidité libre et l'acidité des lactones.

### Mode opératoire :

- Dissoudre dans 75 millilitres d'eau distillée 10g de miel. Noter le pH
- Titrer avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,05 N jusqu'à pH 8,5. Noter le volume (acidité libre)
- Ajouter immédiatement 10ml de la solution de NaOH 0,05 N;
- Sans tarder, titrer à l'aide d'une seconde microburette avec la solution HCL (0,05N) jusqu'à ce que le pH redevienne à 8,3. Noter le volume (acidité des lactones)

### Expression des résultats :

L'acidité libre, l'acidité due aux lactones et l'acidité totale sont données par les formules suivantes:

$$\text{Acidité libre} = \frac{1000 \times V \times 0.05}{M} \text{ (méq/Kg)}$$

$$\text{Acidité due aux lactones} = \frac{1000 \times (10 - V') \times 0.05}{M} \text{ (méq/Kg)}$$

**Acidité totale = acidité libre + acidité des lactones méq/kg**

**V:** le volume en ml de NaOH versé pour atteindre le pH 8.5 lors de neutralisation du miel.

**V':** le volume en ml de l'HCl pour atteindre le pH 8,3 lors du dosage en retour.

**M:** la prise d'essai en gramme.

- c) **Détermination de la teneur en cendres** (méthode d'incinération des matières organiques) **AFNOR, 1977:**

### **Principe :**

Le miel est incinéré après addition d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) qui accélère la combustion des matières organiques.

### **Mode opératoire :**

- Peser 5g de l'échantillon du miel dans une capsule;
- Ajouter 5 à 10 gouttes d'acide sulfurique concentré ;
- Chauffer dans une étuve à 60°C jusqu'à carbonisation
- Introduire la capsule dans un four à moufle porté à une température de 630°C;
- Les cendres obtenues sont blanchâtre.
- Laisser refroidir et peser

### **.Expression des résultats :**

Le poids du résidu pesé est multiplié par le coefficient empirique de 0,9 (pour passer des cendres sulfatées aux cendres normales) puis il est ramené à 100 g de miel.

$$\text{Taux de cendres \%} = [ (M1 - M2) \div M0 ] \times 0.9 \times 100$$

Où:

**M1:** est la masse en gramme de la capsule contenant les cendres blanches.

**M2:** est la masse en gramme de la capsule vide.

**M0:** la prise d'essai en gramme.

### **d) Détermination de la conductivité électrique à 20°C (NA 19410, 2018) :**

#### **Principe :**

La conductivité électrique d'un miel est définie comme étant la valeur lue sur une solution de 20 % de miel dans l'eau à 20°C, les 20% se réfèrent à la matière sèche. Le résultat est exprimé en milliSiemens par centimètre (mS.cm<sup>-1</sup>) ou en microSiemens par centimètre (µS.cm<sup>-1</sup>).

La détermination de cette dernière est basée sur la mesure de la résistivité électrique qui est une notion réciproque de la conductivité. La méthode est basée sur le travail original de **Vorwohl (1964)**.

### Mode opératoire :

- Dissoudre 20g de miel dans l'eau distillée;
- Compléter à 100 ml dans une fiole jaugée ;
- Prendre 40ml de la solution et la mettre dans un bain d'eau à 20°C;
- Immerger l'électrode dans la solution de miel et lire la conductivité électrique à l'équilibre en mS/cm ou en  $\mu\text{S/cm}$ .

### Remarques :

- Pour éviter les phénomènes de polarisation, le temps de lecture doit être le plus court possible.
- Corriger la lecture si la température de la solution est différente de 20°C, pour les  $T > 20^\circ\text{C}$  soustraire 3,2% de la valeur de la CE par °C, pour  $T < 20^\circ\text{C}$  rajouter 3,2 % de la CE par °C.
- Pour éviter l'influence de la conductivité de l'eau distillée, mesurer toujours la conductivité de cette dernière, elle ne doit pas dépasser 4 à 6  $\mu\text{S.cm}^{-1}$ . Pour éviter cela utiliser de l'eau bidistillée.

### Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés à  $10\mu\text{S/cm}$  près (0.01 mS.cm<sup>-1</sup>).

#### e) Détermination de la teneur en matières insolubles dans l'eau (JORF22 avril 1977)

### Principe :

Les matières insolubles sont définies comme étant toute matière insoluble dans l'eau et récupéré après filtration d'une solution de miel. Elles seront exprimées en pourcentage massique.

La fraction insoluble est collectée sur un filtre spécifique, puis le résidu séché est pesé après avoir subi les lavages nécessaires.

### Mode opératoire :

- Laver puis sécher le filtre en verre fritté de (porosité 3) dans un four à 135°C;

- Mettre dans un dessiccateur jusqu'à refroidissement total, prendre sa pesée.
- Filtrer l'échantillon de miel sur ce dernier et faire plusieurs lavages à l'eau tiède jusqu'à élimination totale des sucres.
- Sécher le filtre de verre fritté à 135°C pendant une heure, refroidir dans un dessiccateur et peser, remettre à l'étuve par intervalles de 30 mn jusqu'au poids constant.

### Expression des résultats :

On calcule la masse de l'insoluble dans l'eau pour 100g de miel comme suit :

$$\text{MI (\%)} = \frac{\mathbf{m} \times 100}{\mathbf{m1}}$$

Où :

**MI** : Matières insolubles dans l'eau

**m** : masse des matières insoluble séchées en g

**m1** : masse du miel en g

### f) Réaction de FIEHE (BIS 1994) :

#### Principe :

La réaction de FIEHE est une méthode colorimétrique appliquée pour la recherche du sucre interverti, le vieillissement ou le chauffage des miels (**Gonnet, 1963**). Elle consiste à déceler L'HMF qui en présence de résorcine en solution chlorhydrique HCl donne une coloration rouge.

#### Mode opératoire :

- Peser 5g du miel, bien mélanger avec 20ml d'éther diéthylique;
- Ajouter après évaporation de l'éther, une solution acide de résorcine acide à 1% (0,5g de résorcine dans 50ml d'HCl concentré à 37%).

### Expression des résultats :

- Une coloration rose pâle indique que le miel est authentique

- Une coloration faible variant du rose à l'orange non persistant indique que le miel est plus au moins réchauffé;
- La coloration persistante rouge à rouge cerise indique que le miel est vieux ou bien falsifié.

### **g) Détermination de la teneur en HMF (Bogdanov et al) :**

#### **Principe :**

L'HMF est un produit de dégradation du fructose en milieu acide (**Gonnet, 1982**). La mesure de la teneur en HMF est basée sur la détermination de l'absorbance spécifique de la molécule à 284nm ; Pour cela on détermine la différence entre l'absorbance d'une solution de miel claire (échantillon) et la même solution contenant du bisulfite de sodium (blanc de lecture) qui a pour rôle de détruire l'hétérocycle de l'HMF.

Cette méthode est basée sur le travail original de **White**.

#### **Mode opératoire : (annexe VI)**

- Dissoudre à froid 5g de miel dans 25ml d'eau jusqu'à disparition complète des cristaux ;
- Ajouter 0,5ml de la solution de carrez I et 0,5ml de carrez II puis compléter à 50 ml avec l'eau distillée
- Filtrer la solution et jeter les 10 premières gouttes du filtrat;
- Pipeter 5 ml dans 2 tubes à essais; Dans le premier ajouter 5ml d'eau (solution échantillon); Dans le second, ajouter 5ml de la solution de bisulfite à 0.2% (solution de référence).

Tableau 07 : La teneur en HMF

	Solution échantillon	Solution de référence
Solution initiale de miel	05 ml	05 ml
Eau	05 ml	0
Solution de bisulfite de sodium	0	05 ml

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

#### Expression des résultats :

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

$$\text{HMF en mg/kg} = |A_{284} - A_{336}| \times 149,7 \times 05 \times D/W$$

Où :

**A284** : l'absorbance à 284 nm;

**A336** : l'absorbance à 336 nm;

**D** : le facteur de dilution (si la dilution est nécessaire);

**W** : le poids en grammes de l'échantillon de miel (05 g);

**05** : la masse théorique de l'échantillon de miel.

$$\text{Le facteur } 149,5 = \frac{126 \times 1000 \times 1000}{1683 \times 10 \times 5}$$

Où : 126 : La masse moléculaire de HMF

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

1000 : La conversion des grammes en milligrammes.

1000 : La conversion des grammes de miel en kilogrammes.

10 : La conversion 5 à 50 grammes.

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

### h) Détermination de la teneur en sucres (méthode de BERTRAND) :

#### Principe :

On fait agir un excès de liqueur cuproalcaline sur les sucres dans des conditions bien fixées, on sépare l'oxyde cuivreux et on le traite par une liqueur sulfurique de sulfate ferrique.

#### Mode opératoire :

#### Défécation :

Dans une fiole de 200 ml :

- Placer environ 1,5g de miel
- Ajouter 5ml d'acétate de plomb et 1g de sulfate de sodium;
- Agiter le contenu de la fiole avec 2/3 d'eau;
- Laisser reposer 10min;
- Compléter au trait de jauge avec de l'eau distillée;
- Agiter et filtrer avec un papier filtre plissé N°3.

#### 1 .Sucre réducteurs (Diluer le filtrat à 10%)

Dans un erlenmeyer de 250 ml, introduire:

- 20 ml de solution cuivrique A; (**annexe VII**)
- 20 ml de solution tartro-alkaline B;( **annexe VIII**)
- 20 ml de la dilution;
- Placer sur le feu pendant 3 minutes compter à partir du moment où le liquide entre en ébullition;
- Refroidir immédiatement sous un courant d'eau sans agiter.

#### Lavage et dissolution de l'oxyde cuivreux :

- Filtrer en activant la filtration par l'aspiration de la trompe à eau la liqueur retenue sur le filtre en verre fritté. Laver avec de l'eau distillée bouillie refroidie;
- Rejeter le filtrat contenu dans la fiole à vide et rincer à l'eau distillée, remettre le filtre sur la fiole;
- Dissoudre l'oxyde cuivreux avec de la liqueur ferrique C;( **Annexe IX**)



- Rincer l'erlenmeyer et le filtre avec de l'eau distillée ;
- Titrer le filtrat obtenu par la solution de  $\text{KMnO}_4$  0,1 N (**annexe X**) le virage est obtenu quand la couleur passe du vert franc au rose persistant.

### 2. Sucres totaux :

#### Hydrolyse :

- Introduire 10 ml du filtrat obtenu après défécation dans une fiole de 100 ml;
- Ajouté 10 ml d'acide chlorhydrique inversé;
- Porter au bain-marie pendant 30 min à 70°C;
- Après refroidissement, neutraliser l'acide par  $\text{NaOH}$  10N en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine;
- Compléter à 100 ml avec de l'eau distillée, agiter et procéder de la même manière que pour les sucres réducteurs.

#### Expression des résultats :

$$\text{Les sucres réducteurs (\%)} = \frac{\text{Lecture} \times 200 \times 100}{\text{Prise d'essai} \times 20 \times 1000}$$

$$\text{Les sucres réducteurs (\%)} = \frac{\text{Lecture}}{\text{Prise d'essai}} \dots\dots\dots A$$

$$\text{Les sucres Totaux (\%)} = \frac{\text{lecture} \times 200 \times 100}{\text{Prise d'essai} \times 20 \times 10 \times 1000} \times 100$$

$$\text{Les sucres Totaux (\%)} = \frac{\text{Lecture}}{\text{Prise d'essai}} \times 10 \dots\dots\dots B$$

#### Calcul du taux de Saccharose :

**A** : est la quantité de sucres réducteurs préexistants trouvés dans la même prise d'essai;

**B** : est la quantité de sucres totaux préexistants trouvés dans la même prise d'essai;

Sachant qu'un gramme de sucre interverti correspond à **0,95** gramme de saccharose;

$$\text{Teneur en saccharose (\%)} = (B - A) \times 0,95$$

### i) Détermination de la teneur en protéines (méthode de KJELDHAL) :

#### Principe :

L'azote total est dosé par titrimétrie après minéralisation du miel par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur, l'azote organique est transformé en azote ammoniac par la lessive d'une soude et on le dose après l'avoir reçu dans l'acide borique.

#### Mode opératoire

- Introduire dans le matras environ 2 g de miel pesée dans un papier joseph;
- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique et 1 g de catalyseur;
- Procéder à la minéralisation en augmentant progressivement la température pendant près de 6 heures jusqu'à ce que le liquide devient limpide et aie une coloration verte stable;
- Mettre le minéralisa dans une fiole de 100 ml ajusté avec de l'eau distillé
- Prélevé 10 ml du mélange précédant et ajouter dans le matras quelques gouttes de phénophtaléine;
- Alcaliniser le milieu avec du NaOH 10N la couleur devient rose;
- Procéder à la distillation avec un distillateur BUCHI, récupérer environ 200 ml de distillat de couleur verte est recueilli dans un Erlenmeyer de 250 ml contenant 20 ml d'acide borique et quelques gouttes d'indicateur colorée.
- Le titrage doit se faire aussi rapidement que possible par une solution d'acide sulfurique 0,1 N

On considère que le virage est atteint lorsque la coloration violette persiste avec l'indicateur acide borique.

- Procéder à un essai à blanc.

#### Expression des résultats :

La teneur en azote total exprimée en gramme d'azote pour cent grammes d'échantillon est donnée par la formule suivante:

$$\text{Taux de protéine \%} = \frac{(V1 - V0) \times 14 \times 100 \times 100 \times T \times 6.25}{m \times 1000}$$

Après simplification la formule est la suivante:

$$\text{Taux de protéine \%} = \frac{(\mathbf{V1-V0}) \times 14 \times 10 \times \mathbf{T} \times 6.25}{\mathbf{M}}$$

Où:

**V1** : est le volume en millilitres, de la solution d' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé pour la prise d'essai;

**V0** : est le volume en millilitres, de la solution d' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisé pour l'essai à blanc;

**T**: est la normalité de la solution d' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilisée lors du titrage (0,1N)

**m**: est la masse en grammes de la prise d'essai;

**06, 25**:coefficient approprié.

### **j) Analyse pollinique ( Louveaux, 1970) :**

#### **Principe :**

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

#### **Mode opératoire**

- Peser 10 à 15g de miel dans un tube a essai;
- Dissoudre dans 20 à 30 ml d'acide sulfurique (0,1N)
- Centrifuger à 3000t/min pendant 5 à 10min;
- Eliminer le surnageant;
- Récupérer le culot et le mettre en suspension;
- Déposer quelques gouttes entre lames et lamelles
- Sécher sur une plaque chauffante;
- Faire la lecture sous microscope.

#### **Expression des résultats :**

L'identification des différentes constituants figurés visibles au microscope se fait par comparaison avec des préparations de référence et en utilisant l'iconographie contenue dans les publications spécialisées.

### III. Evaluation de l'activité anti bactérienne du miel :

L'activité antibactérienne des échantillons de miel est testée sur trois souches :

- Bactériennes ( *E. coli* ATCC 25922, gram- , *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, gram+, , *Pseudomonas aeruginosa* ;gram -)

Ces souches sont sélectionnées en fonction de leurs pouvoirs pathogènes et leurs résistances naturelles aux antibiotiques.

L'activité antibactérienne est étudiée selon la méthode de diffusion à travers des puits (**Francine Manhago Bueno- costa et al., 2015**). Les différentes souches bactériennes sont repiquées par la méthode des Stries, puis incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées qui ont servi par la suite à préparer l'inoculum en les trempant dans des tubes de solution d'eau distillée stérile afin d'avoir une densité cellulaire initiale d'environ  $10^7$  CFU/ml.

Par la suite, cette suspension microbienne estensemencée par étalement sur des boîtes de Pétri contenant la gélose Muller-Hinton.

4 puits équidistants sont creusés avec un embout dans chacune des boîtes. Une quantité de 100 µl de chaque concentration des différents échantillons de miel dilué avec de l'eau distillée (100%, 75%, 50%, 25% m/v) et les placées dans chaque puits dans la même boîte de pétri.

Les boîtes sont ensuite placées à 4 °C pendant 2 heures pour faciliter la diffusion puis incubées à 37 °C.

Après 24 heures d'incubation, les diamètres des zones d'inhibition (identifiées par l'absence de turbidité due au non croissance des bactéries) sont mesurés. Un gradient de concentration de l'échantillon de miel se forme par diffusion à partir du puits et la croissance du germe est inhibée à une distance du puits liée entre autres aux facteurs à la sensibilité du germe. Plus la zone d'inhibition est grande, plus la souche bactérienne étudiée est sensible.

#### **Expression des résultats :**

L'évaluation de l'activité antibactérienne du miel est basée sur les mesures des diamètres en (mm) des halos d'inhibition autour de chaque puits à l'aide d'un pied à coulisse ou une règle décimale.

Un résultat positif se manifeste par la formation d'une auréole autour des puits, se qui traduit une diminution de la croissance bactérienne. Les diamètres des zones d'inhibitions sont mesurés avec précision trois fois à des angles différents.

Le miel est considéré comme :

- inactif lorsque le diamètre est inférieurs à 5mm
- comme ayant une très basse activité à un diamètre compris entre 5,5 et 9mm
- comme étant moyennement active à un diamètre compris entre 12 et 15 mm
- Enfin, à un diamètre supérieure à 15 mm, le miel est considérée comme étant très active (**Murat et al., 2007**).

L'évaluation de l'effet inhibiteur des différents miels testés sur les souches bactériennes est exprimée par le diamètre de l'inhibition.

### **V. Analyses statistique :**

L'analyse statistique des résultats a été effectuée à l'aide du logiciel **SPSS**, version 20. Elle a porté sur la détermination des moyennes et écartypes, l'analyse de variance et les groupes homogènes des différentes échantillons de miels avec le test de NEWMAN-KEULS-seuil=5%. Sauf pour le test FIEHE et l'analyse microbiologique.

# **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

### I. Résultats et discussions

#### I.1. Analyses physicochimiques

##### a) Teneur en eau

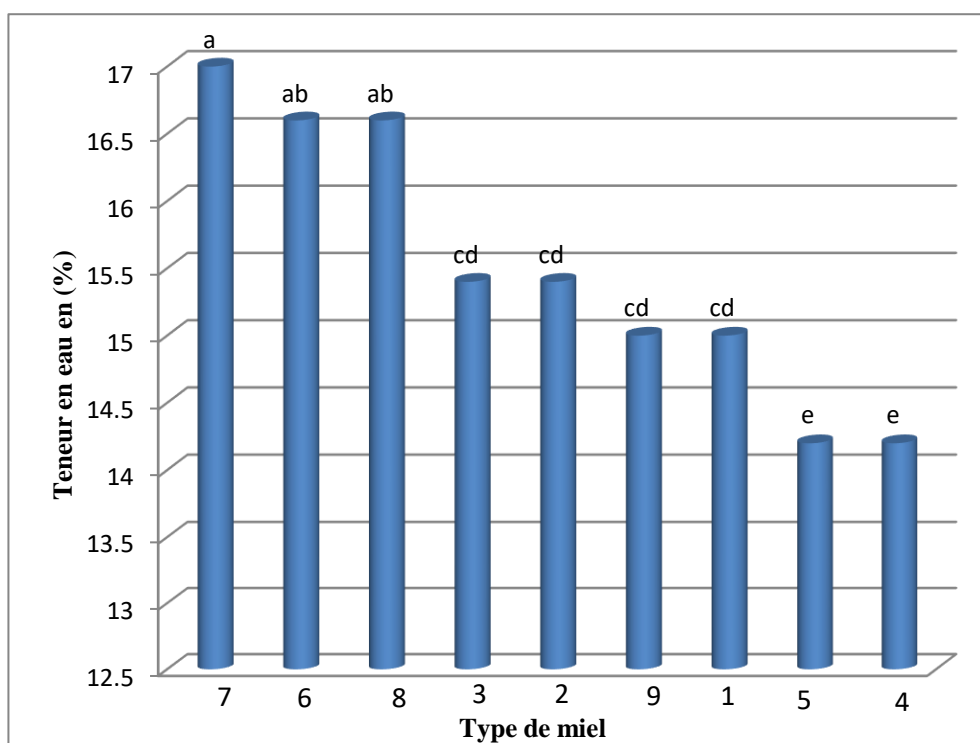
La teneur en eau est un critère déterminant pour la conservation du miel et la prévision de sa fragilité vis-à-vis de la fermentation. Elle conditionne sa stabilité, sa vitesse de cristallisation et sa saveur (**NA 15304**)

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

En excès, l'humidité est souvent responsable de la fermentation du produit et provoque donc un goût désagréable d'alcool de prune. Trop sec, le miel ne libère plus ses arômes de façon optimale. Il colle en bouche et assèche toute votre salive.

La teneur en eau des 09 échantillons de miel testés varie entre 14,2 % et 17% respectivement pour échantillon n° 4 (miel de chardon W Nâama) et échantillon n° 7 (miel d'eucalyptus W Blida) avec une moyenne de 15,49 % et un écart type de 1,035 (**Figure N°09**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet très hautement significatif du type de miel ( $p=0,0000$  ; **Annexe XVIII**). La comparaison des moyennes a révélé quatre groupes homogènes (**Annexe XVIII, Figure N°09**). ( **a** :miel d'eucalyptus, **ab** : miel d'anis et miel de romarin, **cd** : miel d'oranger de harmal d'euphorbe et de moutarde , **e** :miel de jujubier et de chardon )



**Figure 09 :** Teneur en eau des différents échantillons de miel (%)

Et selon les résultats obtenus et on comparant avec le codex Alimentarius qui préconise un taux d'humidité inférieur à 20% ainsi que la norme algérienne (NA 15304, 2018) qui délimite le taux à 18 % au maximum ; on peut conclure que l'ensemble des échantillons de miels analysés sont conformes aux normes nationales et internationales ; et peuvent être conservés sans risque d'altération de leurs propriétés physico-chimiques.

Selon les analyses faites sur différents miels de diverses origines par **Chibane et Djilali (2007)** ont trouvé des valeurs variant entre 13 et 19,2% avec une moyenne de 17%. L'étude effectuée par **Amrouche et Kessi (2003)** sur les miels algériens a révélé des valeurs comprises entre 15 et 22,6% avec une moyenne de 17,68%.

D'après les études faites par **Nadaet al ; 2003, Bogdanov et al ; 2004** les variations de la teneur en humidité des miels suit les conditions environnementales (climat, origines florales, des échantillons à la teneur en eau des nectars) ainsi que des techniques de traitement et les conditions de stockage du miel selon les études faites par **Ozcan et al., 2006**.



En conclut que les neuf (09) échantillons étaient bien conservés sans risque d'altération de leurs propriétés physico-chimiques, et ils le peuvent encore a condition d'être stocké dans les mêmes conditions (à l'abri de l'air de la lumière et de l'humidité)

### b) Acidité libre et acidité totale

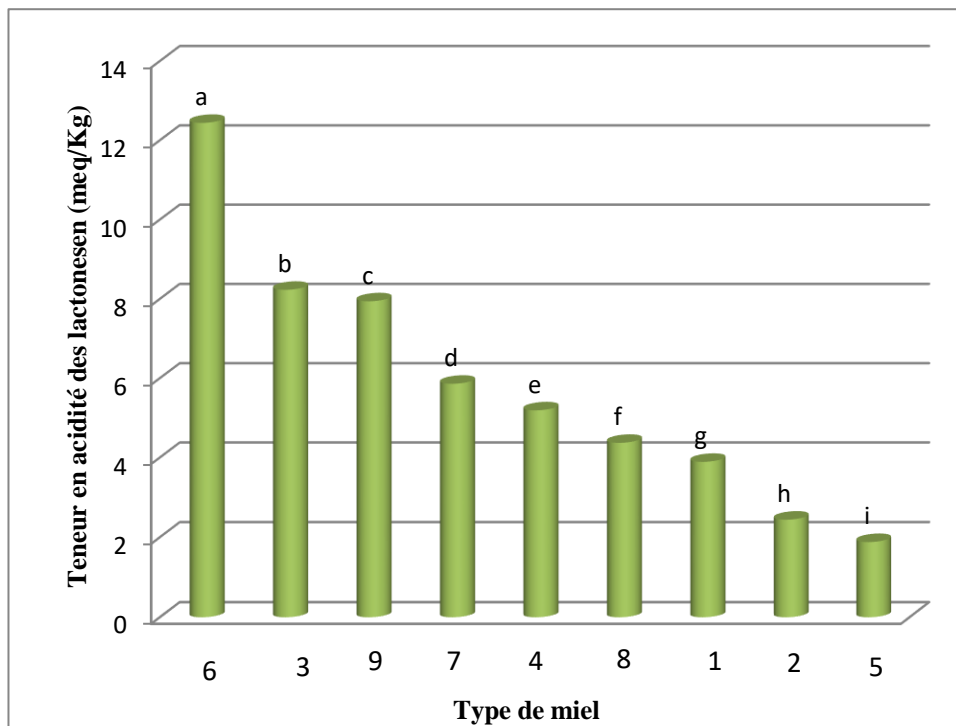
Le miel est un aliment acide. Cette acidité est liée à son origine florale mais aussi à la production d'acide gluconique lors de la maturation du produit et augmente avec le vieillissement. Ce critère influence la durée de conservation du produit. (NA 15304, 2018). L'acidité est un critère de qualité important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. (Louveaux, 1968). La fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable. L'acidité totale d'un miel s'exprime en milliéquivalents par kilogramme (méq/kg). Elle est très variable d'un miel à un autre et se situe entre 10 et 60meq/kg. (Gonnet, 1982)

#### ➤ Acidité des lactones

La teneur en acidité des lactones de nos échantillons de miel varie entre 1,88 méq/kg et 12,44 méq/kg respectivement pour échantillon<sup>o</sup> 5 (miel de jujubier, W Laghouat) et échantillon<sup>o</sup> 6 (miel d'anis, W. Biskra) avec une moyenne de 5,80 méq/kg et un écart type de 3,11 (Figure N°10).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet significatif du type de miel ( $p=0,00$ ; Annexe XIX). La comparaison des moyennes a révélé neuf groupes homogènes (Annexe XIX, Figure N°10). (a : miel d'anis, b : miel oranger, c : miel euphorbe, d : miel d'eucalyptus, e : miel chardon, f : miel romarin, g : miel d'oranger, h : harmal, i : jujubier)

Les résultats obtenus sont similaires à celles de Amri *a.et al.*, (2007) réalisés sur quelques miels produit à l'Est algériens révélant des valeurs comprises entre 8 méq/Kg et 11.033 méq/Kg

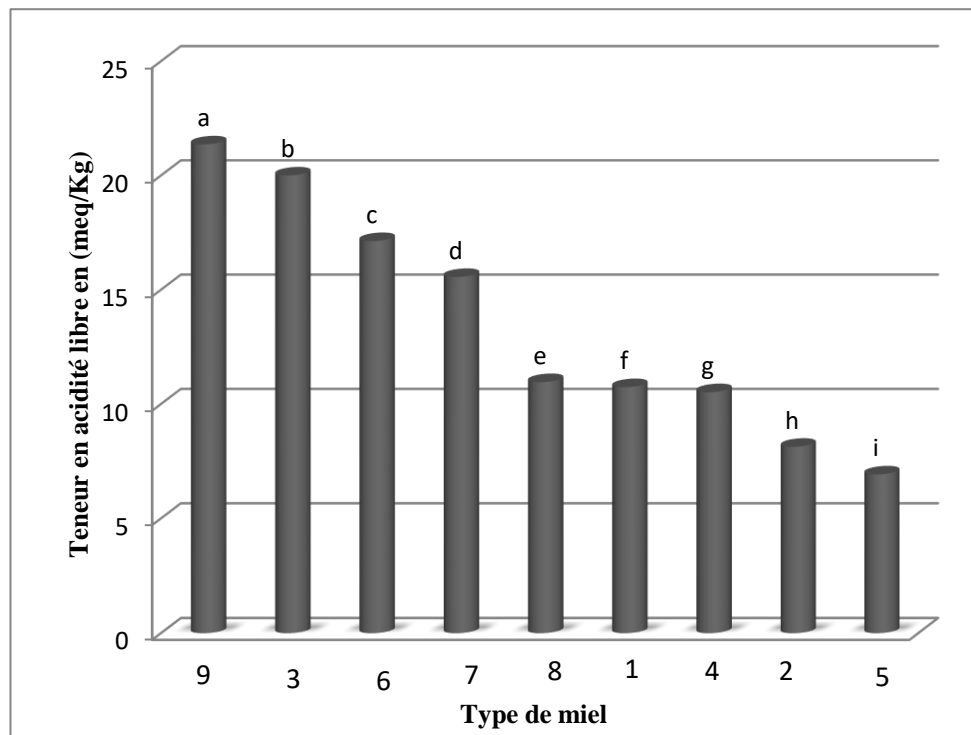


**Figure 10 :** Teneurs en acidité des lactones des différent échantillons de miel en (méq/kg)

➤ **1.2 .2 acidité libre**

La teneur en acidité libre des échantillons de miel varie entre 6,92 méq/kg et 21,36 méq/kg respectivement pour échantillon<sup>o</sup> 5 (miel de jujubier W. Laghouat ) et échantillon<sup>o</sup> 9 (miel d'euphorbe W. Djelfa) avec une moyenne de 13,48 méq/kg et un écart type de 4,90 (**Figure N°11**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet significatif du type de miel ( $p=0,00$ ; **Annexe XX**). La comparaison des moyennes a révélé neuf groupes homogènes (**Annexe XX, Figure N°11**). (**a** :miel d'euphorbe, **b** : miel d'orange, **c** : miel d'anis ; **d** :miel d'eucalyptus ; **e** : miel de romarin ; **f** : miel de moutarde ; **g** : miel de chardon ; **h** : miel de harmal ; **i** : miel de jujubier)



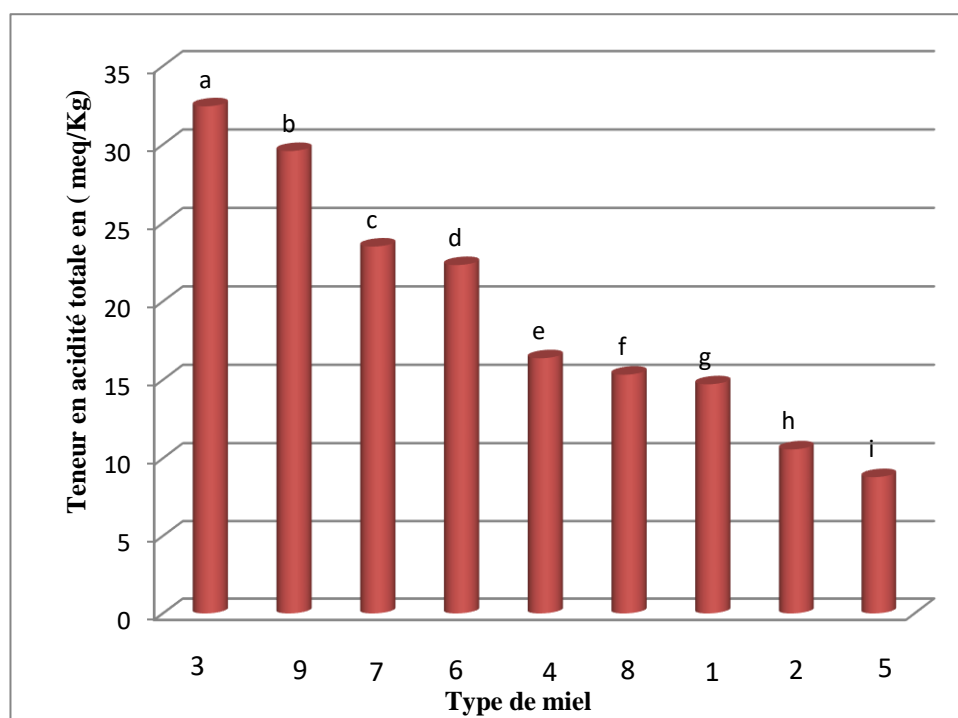
**Figure 11 :** Teneurs en acidité libre des différents échantillons de miel en (méq/kg)

➤ **1.2 .1 acidité totale**

La teneur en acidité totale de nos échantillons de miel varie entre 8,8 méq/kg et 32,44 méq/kg respectivement pour échantillon n° 5 (miel jujubier W. Laghouat) et échantillon n°3 (miel oranger Mitidja) avec une moyenne de 19,29 méq/kg et un écart type de 7,72 (**Figure N°12**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet significatif du type de miel ( $p=0,00$ ; **Annexe XXI**). La comparaison des moyennes a révélé neuf groupes homogènes (**Annexe XXI, Figure N°12**).

( a : miel d'oranger , b : miel d'euphorbe , c : miel d'eucalyptus , d : miel d'anis, e : miel chardon , f : miel romarin , g : miel moutarde , h : miel harmal , i : miel jujubier )



**Figure 12 :** Teneurs en acidité totale de nos échantillons de miel en (méq/kg)

L'acidité totale des 09 échantillons étudiés oscillent de 8,8 à 32,44 méq/kg. Les résultats révèlent que le miel 3 (miel d'oranger) est le plus acide suivi par le miel 9 (miel d'euphorbe), cette acidité provient sans aucun doute du nectar des plantes, mais son origine principale est la sécrétion salivaire de l'abeille, les processus enzymatique et fermentatifs. (**Louveaux, 1968**).

L'acidité libre des différents échantillons varie de 6,92 à 21,36 méq/kg. Elle ne dépasse pas les 50 meq/kg (valeur rapportée par le **Codex Alimentarius, 2001**) et les 40meq/kg (valeur rapportée par la norme algérienne (**NA 15304, 2018**)). Donc, nous pouvons conclure que l'acidité des miels étudiés est conforme aux normes nationales et internationales.

La variation de l'acidité dans les différents miels peut être attribuée à l'origine florale ou à des variations en raison de la saison de la récolte (**Pe' rez-Arquillue et al., 1995**).

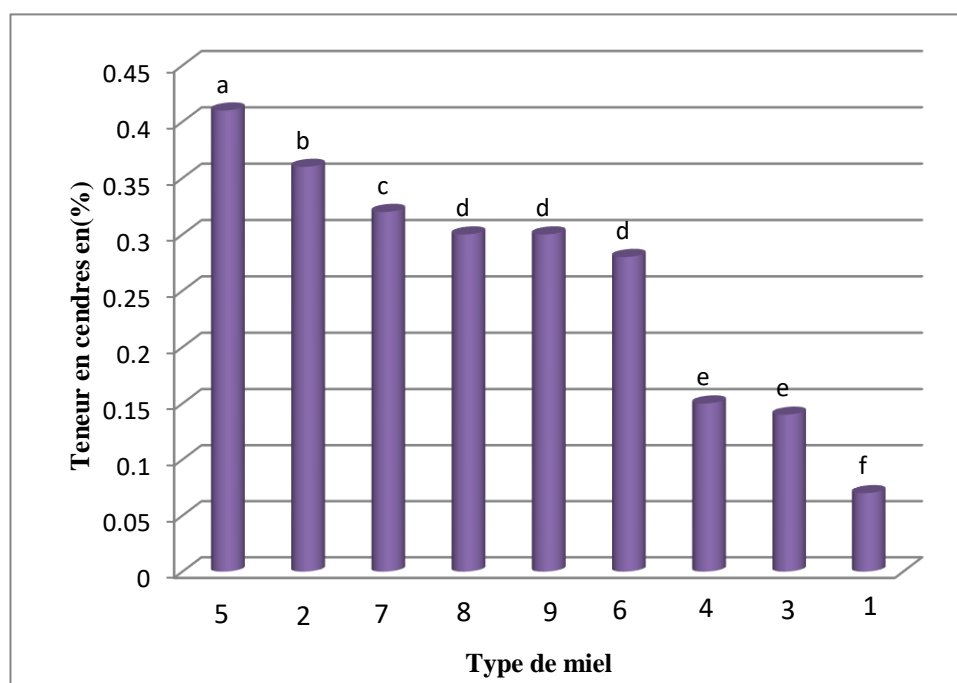
L'acidité est un critère important de qualité, elle donne des indications très importantes de l'état du miel (**Bogdanov, 1999, Gonnet, 1982**).

### c) Teneur en cendres :

La teneur en cendres est un critère de qualité qui dépend de l'origine botanique du miel. La teneur en matière minérale est un critère utilisé dans les normes internationales. (**Amri et al, 2007**).

La teneur en cendres des échantillons de miel testés varie entre 0,07 % et 0,41 % respectivement pour échantillon<sup>o</sup> 1 (miel de motarde W. Laghouat) et échantillon<sup>o</sup> 5 (miel de jujubier W. Laghouat) avec une moyenne de 0,26 % et un écart type de 0,11 (**Figure N°13**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet significatif du type de miel ( $p=0,00$ ; **Annexe XXII**). La comparaison des moyennes a révélé six groupes homogènes (**Annexe XXII, Figure N°13**). (a : miel du jujubier ; b : miel de harmal ; c : miel d'eucalyptus ; d : miel de romarin ; miel d'euphorbe ; miel d'anis ; e : miel de chardon ; miel d'oranger ; f : miel de moutarde )



**Figure 13:** Teneur en cendres des différents échantillons de miel en (%)

**Nandaa et al (2003)**, signalent que la limite permise de la teneur en cendres des miels de nectar est de 0,6%. Par contre, celle du miel de miellat est de 1,2% (**Al et al., 2009**).

Comme mentionné aussi avec les miels Algériens, pour lesquels les valeurs rapportées sont dans la plage de 0,06 à 0,54% (**Ouchemoukh et al., 2007**).

La variation de la teneur en cendres est principalement déterminée par le sol et le climat caractéristique (**Acquaron et al., 2007**).

Il existe une relation entre la couleur des miels et leurs teneurs en cendre. Les miels claires sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés (**Feàs et al (2011)**; (**White et al. 1980**); (**Felsner et al, 2004**))

L'ensemble des résultats obtenus ont des valeurs conformes aux seuils des normes internationales respectivement inférieures à 0,6% pour le miel de nectar. (**Amri et al, 2007**).

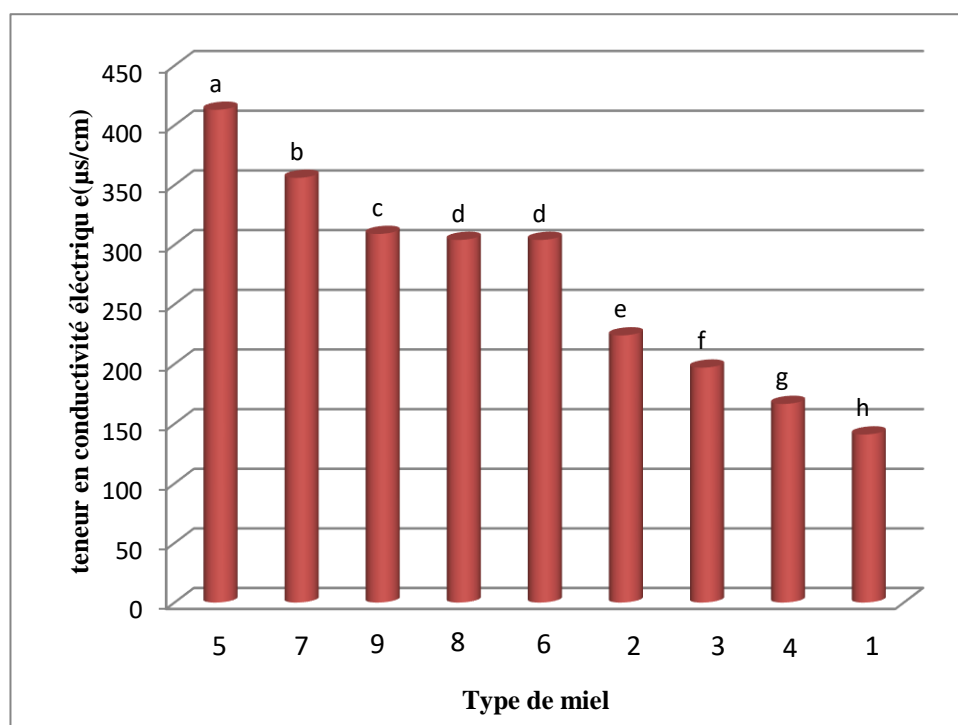
### **d) Conductivité électrique**

La conductivité électrique indique la richesse des miels en minéraux, elle est liée à l'origine florale et géographique. C'est un critère pertinent pour la discrimination entre miels de nectar et les miels de miellat. (**NA 15304**)

La conductivité électrique est intéressante car elle permet de distinguer aisément les miels de miellats de ceux d'origine nectarifère, les premiers ayant une conductivité bien plus élevée que les seconds (**Chauvin, 1987**).

La conductivité électrique des échantillons de miel étudiés varie entre 141  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et 413  $\mu\text{s}/\text{cm}$  respectivement pour échantillon<sup>o</sup> 1 (miel de moutarde W. Laghouat) et échantillon<sup>o</sup> 5 (miel de jujubier W. Laghouat) avec une moyenne de 268,29  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et un écart type de 85,9 1 (**Figure N°14**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet significatif du type de miel ( $p=0,00$ ; **Annexe XXIII**). La comparaison des moyennes a révélé huit groupes homogènes (**Annexe XXIII, Figure N°14**). (**a** : miel de jujubier, **b** : miel de d'eucalyptus, **c** : miel d'euphorbe, **d** : miel de romarin et de miel d'anis, **e** : miel de harmal, **f** : miel d'oranger, **g** : miel de chardon, **h** : miel de moutarde)



**Figure 14:** La conductivité électrique des différents échantillons de miel

Les miels de nectar doivent avoir des valeurs de conductivité inférieures à 800  $\mu\text{S/cm}$ , tandis que les miels de miellats doivent avoir des valeurs plus de 800  $\mu\text{S/cm}$  (**Codex Alimentarius 2001 et NA 15304**)

Selon **Gonnet (1989)**, les miels de nectar ont une conductivité allant de 1 à  $5 \times 10^{-4}$  S/cm, par contre le miel de miellat de 10 à  $15 \times 10^{-4}$  S/cm, les valeurs médianes correspondent à des mélanges de deux origines (nectar + miellat).

La conductivité électrique des miels algériens réalisés par les travaux de **Makhloufi (2001)** varie de 1,14 et  $9,4 \times 10^{-4}$  S/cm avec une moyenne de  $4,97 \times 10^{-4}$  S/cm

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

La conductivité est un bon critère de qualité lié à l'origine botanique du miel et très souvent utilisé dans la routine de contrôle. Il est facile à évaluer la teneur en cendre, cette dernière étant plus longue, coûteuse et comporte des erreurs plus élevées. La teneur en cendre représente une mesure directe de résidu inorganique après carbonisation du miel, tandis que la

conductivité électrique mesure toutes substances organiques et inorganiques. (**Terrab et al., 2003, Malika et al., ; 2005**)

Selon **Rodier (1997)**, la conductivité électrique est influencée par le pH de la solution, la valence des ions et le degré d'ionisation. C'est un bon critère lié à l'origine botanique du miel, et très souvent utilisé dans les routines de contrôle du miel au lieu de la teneur en cendres (**Terrab et al., 2003**).

Tous les échantillons mesurés ont une conductivité au-dessous de la limite préconisée, ce qui suggère encore une fois que les miels -utilisés pour cette étude étaient des miels de nectar.

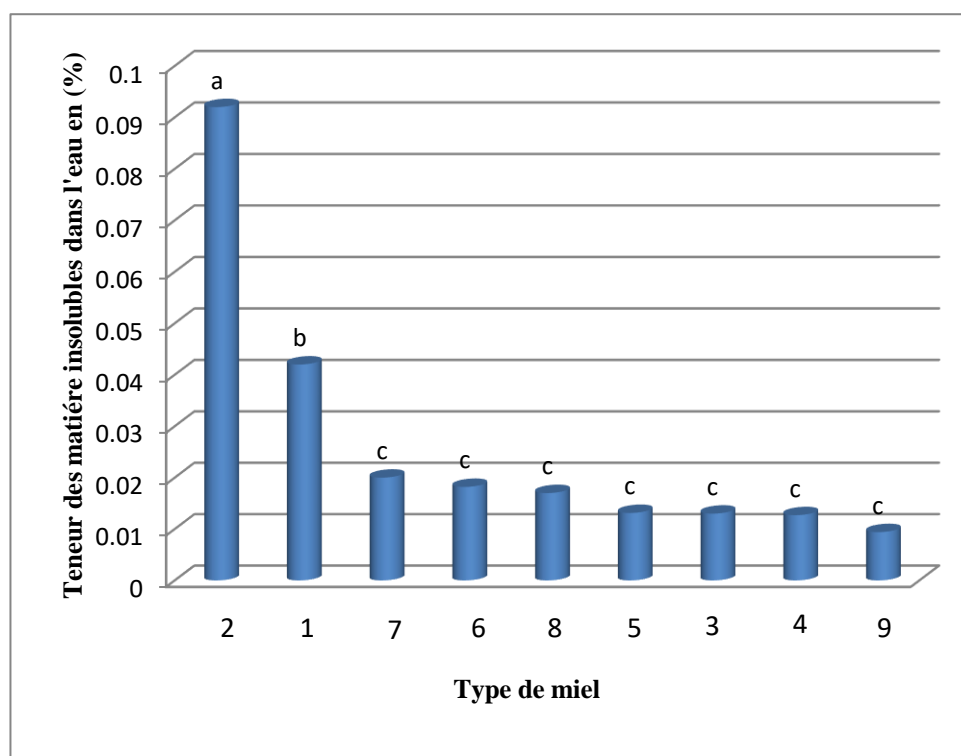
### **e) Teneur en matières insolubles dans l'eau**

Ce critère traduit la propreté d'un miel induite par son extraction et sa manutention dans de bonnes conditions hygiéniques. Le respect des bonnes pratiques apicoles évite l'introduction de matières étrangères d'origines diverse (débris de cire, d'insectes, de terre et de poussières). (**NA 15304**)

La teneur en matières insolubles dans l'eau des échantillons de miel analysés varie entre 0,0094 % et 0,092 % respectivement pour échantillon<sup>o</sup> 09 (W. Djelfa miel d'euphorbe) et échantillon<sup>o</sup> 02 (miel de Harmal W. Djelfa) avec une moyenne de 0,026 % et un écart type de 0,025 (**Figure N°15**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet très hautement significatif du type de miel ( $p=0,0000$ ; **Annexe XXIV**). La comparaison des moyennes a révélé trois groupes homogènes (**Annexe XXIV, Figure N°15**). (**a** : miel de harmal, **b** : miel de moutarde, **c** : miel d'eucalyptus, d'anis, de romarin, de jujubier, d'oranger, de chardon, d'euphorbe)





**Figure 15:** Teneur en matières insolubles dans l'eau de nos échantillons de miel (%)

Les teneurs en matières insolubles dans l'eau des différents miels étudiés ne dépassent pas 0,1% (valeurs rapportés par le **CODEX Alimentarius, 2001** et la norme Algérienne **NA 15304**). Sachant que les miels analysés durant cette expérimentation sont obtenus par centrifugation à froid puis filtration, nous pouvons dire qu'ils sont en concordance avec la réglementation nationale et internationale ; et traduit de la propreté du miel extrait.

Néanmoins l'échantillon n°2(miel de harmal) est a la limite de la norme cela peut être due à un accident parvenue dans la miellerie par contamination externe (poussière ou des débris)

### **f) Réaction de FIEHE**

La réaction de FIEHE est caractérisée par la coloration rouge que donne l'HMF en présence de résorcine en solution chlorhydrique

**Tableau 08** :Test de FIEHE

	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech 5	Ech 6	Ech 7	Ech 8	Ech 9
<b>Intensité de la couleur</b>	Rose claire	Rose claire	Rose pâle	Rose pâle	Rose pâle	Rose pâle	Rose pâle	Rose pâle	Rose claire

Les résultats obtenus montrent clairement une coloration rose pâle pour les échantillons 3, 4, 5, 6,7 et 8 (voir **annexe XI**). Ceci indique que ces miels (récolte 2019) ont été bien conservés et n'ayant subi aucun traitement thermique ultérieur.

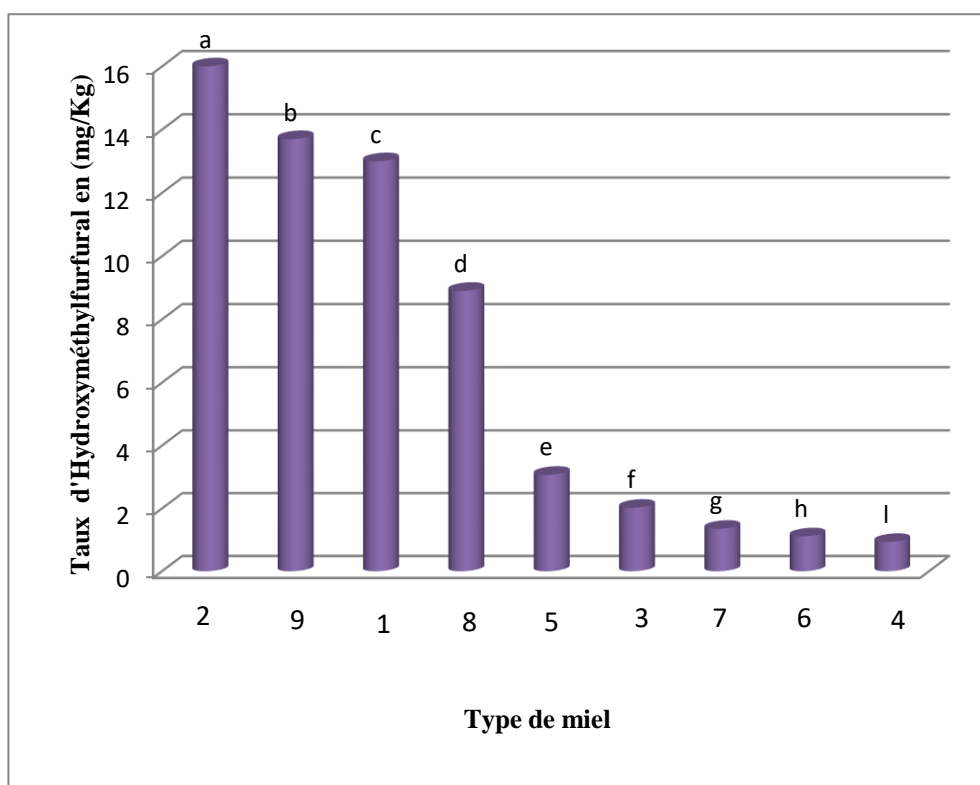
Les échantillons 1,2 et 9 présentent une coloration rose clair. Ceci peut être expliqué par le vieillissement de ces miels (Récolte 2018).

### g) Teneur en HMF

Le HMF est une molécule qui n'existe pas, ou peu, dans les miels fraîchement récoltés, mais elle apparaît avec le temps par un mécanisme de déshydratation en milieu acide du fructose (essentiellement). Son accumulation indique un vieillissement ou un mauvais traitement thermique; elle est déterminante pour indiquer la DLUO.(**NA 15304**)

La teneur en d'Hydroxyméthylfurfural des échantillons de miel analysés varie entre 0,932 meq/kg et 16 meq/kg respectivement pour l'échantillon n° 4 (miel de chardon W. Nâama) et n°2 (miel de Harmal W. Djelfa) échantillon avec une moyenne de 6,68 meq/kg et un écart type de 5,85 (**Figure N°16**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet significatif du type de miel ( $p=0,00$ ; **Annexe XII&XXV**). La comparaison des moyennes a révélé neuf groupes homogènes (**Annexe XII&XXV, Figure N°16**). (**a** : miel de harmal, **b** : miel d'euphorbe, **c** : miel de moutarde, **d** : miel de romarin, **e** : miel de jujubier, **f** : miel d'oranger, **g** : miel d'eucalyptus, **h** : miel d'anis, **i** : miel de chardon )



**Figure 16:** Teneur d'Hydroxyméthylfurfural de nos échantillons de miel (mg/kg)

**Makhloufi (2001)**, en analysant des échantillons de miels algériens a trouvé des valeurs variant entre 9,6 et 157,44 mg/kg avec une moyenne de 42,6 mg/kg.

Cette teneur en HMF est influencée par certains facteurs notamment le type de sucre, sa concentration, la durée de conservation, la température et l'acidité ou la valeur de pH (**Bogdanov et al., 2004**).

La production d'H.M.F est donc un phénomène naturel dont le processus est lent à température ambiante. Par contre, le chauffage du miel l'accélère énormément et ce quelque soit la nature du miel (plus ou moins acide) (**Predrix, 2003**).

Nos résultats sont conformes aux seuils fixés par le **Codex alimentarius (2001)** qui est de 40 mg/Kg au maximum et de ne pas dépasser les 80 mg/kg pour les pays tropicaux.

### **h) Taux de sucres**

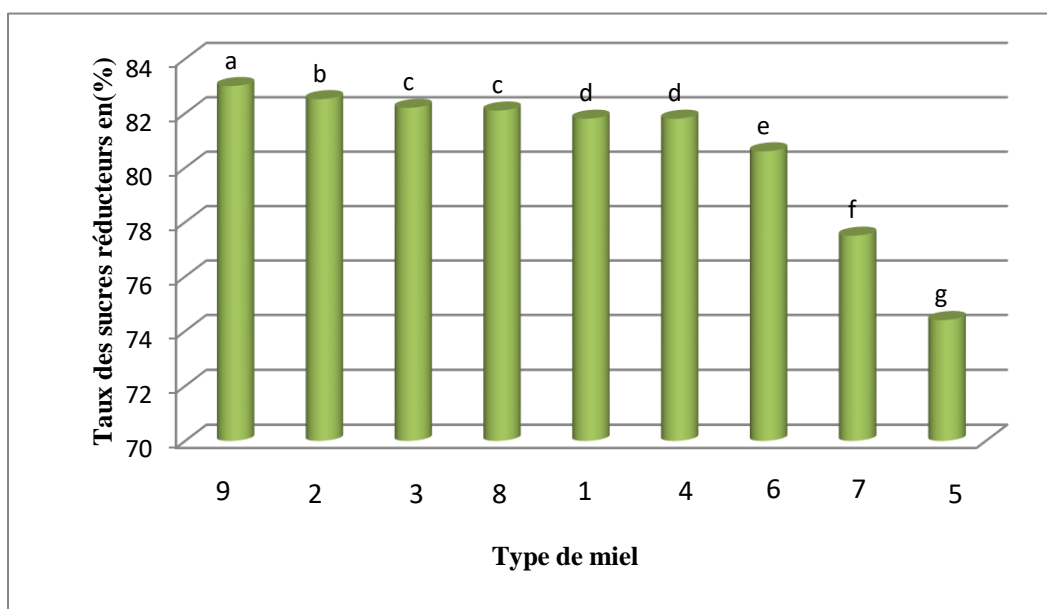
#### ➤ **Sucres réducteurs**

Le Fructose et le Glucose sont les sucres majeurs du miel. Ils s'y trouvent à des proportions presque égales avec une prédominance du fructose dans la plupart des cas. Ce critère donne

des informations sur l'origine florale du miel et permet de prévoir la vitesse decristallisation (en combinaison avec le taux d'humidité).(NA 15304).

Le taux de sucres réducteurs des échantillons de miel étudiés varie entre 74,4 % et 83 % respectivement pour échantillon<sup>o</sup> 5 (miel de jujubier W. Laghouat) et échantillon<sup>o</sup> 9 (miel d'euphorbe W. Djelfa) avec une moyenne de 80,66 % et un écart type de 2,69 (**Figure N°17**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet significatif du type de miel ( $p=0,00$ ; **Annexe XXVI**). La comparaison des moyennes a révélé sept groupes homogènes (**Annexe XXVI, Figure N°17**). (a : miel d'euphorbe, b : miel de harmal, c : miel d'oranger et miel de romarin, d : miel de moutarde et de chardon, e : miel d'anis, f : miel d'eucalyptus, g : miel de jujubier).



**Figure 17:** Taux de sucres réducteurs des différents échantillons de miel (%)

Selon **Terrab et al (2001)** et **Nagai et al (2002)**, les glucides des miels sont essentiellement des monosaccharides réducteurs tels que le glucose et le fructose qui représentent à eux seuls 90 % de la matière sèche totale du miel (**Gonnet, 1982**).

**Louveaux, (1968)** précise que la composition en sucres permet dans certains cas d'identifier l'origine botanique de quelques miels monofloraux et la proportion des différents sucres présents dans un miel est très aléatoire. Elle dépend, en effet, directement du type de fleurs butinées par les abeilles

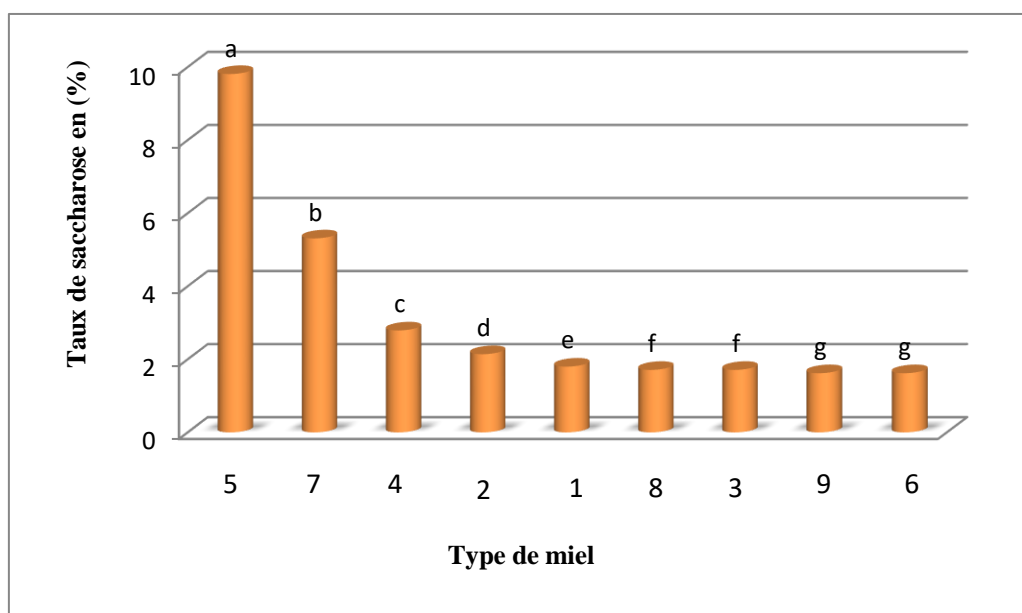
La teneur en sucres réducteurs ne doit pas être inférieure à 60g pour 100g d'un miel de fleurs et 45g pour 100g d'un miel de miellat et/ou mélange (**Codex Alimentarius, 2001**). Ce paramètre nous confirme que les échantillons de miel étudiés sont des miels de nectar.

### ➤ Saccharose

Le saccharose est un disaccharide non réducteur présent dans les nectars. Il existe dans les miels à des doses mineures sauf dans certains cas. Sa concentration dépend de l'origine florale des miels et du travail des abeilles, mais ne peut représenter le sucre essentiel d'un miel. Au-delà de 15%, il peut indiquer un ajout de solution de sucre industriel. (**NA 15304**)

Le taux de saccharose des différents échantillons de miel varie entre 1,62 % et 9,81 % respectivement pour l'échantillon n° 6 (miel d'Anis W. Biskra) et l'échantillon n° 5 (miel de jujubier W. Laghouat) avec une moyenne de 3,17 % et un écart type de 2,60 (**Figure N°18**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet significatif du type de miel ( $p=0,000000$ ; **Annexe XXVII**). La comparaison des moyennes a révélé sept groupes homogènes (**Annexe XXVII, Figure N°18**). (a : miel de jujubier, b : miel d'eucalyptus, c : miel de chardon, d : miel de harmal, e : miel de moutarde, f : miel de romarin et d'oranger, g : miel d'euphorbe et d'anis)



**Figure 18:** Taux de saccharose des différents échantillons de miel en (%)

Tous les échantillons de miels testés répondent aux recommandations établies par le **codex Alimentarius** qui fixe une limite maximale de 5% pour tous types de miels et de 10 % pour le miel d'eucalyptus entre autre. Le miel de jujubier étudié dépasse la limite recommandée, cette teneur élevée peut indiquer une récolte précoce de miel due à la courte saison de floraison du Jujubier (environ 20 jours) dans laquelle le saccharose n'a pas été entièrement transformé en glucose et fructose.

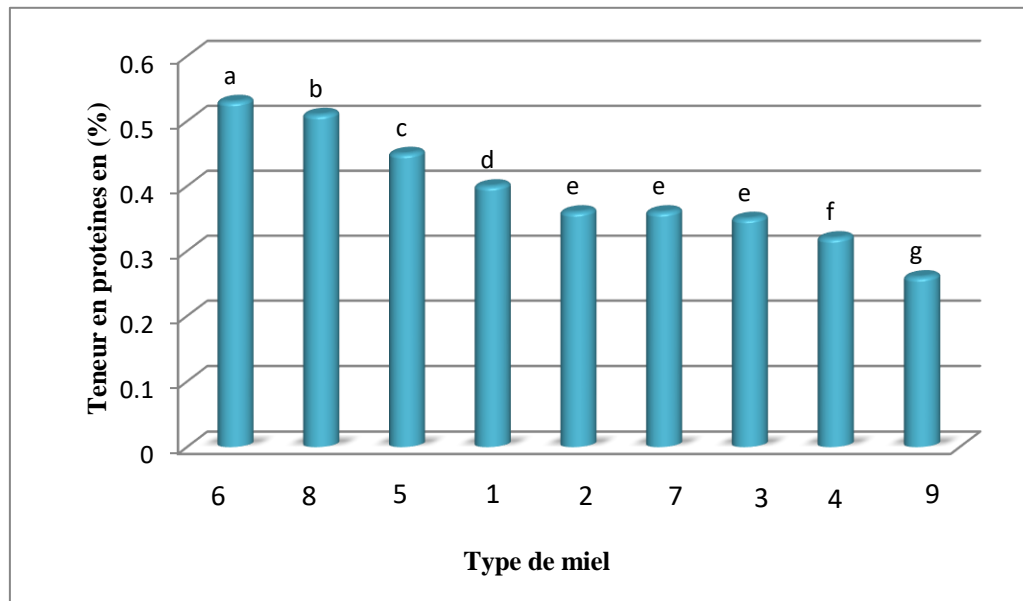
Une teneur plus élevée en saccharose observée dans un échantillon du miel pourrait être attribuée à des raisons telles que la suralimentation des abeilles avec du sirop de saccharose, la falsification ou la récolte précoce de miel, le saccharose dans lequel n'a pas été entièrement transformé en glucose et fructose (**Anklam, 1998; Azeredo et al., 2003; Guler et al., 2007**). Certains miels monofloraux comme *Banskia*, les agrumes, *Hedysarum*, les Medicago et *Robinia* peuvent contenir jusqu'à 10% de saccharose, alors que, jusqu'à 15% de saccharose a été rapportée pour les miels « *Lavandula* » (**Bogdanov et al., 1999**).

### **h) Teneur en protéines :**

Le dosage des protéines du miel est un critère qui ne figure pas dans les normes internationales. Cependant, leur richesse donne une valeur nutritionnelle aux miels (**Amri, 2006**).

La teneur en protéines des différents échantillons de miel analysés varie entre 0,26 % et 0,53 % respectivement pour l'échantillon<sup>o</sup> 9 (miel d'euphorbe W. Djelfa) et l'échantillon<sup>o</sup> 6 (miel d'Anis W. Biskra) avec une moyenne de 0,39 % et un écart type de 0,084 (**Figure N°19**).

L'analyse de la variance pour ce paramètre indique un effet hautement significatif du type de miel ( $p=0,0000$  ; **Annexe XXVIII**). La comparaison des moyennes a révélé sept groupes homogènes (**Annexe XXVIII, Figure N°19**). (**a** : miel d'anis, **b** : miel de romarin, **c** : miel de jujubier, **d** : miel de motarde, **e** : miel de harmal et miel d'eucalyptus et miel d'oranger, **f** : miel de chardon, **g** : miel d'euphorbe.)



**Figure 19:** Teneur en protéines de nos échantillons de miel (%)

Il est montré que la richesse en protéines essentiellement les peptones, les albumines, les globulines et les nucléo-protéines proviennent de la plante, et/ou de l'abeille et qui diffèrent selon l'origine botanique des miels ce qui explique la différence dans les taux de protéines des miels analysés (Amri et al. 2007).

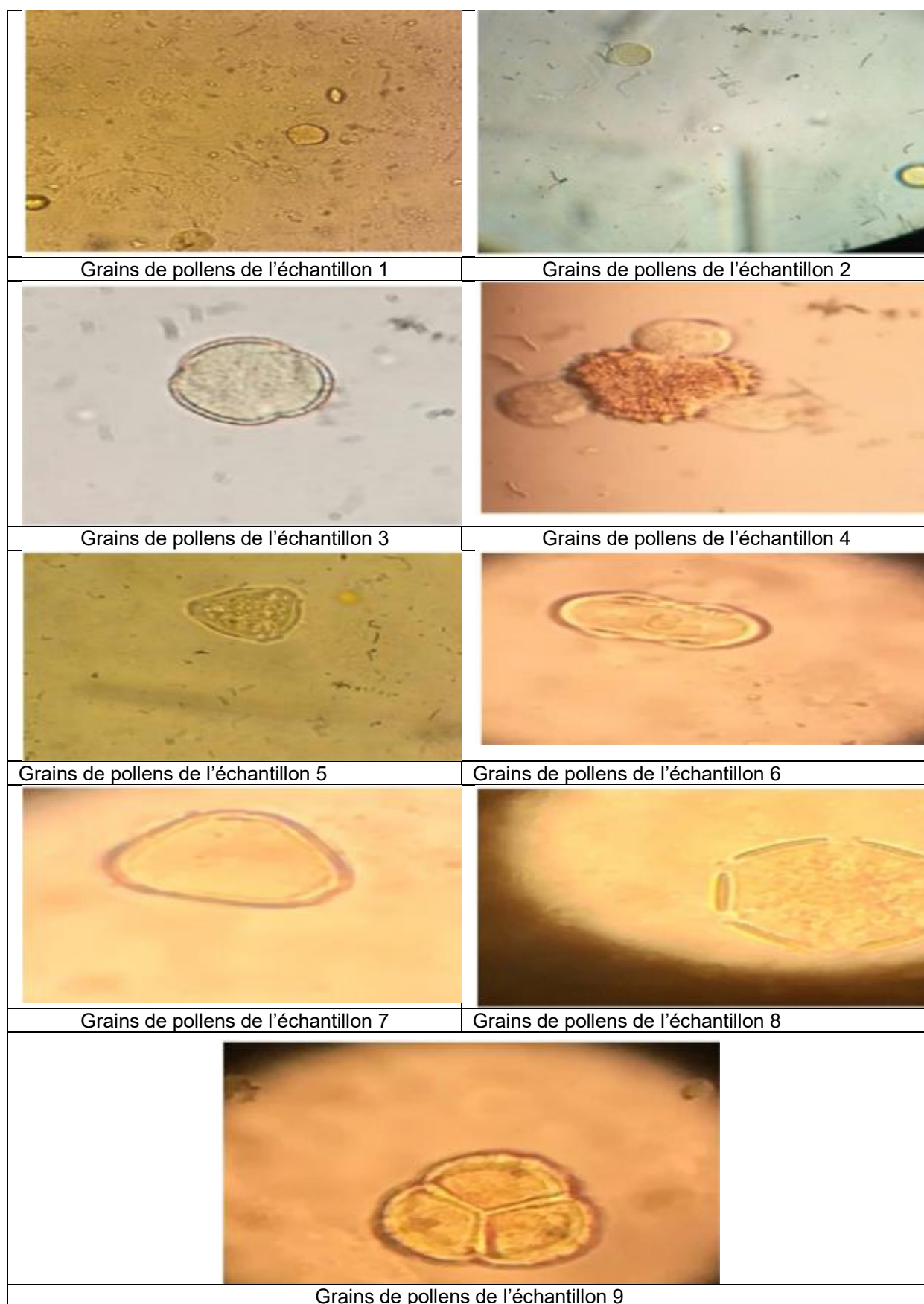
### I.2 Analyse pollinique

La source florale de l'échantillon de miel est déterminée par la mellissopalynologie. La détermination de l'origine botanique du miel est basée sur la fréquence relative du pollen de nectar sécrété par les plantes (Baltrusaityte et al ; 2007)

L'analyse pollinique des miels repose essentiellement sur l'identification des grains de pollen (annexe XIII) contenus dans une quantité déterminée de miel permettant ainsi de confirmer ou d'infirmer son origine végétale

Les grains de pollens observés, au microscope photonique au grossissement (x40) dans les 09 échantillons de miel sont illustrés dans la figure 20 alors que la confirmation de l'origine botanique se fait à l'aide du. (annexe XIII, tableau 09)

En observant les grains de pollens, au grossissement (x40), nous pouvons dire que nos échantillons de miels sont ceux de miels mono-floraux dont le spectre pollinique est semblable mais différent en termes de quantité d'un échantillon à un autre.



**Figure 20** : Grain de pollen de nos échantillons de miel observés (grossissement x 40)



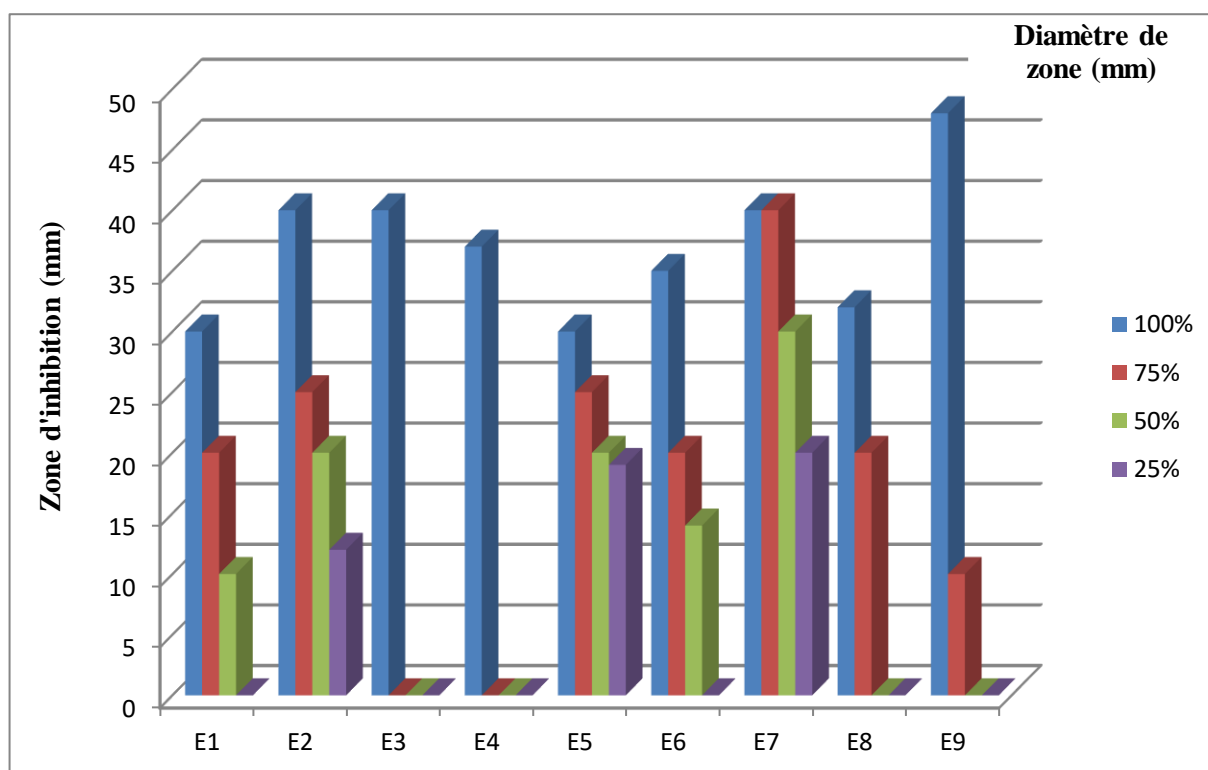
Tableau 09: Origine florale confirmée

Echantillon	Origine florale présumée	Pollens trouvées	Origine florale confirmé
1	Moutarde	Pollen dominant : Moutarde Pollens isolés : chardon, acacia, inconnus	Brassicacées (Moutarde)
2	Harmal	Pollen dominant : Harmal Pollens isolés : oranger, inconnus	Zygophyllaceae Peganum (harmal)
3	Oranger	Pollen dominant : oranger Pollens isolés : inconnus	Rutacées (oranger)
4	Chardon	Pollen dominant : chardon Pollens isolés : ombellifère, inconnus	Astéracée (chardon)
5	Jujubier	Pollen dominant : jujubier Pollens isolés : inconnus	Rhamnacées (jujubier)
6	Anis	Pollen dominant : Anis Pollens isolés : inconnus	Apiacées (anis)
7	Eucalyptus	Pollen dominant : Eucalyptus Pollens isolés : inconnus	Myrtaceae (eucalyptus)
8	Romarin	Pollen dominant : Romarin Pollens isolés : inconnus	Lamiacées (Romarin)
9	Euphorbe	Pollen dominant : Euphorbe Pollens isolés : inconnus	Euphorbiacées (Euphorbe)

**Remarque:** les pollens dominant confirme l'origine florale déclarée par l'apiculteur.

### I.3 L'évaluation de l'activité antibactérienne du miel

Les 09 échantillons testés sur les trois souches et à des dilutions différentes ont révélé les résultats suivants (**annexe XIV**)

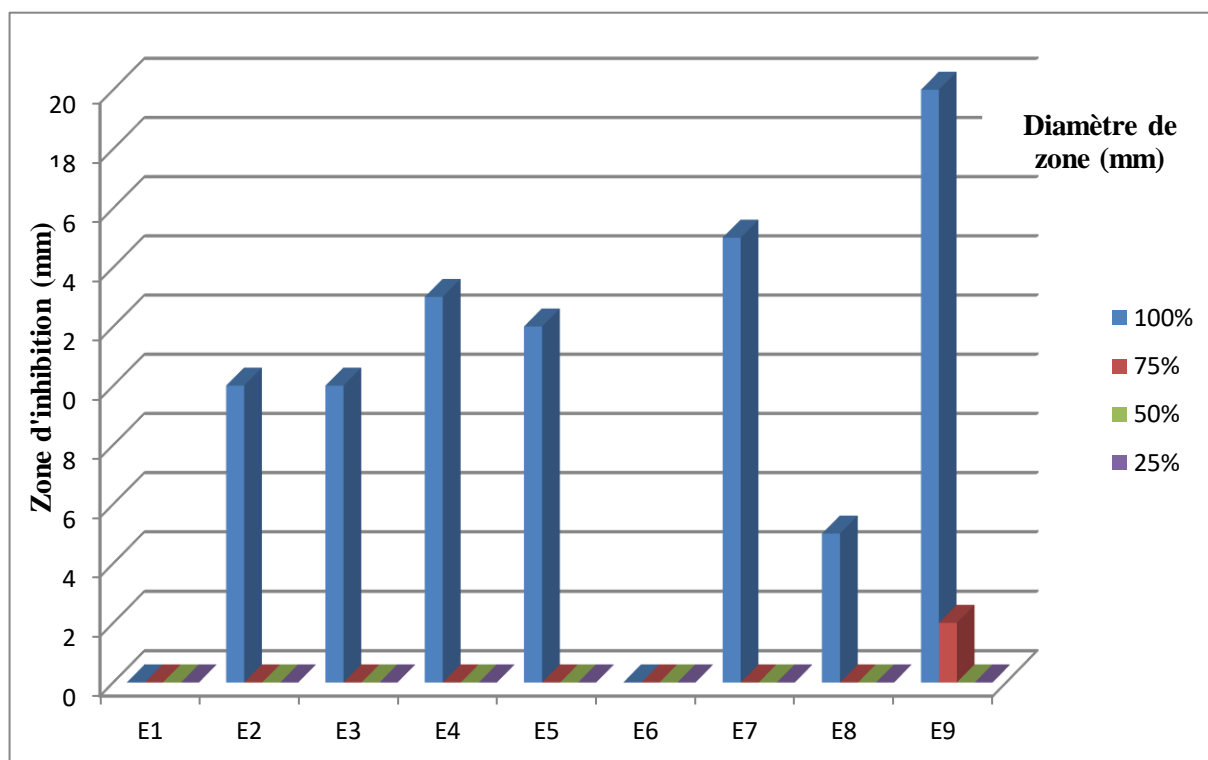


**Figure 21** : Mesure de l'activité antibactérienne de neuf échantillons du miel vis-à-vis d'*Echerichia coli*

Selon la **figure 21**, tous les miels testés contre *E.coli* montrent une activité antibactérienne élevée à une concentration de 100%, avec des zones d'inhibitions allant de 30mm à 48 mm (**Annexe XV**) cependant ; à une concentration de 75% pratiquement tous les miels sont très actives sauf pour le miel d'oranger et miel de chardonou la zone d'inhibition est inférieure à 5 mm voir nulle.

Pour une concentration de 50% l'activité antibactérienne varie de très élevée (miel de harmal, de jujubier et miel d'eucalyptus) avec un diamètre variant de 19 à 30 mm ; à faible voir nulle (miel d'oranger, de chardon, de romarin et miel d'euphorbe) avec un diamètre de 0 mm ; en passant par une activité moyenne (miel de moutarde et miel d'anis) avec un diamètre respectivement de 10mm et 14mm.

Pour la dilution la plus faible (25%) les échantillons de miel montre une activité antibactérienne élevée vis-à-vis de *E.coli* pour le miel d'eucalyptus et miel de jujubier avec un diamètre respectif de 20mm et 19 mm à moyenne pour le miel de harmal avec un diamètre de 12 mm et reste inactif voir nulle pour les autres miels.

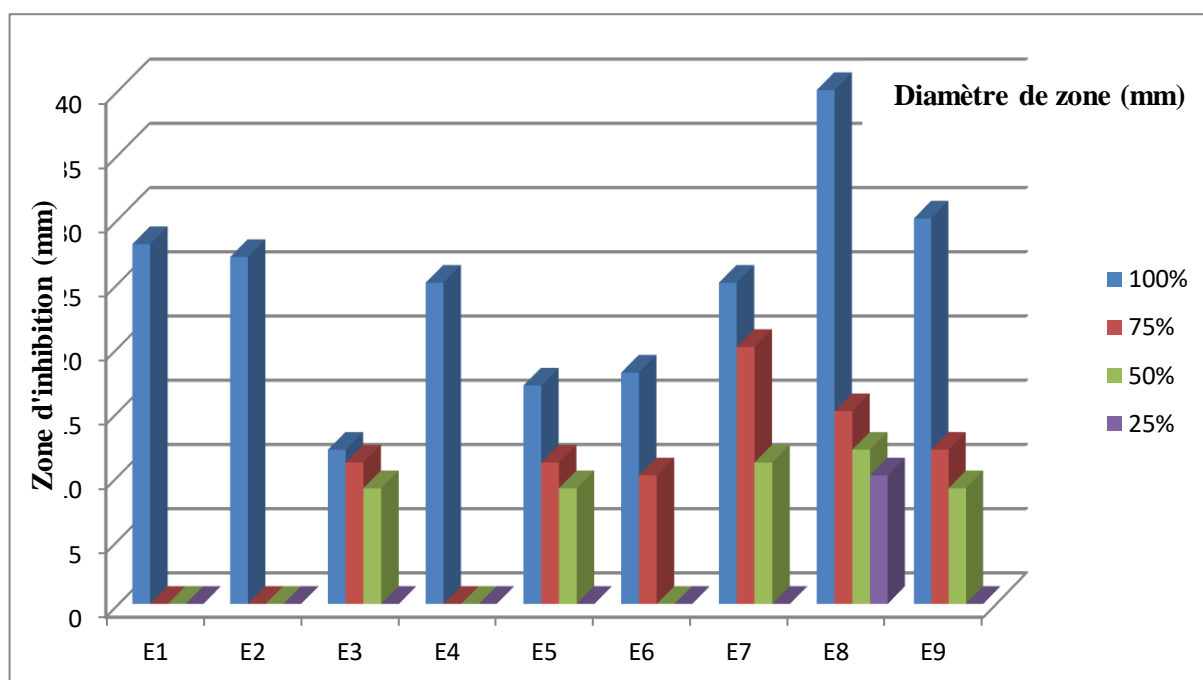


**Figure 22** : Mesure de l'activité antibactérienne de neuf échantillons du miel vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*

Selon la **figure 22**, les miels testés vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa* ont démontrés les résultats suivant :

A une concentration de 100 % ;une activité antibactérienne très élevée pour le miel d'euphorbe avec une zone d'inhibition de 20 mm à moyenne (**Annexe XVI**) pour les miels de harmal, d'oranger, de chardon, de jujubier et miel d'eucalyptus avec des zones d'inhibitions allant de 15mm à 10mm à faible pour le miel de romarin avec une zone d'inhibition de 5 mm.

A des concentrations faibles (75%,50%,25%) tous les miels exhibent des zones d'inhibition inférieure à 5mm de diamètre voire nulle,



**Figure 23** : Mesure de l'activité antibactérienne de neuf échantillons du miel vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*

Selon la **figure 23**, tous les miels testés contre *Staphylococcus aureus* montrent une activité antibactérienne élevée à une concentration de 100%, avec des zones d'inhibitions allant de 17mm à 40 mm (**Annexe XVII**), cependant à une concentration de 75% le miel d'eucalyptus et le miel de romarin montre une activité antibactérienne très élevée avec des zones d'inhibitions respectivement de 20 mm et 15 mm et une activité moyenne pour le miel d'oranger ; de jujubier, d'anis et miel d'euphorbe, avec des zones d'inhibitions variant de 10 mm à 12 mm, et reste faible pour les autres miels.

Par contre pour la dilution de 50% les résultats obtenus démontrent une activité antibactérienne moyenne pour le miel d'eucalyptus et de romarin avec des zones d'inhibition respectivement de 11 mm et 12 mm et faible à nulle pour les miels restants avec des diamètres variant de 9 mm à 0 mm.

À une concentration faible (25%) tous les miels exhibent des zones d'inhibition inférieures à 5 mm de diamètre voire nulles à l'exception du miel de romarin qui démontre une activité moyenne avec une zone d'inhibition d'un diamètre de 10 mm.

D'après les résultats de l'évaluation de l'activité antimicrobienne, on peut constater ce qui suit :

- Toutes les souches microbiennes testées sont sensibles à l'action inhibitrice des neuf échantillons de miels naturels, avec des différences d'un type à un autre et d'une souche à une autre, ce qui indique son large spectre d'action antibactérienne.
- L'effet antibactérien du miel est plus important avec les échantillons non dilués, il diminue avec des dilutions successives.

Plusieurs auteurs ont conclu que les principaux facteurs antibactériens dans le miel sont le peroxyde d'hydrogène, la catalase et le niveau de glucose oxydase (Weston, R. J.,(2000)., White,J. W ., Subers, M. H., Schepartz, A. I.,(1963).les facteurs non-peroxyde peuvent également contribuer à l'activité antimicrobienne de miel tel que les acides phénoliques, les flavonoïdes, l'osmolarité et l'acidité (**Weston, R. J.,(2000).**)

Il serait possible aussi que l'action du miel naturel sur les microorganismes dépend, d'une part de la structure de la paroi de la cellule cible, et d'autre part de la composition du miel lui-même.

La composition du miel elle-même dépend à son tour de nombreux facteurs, tels que :

la nature du sol, la race des abeilles et l'état physiologique de la colonie (**Prost,1979**)

**Donadieu (1978)** a montré que tous les miels ont des propriétés communes, mais chaque miel mono floral, se caractérise par des propriétés thérapeutiques propres à lui.

D'autres facteurs influent également sur la composition et la nature du miel et ses particularités tels que :

- l'âge de l'abeille (le miel de l'abeille jeune est particulièrement clair et moins concentré par rapport à celui de l'abeille la plus âgée) ;
- la nature des fleurs de nutrition de l'abeille et l'origine florale de l'alimentation (**VERDAN J. (2002).**)
- Le climat de l'environnement, la saison de l'élevage de l'abeille et de la production de miel ;

- le mode d'extraction de miel ;
- la durée et les conditions de conservation, telles que la température et la lumière qui conditionnent l'activité des enzymes de miel et leur efficacité [**caillas A.(1974).**]
- Le vieillissement peut modifier les caractères inhibiteurs du miel (**Chauvin 1987).**)

# **Conclusion et perspectives**

L'appréciation de la qualité du miel par le consommateur revient à ses propriétés organoleptiques ; cependant lors de l'achat, les critères de la couleur et le goût sont insuffisants pour juger de la pureté et la fraîcheur de ce produit.

Dans le cadre de notre étude, relative à l'évaluation physico-chimique, botanique et antibactérienne des miels produits et collectés dans différentes régions du pays (Wilaya de Laghouat, Djelfa, Blida, Nâama Biskra Tébessa et de la Mitidja) ce choix de miel représente plus des ¾ des miels répertoriés par le conseil interprofessionnel de la filière apicole ; les résultats de cette étude indiquent que nos échantillons étaient de bonne qualité répondant aux normes imposées. Ils sont intéressants et exploitables dans le domaine agro-alimentaire et de la santé.

L'étude physico-chimique a montré que :

La teneur en eau de nos échantillons de miels conditionne la qualité du miel, permet de connaître les conditions de récoltes, de stockage et de conditionnement de ces derniers. Les résultats obtenus sont conformes avec les normes internationales.

La détermination de la conductivité électrique et la teneur en cendres des échantillons nous a permis de confirmer que les miels sont d'origines nectarifères

La teneur en acidité libre des neuf (09) échantillons est inférieure aux normes internationales (50 méq/Kg) et à la norme algérienne (40 méq/Kg), ce qui lui confère une aptitude à être stockés et conservé sans risque de fermentation ou de dégradation de ses propriétés physicochimiques.

Le test FIEHE et la détermination de la teneur en HMF (hydroxy méthyl furfural) sont utilisés pour évaluer la détérioration des miels par la chaleur et les conditions de stockage, les résultats obtenus par le test FIEHE ont été confirmés par la recherche des taux HMF dans nos échantillons qui étaient inférieurs aux normes algériennes et internationales appliquées.

La détermination de la teneur en matières insoluble traduit le degré de propreté des miels, en effet les échantillons analysés démontrent leur propreté puisque les résultats obtenus sont inférieurs à la limite fixée (= 0,1%) par la réglementation nationale et internationale.

Les résultats obtenus pour la détermination du taux des sucres réducteurs contenus dans les échantillons de miels confirment que les neuf miels sont d'origine nectarifère.

La détermination de la teneur en saccharose de nos échantillons de miels répond aux recommandations établies par le **codex Alimentarius** qui fixe une limite maximale de 5% pour tous types de miels et de 10 % pour le miel d'eucalyptus entre autre. Le miel de jujubier étudié dépasse la limite recommandée, cette teneur élevée peut indiquer une récolte précoce de miel due



à la courte saison de floraison du Jujubier (environ 20 jours) dans laquelle le saccharose n'a pas été entièrement transformé en glucose et fructose.

La détermination de la teneur en protéines est un critère qui ne figure pas dans les normes internationales mais leur richesse donne une valeur nutritionnelle aux miels. Les résultats obtenus pour les neuf échantillons de miels confortent notre théorie.

Chacun des paramètres analysés contribue à une indication précise sur la qualité du miel. Ainsi, ils peuvent être classés en trois groupes; ceux qui déterminent la Maturité (teneurs en eau), l'origine florale (conductivité électrique, le taux de cendre, l'acidité, la teneur en eau et le taux des sucres réducteurs) et la fraîcheur (HMF et test FIEHE).

L'origine botanique a été observée par l'analyse pollinique, basée sur l'identification des grains de pollen trouvés pour les échantillons de miels étudiés, qui s'est révélée conforme aux références polliniques répertoriées, ainsi qu'à la dénomination donnée par l'apiculteur.

Cette étude a également dévoilé l'activité antibactérienne du miel, qui est variable d'un miel à un autre et d'une bactérie à une autre, avec une concordance dans le gradient de dilution, puisque l'effet antibactérien du miel est plus important avec les échantillons non dilués et il diminue avec des dilutions successives.

Par ailleurs, notre étude pourrait être enrichie et complétée par l'application d'autres analyses plus poussées afin d'évaluer et/ou de confirmer leur qualité, notamment la séparation des différentes fractions de miel et testé l'activité antimicrobienne de chaque fraction, le dosage des polyphénols et des flavonoïdes, évaluer leurs activités antioxydantes et évaluer l'activité enzymatique.

L'analyse peut être poussée au dosage des différents échantillons de miels pour la recherche de l'existence des métaux lourds et de pesticides qui pourraient être responsables de la détérioration de la qualité du produit.

# Références bibliographiques

### Lettre « A »

- **Acqarone C., Buera P. and Elizalde B., 2007.** Pattern of PH and electrical conductivity upon honeydilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys .Food Chem; 101 :695-703.
- **Anklam ,E .(1998).** A review of the analytical methods to determine thegeographical and botanical origin of honey. Food Chem. 63:549-563.
- **Aljadi A.M., Kamaruddin M.Y. (2004).** Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. Food Chemistry, 85: 513–518.
- **Al-Mamary M., Al-Meerri A. and Al-Habori M. (2002).** Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. Nutrition Research, 22: 1041–1047.
- **Alvarez-Suarez JM, Giamperi F, Battino M.** Honey as a source of dietary antioxydants: structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. Current Med Chem 2013; 20(5):621-38.
- **Al-Waili NS, Salom K, Butler G, Al Ghamdi AA.** Honey and microbial infections: a review supporting the use of honey for microbial control. J Med Food. 2011; 14(10):1079-96.
- **Amellal H., 2008.** Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement, sucré et aromatisé. Thèse de doctorat en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bouguera. Boumerdes. 127p
- **Amiot M.J., Aubert S., Gonnet M. and Tacchini M. (1989).** Honey phenolic compounds: a preliminary study on their identification and quantitation by families. Apidologie, 20:115-125.
- **Amri A. (2006).** Evaluation physico-chimique et détermination de l'origine botanique de quelques variétés de miel produites à l'Est d'Algérie. Mémoire de Magistère de Biologie en Biochimie Appliquée. Université Badji Mokhtar. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Annaba.51p.
- **Amri A., Adjama A. et Tahar A. 2007.** Etude de quelques miels produits à l'est Algérien: Aspect physico-chimique et biochimique. Revue Synthèse .17 :57-63.
- **Amrouche L. et Kessi L., 2003.** Etude de la qualité physico-chimique de quelques miels. Mémoire. Ingénieur. U.S.T.H.B. Alger. 49p.
- **Anklam E.A., 1998.** Review of analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey.Food Chem ; 61 :549-562.
- **Amrouche Y., 2010** – Les brèves du réseau Alimentation et Technologies Agro-Alimentaires, Brèves du 10 au 24 Avril 2014.
- **AOAC ; 2000** Association of official analytical chemists n° 962.19
- **Assie benoit.** Le miel comme agent cicatrisant. Limoges, 2004
- **AVPNA 19410. 2018, Edition : 01. ICS 65.120 : MIEL** Méthodes d'échantillonnage et d'analyse (19410) HADERBACHE L et al, 2018 Le contenu technique de la présente norme est équivalent aux résultats des recherches scientifiques réalisées par le groupe de travail sur le miel qui est représenté par l'ITELV et l'Université de Boumerdès
- **Azeredo L. D. C., Azeredo M. A. A., De Souza S. R. and Dutra V. M. L., 2003.** Protein content and physicochemical properties in honey samples of ApisMellifera of different floral origins. Food Chem ; 80: 249–254.

### Lettre « B »

- **Barbara R. (2009).** Le chemin du miel. Atelier de reproduction, Agridea, 23.
- **Baltrusaityte V., Venskutonis P.R. and Ceksteryte V., 2007** - Antibacterial Activity of Honey and Bee bread of Different Origin Against S. aureus and S. epidermidis. Food Technol, Biotechnol, 45 (2), 201–208.

- **Benoit.A,2004**, Le miel comme agent cicatrisant. Limoges.
- **Beretta G ., Granata P., Ferrero M ., Orioli M. and Facino R.M. (2005)**. Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytical Chemical Acta*, 533 : 185-91.
- **Biri M. (1986)**. L'élevage moderne des abeilles, Devecchi. S.a. Paris, 91-101.
- **BIS 1994** (bureau of Indian standards) (1994).Indian standards; IS 4941-1994 , extracted honey specifications (2<sup>nd</sup> revision )
- **Blanc M., 2010** - Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 142 p.
- **Bogdanov ,Ruffo et persono oddo 2004**; IHC 2002 and methode n° 980.23 of AOAC 2000
- **Bogdanov et al ;2005** ,Miels monofloraux suisses, Centre de recherches apicoles, Station de recherches en production animale et laitière. 55p.
- **Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P.** Honey for nutrition and health: a review. *J Am Coll Nutr* **2008**; 27(6):677-89.
- **Bogdanov S. (2006)**. Contaminants of bee products. *Apidologie*, 37, (1), 1-18.
- **Bogdanov S. (2011)**. The honey book. Chapter 5, Honey composition. *Bee Product Sience*, 1- 10
- **Bogdanov S.** Nature and origin of the antibacterial substances in honey. *Lebensm Wiss Technol.* **1997**; 30:748-753.
- **Bogdanov S., 1999**. Stockage-cristallisation et liquéfaction du miel. Centre suisse de recherche apicole ; 05p.
- **Bogdanov S., Bieri K., Gremaud G., Iff D., Kanzig A., Seiler K., Stockli H. et Zurcher K., 2003** - Produits Apicoles. 23 A Miel, 1-37.
- **Bogdanov S., Bieri K., Gremaud G., Iff D., Känzig A., Seiler K., Stöckli H. et Zürcher K. 2003**. Produits apicoles. In : « Manuel suisse des denrées alimentaires ».Chapitre 23.
- **Bogdanov S., Lüllmann C., Martin P., Werner V.O., Harald R., Günther V., Livia P.O., Anna G.S., Marcazzan G.L., Piro R., Flamini C., Morlot M., Lheritier J., Borneck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T., D'arcy B., Mossel B. Et Vit P., 2001** - Qualité Du Miel et Normes Internationales Relatives Au Miel. RAPPORT DE LA COMMISSION INTERNATIONALE DU MIEL. APISERVICES, Galerie Apicole Virtuelle.
- **Bogdanov S., Ruoff K. and Persano Oddo L. (2004)**. Physico- chemical methods for characterisation of unifloral honeys: A review. *Apidologie*, 35 (1): 4–17.
- **Bogdanov, S et al.,2004**. Produits apicoles 23A Miel. Manuel suisse des denrées alimentaires.
- **Bonté F et Désmolière A. (2013)**. « Le miel, quel intérêt en cicatrisation? ». Le miel origine et composition. *Actualités phamaceutiques*, 18-21
- **Bruneau ,E.(2004)** .Les produits de la ruche .Ed :RUS TICA.354-384.
- **Bruneau E. (2002)**. Le miel. In « le Traité Rustica de l'Apiculture ». Edition Rustica, 63-354.
- **Buba Fatimah, Abubakar Gidado and Aliyu Shugaba.** 2013, *Biochem Anal Biochem* 2:4 “Physicochemical and Microbiological Properties of Honey from North East Nigeria” Department of Biochemistry, Faculty of Science, University of Maiduguri, Maiduguri, Nigeria.

### *Lettre « C »*

- **CAILLAS A. ;** Le rucher de rapport, Les produits de la ruche, *Traité pratique d'apiculture moderne*, Edition .syndicat national d'apiculture, Paris, p.497 (1974)..

- **Chauvin, 1987** L'abeille et la fleur in traite de biologie de l'abeille (T3), Edition Masson et Cie, Paris, p.9
- **Chibane et Djilali (2007) Chibane Y. et Djillali S., 2007.** Contrôle de qualité de quelques miels d'origine diverse et étude de leurs effets sur quelques micro-organismes. Mémoire Ingénieur.U.S.T.H.B. Alger. 85p.
- **Clémence Hoyet (2005)** Le miel de la source à la thérapeutique p.19
- **Codex Alimentarius commission Novembre 1999** programme mixte fao/oms sur les normes alimentaires, comite du codex sur les sucres, septieme session londres, royaume-uni, 9 – 11 fevrier 2000 projet de norme codex revisee pour le miel
- **Codex, 2001** :PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, 1-31
- **Comenvi , 2013**
- **Cooper R.** Using honey to inhibit wound pathogens. Nurs Times. 2008; 104(3):46, 48-9.
- **Cotte J.F** ; Application de l'analyse des sucres au contrôle de l'authenticité des miels; 2003.
- **Cushnie T, Lamb A.** Antimicrobial activity of flavonoids. Int J Antimicrob Agents. 2005; 26:343-346.
- **Cushnie T, Lamb A.** Antimicrobial activity of flavonoids. Int J Antimicrob Agents. 2005; 26:343-346;

### *Lettre « D »*

- **Dailly H., 2008.** « Cristallisation du miel, le savoir et le faire », Abeilles & Cie n°124, p 24-28. Editeur responsable Etienne Bruneau, Louvain-la-Neuve.
- **Décret n°2003-587 du 30 juin 2003**
- **Directive Miel** : DIRECTIVE 2001/110/CE DU CONSEIL du 20 décembre 2001 relative au miel
- **Donadieu Y** ; 1984 Gelée royale : thérapeutique naturelles.7<sup>ème</sup> Ed Maloine .A.Paris,p07
- **Donadieu Y. 1984** .*Le miel thérapeutique*. 2<sup>ème</sup> Ed Maloine S.A .Paris. 28p.
- **Donadieu Y., 2008** Les Produits De La Ruche. Thérapeutiques naturelles. Edit, Maloine S. A, Paris.
- **Donadieu. Y, (1978).** Le miel thérapeutique. 2<sup>ème</sup> Ed Maloine S.A .Paris.28 p.

### *Lettre « E »*

- **Eddy JJ, Gideonsen MD, Mack GP.** practical considerations of using topical honey for neuropathic diabetic foot ulcers: a review. WMJ. 2008; 107(4):187-90
- **Efem SEE.** Clinical observations on the wound healing properties of honey. British Journal of Surgery. 1988; 75:679-81.
- **Emmanuelle H., Julie C. et Laurent G., 1996** - Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicole.

### *Lettre « F »*

- **FAO (1986).** FAO FOOD AND NUTRITION PAPER 14/7 Crude protein (Kjeldahl Macro method) pp 221.
- **Farzana A.Y., Malik H.M., Abdul M., Ruqaiyyah S., Naveed A.K. (2016).**Antiacanthamoebic properties of natural and marketed honey in Pakistan

- **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 Wantanbe 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
- **Finola M.S., Lassagno M.C. and Marioli J.M. 2007.** Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chem*; 100 :1649-1653.
- **Francine Manhago Bueno-Costa\*, Rui Carlos Zambiasi, Bruna Wendt Bohmer, Fabio Clasen Chaves, Wladimir Padilha da Silva, Jerri Teixeira Zanusso, Iara Dutra** ;Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil ; 11 august 2015.
- **Frankel S., Robinson G.E., Berenbaum M.R. (1998).** Antioxidant capacity and correlated characteristic of 14 unifloral honeys. *Journal of Apicultural Research*, 37: 27–31.

### Lettre « G »

- **Gheldof N., Xiao-Hong Wang. and Engesegt N.J. (2002a).** Identification and quantification of antioxidant components of honeys from various floral sources. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5870-5877.
- **Gonnet M. and Vache G., 1985** - Le goût du miel. Edit, U.N.A.F, Paris, 146 p.
- **Gonnet M.** Facteurs antibiotiques naturels présents dans le miel. *La revue française d'apiculture*, UNAF 1981. N spécial Apithérapie: 27-30.
- **Gonnet. M, (1982)** : *Le miel ; composition, propriétés, conservation*. INRA 6Station expérimentale d'apiculture. Pp : 1-18.
- **Gonnet M** ; □L'hydroxyméthylfurfural dans les miels : Mise au point d'une méthode de dosage □; *Ann. Abeille* ; 6 (1) ; 1963; 53-67.
- **Gonnet. M, Vache. G, (1985)** : *Le gout de miel*. Ed. UNAF, Paris. 150p.
- **Gonnet. M , 1986** : Miel de tournesol. *Revue Française d'Apiculture* ; 464 : 60-62
- **Goodarzi., B. and Khosravi A. (2013).** The Effects of Simultaneous 8 Weeks Astragalus sp/Euphorbia Cheriradenia Honey Supplementation and Endurance Training on Membrane Lipid Peroxidation of Erythrocytes after a Bout Acute Exhaustive Treadmill Exercise in Rats. *European Academic Research*, 1 (2): 2286- 4822.
- **Guler A., Bakan A., Nisbet C. and Yavuz O. 2007.** Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. *Food Chem* ; 105 (3) .1119-1125.

### Lettre « H »

- **Hamoudi, E. Boudershem, A. ( 2009)** l'effet antibactérienne du miel. Diplôme d'Etudes supérieures, Kasdi Merbah Ouargla.
- **Hatano, T.; Kagawa, H.; Yashura, T.; Okuda, T.** Two new flavonoides and other constituents in licorice root: Their relative astringency and radical scavenging effects. *Chem. Pharm. Bull. (Tokyo)* 1988, 36 , 2090 – 2097
- **Henri.Clément 2018,** *Le traité Rustica de l'apiculture Connaissance de l'abeille, toutes les techniques apicoles, les produits de la ruche et leurs bienfaits*
- **Hochet C. (2002).** Le miel. In « le Traité Rustica de l'Apiculture ». Edition Rustica, 360-364.
- **Holderna K., E. and Kędzia B. (2006).** Research on an antioxidant capacity of honeys. *Acta Agrobotanica*, 59: 265–269.



- **Huchet E., Coustel J. et Guinot L. 1996.** Les constituants chimiques du miel. Méthode d'analyse chimique. Département de science et l'aliment. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. France. 16p.

### *Lettre « I »*

- **Ita N.B. (2011).** Antioxidant activity of honey samples from the southern rainforest and northern savannah ecosystems in Nigeria. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* ,2(8): 2115-2120.

### *Lettre « J »*

- **Jean-prost P. 1987 .** L'apiculture. Connaître l'abeille. Conduire le rucher. 6ème Édition Lavoisier.597p.
- **Jean-Prost P., Médori P. and le conte Y. (2005).** Apiculture, connaître l'abeille, conduire le rucher. Edition TEC Doc, 7e édition, 698.
- **Jeffrey A.E. and Echazarreta C.M. (1996).** Medical uses of honey. *Revista Biomédica* ,7(1): 43 – 49.
- **Journal officiel de la république française (JORF). (1977).**Méthodes officielles d'analyse du miel et des produits alimentaires au miel.
- **Journal officiel de l'Union européenne . 2002.** Directive 2001/110/ce du conseil relative au miel .12.1 :L10/47-10/52.

### *Lettre « K »*

- **Khalil MI, Sulaiman SA.** the potential role of honey and its polyphenols in preventing heart diseases: a review. *Afr J Tradit Complement Altern Med.* 2010; 7(4):315-21.
- **Khalil MI., Moniruzzaman M., Boukraâ L., Benhanifia M., Islam MA., Islam MN., Sulaiman SA. and Gan SH., 2012.** Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules*; 17(9):11199–11215.
- **Khan FR., Ul Abadin Z. and Rauf N. (2007).** **Honey:** nutritional and medicinal value. *International Journal of Clinical Practice*, 61: 1705-1707.

### *Lettre « L »*

- **Lachman, J., D. Kilihova, D. Miholova, J. Kosata, D. Titera and K. Kult (2007).** Analysis of minority honey components: possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chemistry*, 101:973-979.
- **Lavie P.** Sur l'identification des substances antibactériennes présentes dans le miel. *Archives de l'Académie des Sciences, Paris.*1963 :1858-1860.
- **Lequet L. (2010).** Du Nectar au Miel de Qualité: Contrôle Analytique du Miel et Conseils Pratiques à l'Intention de l'Apiculteur Amateur. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Université Claude-Bernard Lyon I, France.
- **Lezine A.M., 2011 -** Introduction à la Palynologie. Edit, Société Géologie Nancy, France.
- **Loi n° 08-16 de l'Aouel Chaâbane 1429** correspondant au 3 août 2008 portant orientation Agricole *Journal Officiel algérien* n° 46 du 10 aout 2008, p. 3
- **Louveaux J. 1985.** Les abeilles et leur élevage .2cme Edition OPIDA. 237p.
- **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.(1970).** Annexes microphotographiques a methods officielles d'analyse tom III. *Atlas photographique d'analyse pollinique des miels*, Paris P.1-5

### Lettre « M »

- **MALIKA N., FAID M. and EL ADLOUNI C., 2005** - Microbiological and Physico-Chemical Properties of Moroccan Honey. *International Journal Of Agriculture & Biology*, Vol. 7, No .5, 773–776
- **Makhloufi C., 2001**. Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels de nord Algérien. Mémoire de magistère d'Agronomie Université de Tiaret. 100 p.
- **Mandal M .D. and Mandal S. (2011)**. Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1: 154-160.
- **Manyi-Loh C. E., Clarke A.M. and Ndip, R.N. (2011)**. Identification of volatile compounds in solvent extracts of honeys produced in South Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 6(18): 4327–4334.
- **Manyi-Loh C. E., Clarke A.M. and Ndip, R.N. (2011)**. Identification of volatile compounds in solvent extracts of honeys produced in South Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 6(18): 4327–4334.
- **Marchenay et Berard, 2007** L’homme, l’abeille et le miel Edition De Borée 223p
- **Marquele, F.D., Di Mambro, V. M., Georgelti, S.R., Casagrande, R., Valim, Y. M.L et Fonseca, M.J.V. (2005)**. Assesment of the antioxidant activities of Brazilian extracts of propolis alone and in topical pharmaceutical formulations. *Journal of pharmaceutical and biochemical analysis*, 39:455-462.
- **Meda A., Lamien C.E., Millogo J., Romito M. and Nacoulma O.G. (2005)**. Physicochemical Analyses of Burkina Fasan Honey. *Acta Veterinaria Brno*, 74: 147-152.
- **Meda, A., Lamien, C. E., Marco, R. [et al.]**. Determination of the total phenolic, flavonoïde and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radicalscavenging activity. *Food Chemistry*, 2005, volume. 91, n°3, p. 571-577.
- **Méthode de Bertrand** pp 1225.
- **Mokhtari Bachir 2016** Miel et lactobacilles du miel : caractéristiques et effets inhibiteurs ‘thèse de master’ université de Mostaganem
- **Molan PC**. The antibactériel activity of honey.1.the nature of the antibacterial activity. *Bee world*. 1992; 73: 5-28
- **Molan PC**. The antibactériel activity of honey.2.Variation in the potency of the antibactériel activity. 1992; 73: 59-76.
- **Molan PC**. Why honey is effective as a medecine, the scientific explanation of its effects. *Bee World*, 2001; 82(1):22-40.
- **Morse, R. und Lisk, D.J.:** Elemental analysis of honeys from several nations, *Am. Bee J.* Nr. 7, 522-523 (1980).
- **Moussa A., Saad A. and Nouredine D. (2012)**. How Honey Acts as an Antioxidant. *Medicinal & Aromatic Plants*, 1: e121.
- **Murat et al., 2007** rapporté par Fizazi imene, Zeddami FZ :étude de l’effet antibacterien sur des souches d’origine hospitalière . Centre Universitaire Belhadj Bouchaib d’Aïn-Témouchent 2018.

### Lettre « N »

- **Nandaa V., Sarkara B.C., Sharma H.K . and Bawa A.S.J., 2003**. Determination of Some major and minor elements in the east of morocco honeys through inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Food Comp. Anal* ; 16(5) :613-619
- **.Nafea E.A., Zidan E.W. Asmaa, M.F. and Sehata, I.A.A. (2013)**. Determination of Organic Acids in Saudian Bee Honey Types. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*. 5(2): 117-120.



- **Nagai T., Inoue R., Inoue H. and Suzuki N., 2002.** Scavenging capacities of pollen extracts from *Cistus ladaniferus* on autoxidation, superoxide radicals, hydroxyl radicals and DPPH radicals. *Nut Res*; 22:519-526.
- **Nair Samira (2006)** .biodiversité végétale et qualité du miel dans la région nord-ouest Algérienne. Mémoire de magister d'écologie
- **Norme Algérienne 15304:** miel d'origine algérienne- critère de qualité.
- **Nomre Alégrienne 19410, 2018** miel méthode d'échantillonnage et d'analyse
- **Norme Codex -stan-12 de 1981**

### Lettre « O »

- **Olaitan PB, Adeleke OE, Ola IO.** Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *Afr Health Sci.* 2007; 7(3):159-65.
- **Ouchemoukh S ., Louaileche H. and Schweizer P., 2007.** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Food Chem*; 18 :52-58.
- **Ouchemoukh S. (2012)** .caractérisations physico-chimiques profils polliniques glucidiques et phénoliques et activité antioxydantes de miel algériens. Thèse de docteur en science .département de biologie phisico-chimique, université Abderrahmane mira Bejaia
- Bejaia.164p.**Ozcan M.D. and Arslam D.A., 2006.** Phenolic profiles and antioxidant capacities of chineseunifloral honeys from different botanical and geographical sources. *Food Chem* ; 99 :24-27.

### Lettre « P »

- **Pérez-Arquillue C., Conchello P., Ariño A., Juan T. and Herrera A. 1995.** Physicochemical attributes and pollen spectrum of some unifloral Spanish honeys. *Food Chem* ; 54:167–172
- **Polus P. (2008)** Anomalies de cristallisation : séparation de phase et arborescence ... *L'Abeille de France*, 944, 83-84.
- **Perdrix J .L., 2003.** Critères de qualité du miel. Bulletin de liaison N°41.Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole.France.
- **PROST P.** ; Apiculture, Paris, Edition J-B.Baillière, P.140-1, 270-2-3,303-15 (1979))

### Lettre « R »

- **Rodier J., 1997.** L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer.8ème Ed. Dunod. France. 57-65pp.
- **Rossant, (2011).** ROSSANT A., 2011- Le miel, un compose complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 132 p.
- **Ruegg M. and Blanc B., 1981** - The water activity of honey and related solutions, *Lebensmitt. Wiss. Technol.* 14, 1-6.
- **Russel KM, Molan PC, Wilkins AL, Holland PT.** Identification of some antibacterial constituents of New Zealand Manuka honey. *J Agric Food Chem.* 1988; 38:10-13.

### Lettre « S »

- **Saxena, s.,gautam, and sharma, a.(2010).**physical, biochemical and antioxidant properties of some indian honeys. *Food chemistry.* 118( 2):391–397.
- **Schramm DD, Karim M, Scharder HR, Holt RR, Cardetti M, keen CL.** Honey with high levels of antioxydants can provide protection to healthy human subjects. *J Agric Food Chem.* 2003; 51(6):1732-5.

- **Schweitzer P., 2004.** Mauvaise herbe et apiculture, Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, Rev. L'abeille de France. pp : 9 -11
- **Schweitzer P., 2009-** Laboratoire d'Analyses et d'Écologie Apicole.
- **Schweitzer, 2004 :** La cristallisation des miels. L'Abeille de France, 901, 149-157.
- **Schweitzer, 2005 :** Un miel étrange... L'abeille de France n°920, Décembre 2005.
- **Shin , H.S.&Ustunol ,Z.** (2005). Carbohydrate composition of honey from different floral sources and their influence on growth of selected intestinal bacteria : An in vitro comparison .Food Research International ,38:721 -728
- **Suc J. P. et Defer J.,** 2003 - L'outil palynologique. Publications de l'APBG, Paris, 199 p.

### Lettre « T »

- **Terrab A., Vega-Pérez J.M., Diez M.J. and Heredia F.J., 2001.** Characterization of northwest Moroccan honeys by gas chromatographic-mass spectrometric analysis of their sugar components. J Sci Food Agric ; 82 : 179-185.
- **Terrab A, Diez MJ, Heredia FJ (2002).** Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food Chemistry ; 79: 337-73.
- **Terrab A, Diez MJ, Heredia FJ (2002).** Characterization of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. Food Chemistry ; 79: 337-73

### Lettre « V »

- **VERDAN J.** ; Projet de charte qualité miel du parc naturel régional de verdan, p.4 (2002).]
- **Vorwohl G (1964)** Die Beziehungen zwischender elektrischen Leitfähigkeit der Honige und ihrer Herkunft. Ann Abeille 7(4), 301-308.
- **Vallianou NG., Gounari P., Skourtis A., Panagos J. and Kazazis C. (2014).** Honey and its Anti-Inflammatory, Anti-Bacterial and Anti-Oxidant Properties. General Medicin, 2: 132.
- **Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernandez-lopez J, Perez-Alvarez JA.** Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. J Food Sci. 2008; 73(9): 117-24.

### Lettre « W »

- **White, J. W., Subers, M. H., Schepartz, A. I.,(1963).**The identification of inhibited the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in honey glucose-oxidases system. Biochimica et Biophysica Acta, 73,57-70
- **White J(1980).**Hydroxyméthylfurfural and honey adulteration 1-ASSOC.OFFAMEL
- **Chem.63.pp:7-10.Weston, R. J., (2000).**The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: A review. Food Chemistry, 71, 235-239

### Lettre « Z »

- **Ziegler. H, (1968) :** *La sécrétion du nectar, in Traité biologique de l'abeille, Tome 3.* Édition Masson de Cie, Paris. Pp : 218-247.
- **Zumla A, Lulat A.** Honey—a remedy rediscovered. J R Soc Med. 1989; 82(7): 384-5.

### Sites :

[https://itsap.asso.fr/pages\\_thematiques/produits-de-la-ruche/differents-types-de-fraudes-miel/](https://itsap.asso.fr/pages_thematiques/produits-de-la-ruche/differents-types-de-fraudes-miel/)

consulté le 05/04/2020 à 21h37

<http://madrp.gov.dz/> consulté le 12/04/2020 à 13h50

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01293955> consulté le 13/03/2020 à 10h00

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00890893> consulté le 13/03/2020 à 10h15

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Escherichia\\_coli](https://fr.wikipedia.org/wiki/Escherichia_coli)

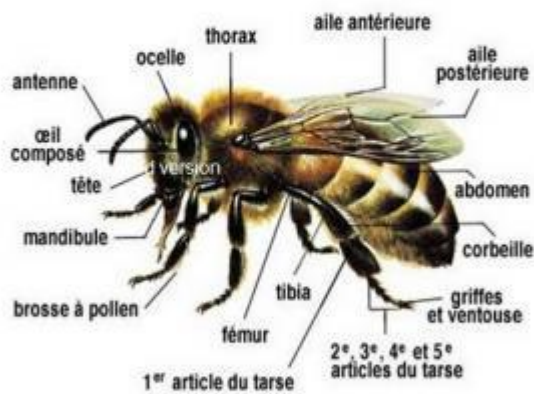
<http://apitherapie-tunisie.e-monsite.com/pages/le-monde-des-abeilles/biologie-de-l-abeille/anatomie-de-l-abeille.html> Consulté le 20/07/2020 8h30

# ANNEXES

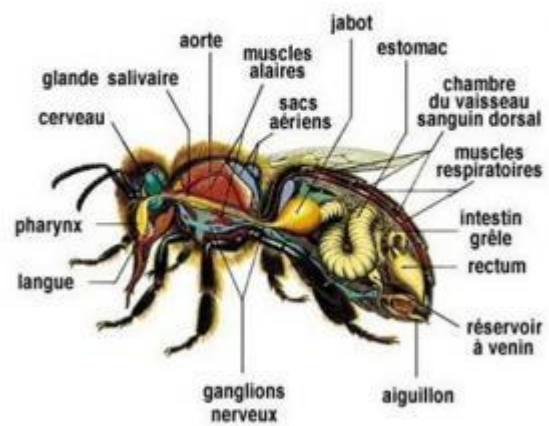
## Annexe I : Anatomie interne d'une abeille

(<http://apitherapie-tunisie.e-monsite.com/pages/le-monde-des-abeilles/biologie-de-l-abeille/anatomie-de-l-abeille.html>)

### Anatomie de l'abeille



Anatomie externe



Anatomie interne

## Annexe II : Schéma illustrant les différentes étapes de la récolte du miel (Anonyme).



## Annexe III : Choix des microorganismes

### 1. Escherichia coli

#### Classification

Règne: *Bacteria*  
 Embranchement: *Proteobacteria*  
 Classe: *GammaProteobactéries*  
 Ordre: *Enterobacteriales*  
 Famille: *Enterobacteriaceae*  
 Genre: *Escherichia*  
 Espèce: *Escherichia coli*

#### Définition et pouvoir pathogène :

Ce sont des bacilles Gram négatives, anaérobie facultative, sont des hôtes communs de la microflore, commensale intestinale de l'homme et des animaux à sang chaud, on les trouve aussi dans le tractus vaginal. Il est connu que certaines souche <<spécialisées>> de E. colisont associées à des pathologies très divers, tant chez l'homme que chez l'animal; diarrhée, gastroentérites, infections du tractus urinaires, infection congénitale et néonatales, dysenterie, méningites, septicémies, le syndrome hémolytique et urémique ect

### 3. Pseudomonas aeruginosa

#### Classification:

Règne: *Bacteria*  
 Embranchement: *proteobacteria*  
 Classe: *Gamma proteobacteria*  
 Ordre: *Pseudomonadales*  
 Famille: *Pseudomonadaceae*  
 Genre: *Pseudomonas*  
 Espèce: *Pseudomonas aeruginosa*

#### Définition et pouvoir pathogène :

Des bacilles Gram négatifs, aérobies strictes, généralement mobiles grâce à des flagelles. Elles sont généralement considérées comme pathogènes opportunistes infectants préférentiellement des sujets hospitalisés, immun-déficients ou affaiblis. Les formes de pathologie qu'elle engendre sont diverses: des infections respiratoires, cutanées, urinaires et pulmonaires, des méningées d'inoculation, des septicémies, des leucémies et d'autres maladies.

### 5. Staphylococcus aureus

#### Classification

Règne: *Bacteria*  
Embranchement: *Firmicutes*  
Classe: *Bacilli*  
Ordre: *Bacillales*  
Famille: *Staphylococcaceae*  
Genre: *Staphylococcus*  
Espèce: *Staphylococcus aureus*

### **Définition et pouvoir pathogène**

Ce sont des bactéries de formes arrondies à Gram positif, groupés en amas ayant la forme de grappes de raisin, immobiles, non sporulés, anaérobies facultatives, catalase positive et oxydase négative. On les trouve généralement sur les muqueuses nasales et la peau de l'homme et des animaux (rhino-pharynx, intestin).

Contrairement aux autres *Staphylococcus* communs, *S. aureus* produit une coagulase qui est un enzyme responsable de la coagulation du sang. C'est l'agent pathogène le plus important chez l'homme, il cause des abcès, des infections cutanées, les infections des blessures et des brûlures, des infections articulaires et congénitales, des pneumonies, des empoisonnements et des diarrhées et d'autres maladies.

## Annexe IV : Matériels non biologiques

<b>Solvants, solutions et réactifs</b>	<b>Appareils, instruments</b>	<b>Milieux de culture</b>
Acide acétique	Autoclave	Mueller Hinton
Acide chlorhydrique(37%)	Bain marie	
Acide sulfurique	Balance analytique	
Acide borique	Bec benzen	
Bleu de Méthylène	Centrifugeuse	
Rouge de méthylène	Conductimètre	
Chlorure de sodium	Etuve	
Eau distillée	Mélangeur Vortex	
Ether diéthylique	Microscope photonique	
Hydroxyde de sodium	PH mètre · Refractomètre	
Acide chloridrique	Spectrophotomètre UV-visible	
Phynofaline	Filtre en verre fritté	
L'oxyde du cuivre	Distillateur buchi	
Résorcine	Four à moufle	
Solution de bisulfite de sodium	Boite de pétri	
Solution de carrez 1	Plaque chauffante	
Solution de carrez 2	Dessiccateur	
Sulfate de sodium		
Sulfate ferrique		
Acétate de plomp		
Solution A		
Solution B		
Solution C·KMnO4		



## Annexe V : Table CHATAWAY

<b>Indice de réfraction à 20°C</b>	<b>Pourcentage réel d'eau</b>	<b>indice de réfraction à 20°C</b>	<b>Pourcentage réel d'eau</b>
1.5041	13.0	1.4910	18.2
1.5035	13.2	1.4905	18.4
1.5030	13.4	1.4900	18.6
1.5025	13.6	1.4895	18.8
1.5020	13.8	1.4890	19.0
1.5015	14.0	1.4885	19.2
1.5010	14.2	1.4880	19.4
1.5005	14.4	1.4876	19.6
1.5000	14.6	1.4871	19.8
1.4995	14.8	1.4866	20.0
1.4990	15.0	1.4862	20.2
1.4985	15.2	1.4858	20.4
1.4980	15.4	1.4853	20.6
1.4975	15.6	1.4849	20.8
1.4970	15.8	1.4844	21.0
1.4965	16.0	1.4828	21.5
1.4960	16.2	1.4815	22.0
1.4955	16.4	1.4802	22.5
1.4950	16.6	1.4789	23.0
1.4945	16.8	1.4777	23.5
1.4940	17.0	1.4764	24.0
1.4935	17.2	1.4752	24.5
1.4930	17.4	1.4739	25.0
1.4925	17.6	1.4726	25.5
1.4920	17.8	1.4714	26.0
1.4915	18.0	1.4702	26.5

## Annexe VI : Préparation des solutions «HMF»

**Solution de carrez 1:** Dissoudre 15g d'hexacyanoferrate de potassium(II),  $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$  dans l'eau et compléter à 100ml.

**Solution de carrez 2:**

Dilue 30g d'acétate de zinc,  $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$  et compléter à 100 ml.

**Solution de bisulfite de sodium 0.2g/100g :**

Dissoudre 0.2g de sulfate de sodium et d'hydrogène  $NaHSO_3$ , (ou métabisulfite  $Na_2S_2O_5$ ) dans l'eau et diluer à 100ml.

Préparer une solution fraîchement quotidiennement.

### SOLUTION DE PERMANGANATE DE POTASSIUM 0,1N

#### Préparation

- Dissoudre environ 3,3 g de permanganate de potassium dans 1000 ml d'eau;
- Faire bouillir pendant 15 minutes.
- Laisser au repos dans un flacon hermétiquement fermé pendant au moins 2 jours;
- Filtrer en verre fritté de porosité fine;
- Conserver dans une bouteille munie d'un bouchon de verre protégeant la solution de la lumière;

#### Vérification du titre:

- Dissoudre exactement 0,2 g d'oxalate de sodium préalablement séché à  $110^\circ C$  dans 250 ml d'eau distillée;
- Ajouter 7 ml d'acide sulfurique
- Chauffer à environ  $70^\circ C$  et titrer avec le permanganate de potassium préparé pendant que la solution reste chaude;
- Chaque ml de permanganate de potassium 0,1N est équivalent à 6,7 mg d'oxalate de sodium.
- Après avoir noté la prise d'essai de l'oxalate de sodium, on calcule la chute théorique correspondant à 0,1N.

#### - Exemple:

- Prise d'essai = 202,5 mg d'oxalate de sodium
- Chute théorique =  $202,5 \text{ mg} / 6,7 = 30,2 \text{ ml}$

- Après titration avec la solution préparée, si la chute trouvée ne correspond pas à la chute théorique, on calcule un rapport afin de pouvoir corriger la solution préparée, on procède comme suit:

Chute trouvée = 25,5 ml

Chute théorique = 30,2 ml

Rapport = chute théorique/ chute trouvée =  $30,2 / 25,5$ ----- Rapport = 1,184

- Calcul de la normalité de la solution préparée =  $1,184 \times 0,1 = 0,118 \text{ N}$
- Pour corriger cette solution il faut ajouter de l'eau distillée en appliquant la formule suivante :

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

### Exemple numérique:

Pour corriger 500 ml de permanganate de potassium de 0,118 N à 0,1N, on calcule le volume d'eau distillée qu'on doit ajouter à notre solution en appliquant la formule précédente:

$$500 \times 0,1 = 0,118 \times V_2 \Rightarrow V_2 = 423,72 \text{ ml Volume d'eau distillée à ajouter} = 500 - 423,72 = 76,27 \text{ ml}$$

Après avoir corrigé la solution, on revérifie le titre de la même façon

## Annexe VII : Préparation solution cuivrique A

### Solution cuivrique (A)

- Sulfate de cuivre(II)  $\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$ -----40g
- Acide sulfurique  $d = 1.84$ -----2ml
- Eau distillée-----q.s.p 1000mlSolution

## Annexe VIII : Préparation solution tartro-alkaline B

- Tartrate de sodium et de potassium NaK ( $\text{H}_4\text{C}_4\text{O}_6$ ) , $4\text{H}_2\text{O}$ -----200g
- Hydroxyde de sodium NaOH-----150g
- Eau distillée-----q.s.p 1000ml

## Annexe IX : Préparation de la liqueur ferrique C

### Solution ferrique(C)

- Sulfate de fer (III)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ -----50g
- Acide sulfurique  $d=1.84$ ----- (108ml) 200g
- Eau distillée-----q.s.p 1000ml

**Catalyseur** : -sulfate de potassium :10 portion  
 -sulfate de cuivre : 01 partie

**Acide borique** 40g / 1 litre

### Indicateur coloré :

- 2 p rouge de méthyle 0.2 % (dissout dans l'alcool)
- 1 p bleu de méthylène 1.2 % (sol aqueuse)

## Annexe X : Table de BERTRAND

<i>volume du permanganate de potassium (ml)</i>	Cuivre en mg	<i>glucose en mg (Sucres Totaux)</i>	<i>Sucres interverti en mg (Sucres Réducteurs)</i>	Saccharose en mg
3,2	20,3	10	10	9,3
3	20,9	10,2	10,2	9,6
4	21,5	10,5	10,4	9,8
5	22,2	10,9	10,7	10,1
6	28,8	11,2	11	10,4
7	23,4	11,5	11,3	10,7
8	24,1	11,9	11,7	11,1
9	24,7	12,2	12	11,4
4	25,4	12,5	12,4	11,7
1	26	12,8	12,7	12
2	26,6	13,1	13	12,3
3	27,3	13,5	13,3	12,6
4	27,9	13,8	13,6	12,9
5	28,5	14,1	14	13,3
6	29,2	14,5	14,3	13,5
7	29,8	14,8	14,6	13,8
8	30,4	15,2	14,9	14,1
9	31,1	15,5	15,3	14,5
5	31,7	15,7	15,5	14,7
1	32,3	16	15,9	15,1
2	33	16,4	16,2	15,4
3	33,6	16,7	16,5	15,6
4	34,2	17	16,8	15,9
5	34,9	17,3	17,2	16,3
6	35,5	17,6	17,5	16,6
7	36,1	17,9	17,8	16,9
8	36,8	18,3	18,1	17,2
9	37,4	18,6	18,5	17,5
6	38,1	19	18,8	17,8
1	38,7	19,3	19,1	18,1
2	39,3	19,6	19,4	18,4
3	40	19,9	19,7	18,7
4	40,6	20,2	20,1	19
5	41,2	20,5	20,4	19,3
6	41,9	21	20,7	19,6
7	42,5	21,2	21,1	20
8	43,1	21,5	21,4	20,3
9	43,8	22	21,7	20,6

<i>volume du permanganate de potassium (ml)</i>	Cuivre en mg	<i>glucose en mg (Sucres Totaux)</i>	<i>Sucres interverti en mg (Sucres Réducteurs)</i>	Saccharose en mg
7	44,4	22,2	22	20,9
1	45	22,5	22,4	21,2
2	45,7	23	22,7	21,5
3	46,3	23,2	23	21,8
4	46,9	23,5	23,4	22,2
5	47,6	24	23,7	22,5
6	48,2	24,2	24,1	22,8
7	48,8	24,5	24,4	23,1
8	49,5	25	24,7	23,4
9	51,1	25,2	25,1	23,8
8	51,8	25,5	25,5	24,2
1	52	26	25,8	24,5
2	52,4	26,2	26,1	24,8
3	52,7	26,6	26,5	25,1
4	53,3	27	26,8	25,4
5	53,9	27,2	27,1	25,8
6	54,6	27,6	27,5	26,1
7	55,2	28	27,8	26,4
8	55,8	28,2	28,1	26,7
9	56,5	28,6	28,5	27
9	57,1	29	28,8	27,3
1	57,7	29,2	29,1	27,6
2	58,4	29,6	29,5	28
3	59	30	29,8	28,3
4	59,6	30,2	30,1	28,6
5	60	30,6	30,5	28,9
6	60,9	31	30,8	29,2
7	61,5	31,3	31,1	29,5
8	62,2	31,6	31,5	29,8
9	62,8	32	31,8	30,2
10	63,5	32,3	32,2	30,5
1	64,2	32,7	32,5	30,8
2	64,7	33	32,9	31,2
3	65,4	33,4	33,3	31,6
4	66	33,7	33,6	31,9
5	66,6	34	33,9	32,2
6	67,3	34,4	34,3	32,5
7	67,9	34,7	34,6	32,8
8	68,5	35,1	35	33,2
9	69,2	35,5	35,3	35,5

<i>volume du permanganate de potassium (ml)</i>	Cuivre en mg	<i>glucose en mg (Sucres Totaux)</i>	<i>Sucres interverti en mg (Sucres Réducteurs)</i>	Saccharose en mg
<b>11</b>	69,8	35,8	35,6	33,8
<b>1</b>	70,4	36,1	36	34,2
<b>2</b>	71,1	36,5	36,4	34,5
<b>3</b>	71,7	36,8	36,7	34,8
<b>4</b>	72,3	37,1	37	35,1
<b>5</b>	73,3	37,5	37,4	35,5
<b>6</b>	73,6	37,8	37,7	35,8
<b>7</b>	74,3	38,2	38,1	36,1
<b>8</b>	74,9	38,5	38,4	36,4
<b>9</b>	75,5	38,8	38,7	36,7
<b>12</b>	76,2	39,2	39,1	37,1
<b>1</b>	76,8	39,6	39,4	37,4
<b>2</b>	77,4	39,9	39,7	37,7
<b>3</b>	78,1	40,3	40,2	38,1
<b>4</b>	78,7	40,6	40,5	38,4
<b>5</b>	79,3	40,9	40,8	38,7
<b>6</b>	80	41,3	41,2	39,1
<b>7</b>	80,4	41,7	41,8	39,5
<b>8</b>	81,2	42	42	39,9
<b>9</b>	81,9	42,4	42,3	40,1
<b>13</b>	82,5	42,7	42,6	40,4
<b>1</b>	83,1	43,1	43	40,8
<b>2</b>	83,7	43,4	43,3	41,1
<b>3</b>	84,4	43,8	43,7	41,5
<b>4</b>	85	44,1	44,1	41,8
<b>5</b>	85,6	44,5	44,4	42,1
<b>6</b>	86,3	45	44,7	42,4
<b>7</b>	86,9	45,2	45,2	42,9
<b>8</b>	87,5	45,6	45,5	43,2
<b>9</b>	88,2	46	45,9	43,9
<b>14</b>	88,9	46,3	46,3	44,2
<b>1</b>	89,5	46,7	46,6	44,6
<b>2</b>	90,1	47	47	44,9
<b>3</b>	90,8	47,4	47,3	45,2
<b>4</b>	91,4	47,7	47,6	45,6
<b>5</b>	92	48,1	48	45,9
<b>6</b>	92,7	48,5	48,4	46,3
<b>7</b>	93,3	48,8	48,8	46,6
<b>8</b>	93,9	49,1	49,1	47
<b>9</b>	94,6	49,5	49,5	47,3

<i>volume du permanganate de potassium (ml)</i>	Cuivre en mg	<i>glucose en mg (Sucres Totaux)</i>	<i>Sucres interverti en mg (Sucres Réducteurs)</i>	Saccharose en mg
<b>15</b>	95,2	40,8	49,8	47,6
<b>1</b>	95,8	50,2	50,2	47,9
<b>2</b>	96,4	50,5	50,5	48,4
<b>3</b>	97,1	51	51	48,7
<b>4</b>	97,7	51,3	51,3	49
<b>5</b>	98,3	51,6	51,6	49,4
<b>6</b>	99	52	52,1	49,7
<b>7</b>	99,6	52,4	52,4	50
<b>8</b>	100,2	52,7	52,7	50,4
<b>9</b>	100,9	53,1	53,1	50,8
<b>16</b>	101,6	53,3	53,5	51,2
<b>1</b>	102,2	54	53,9	51,5
<b>2</b>	102,8	54,2	54,2	51,8
<b>3</b>	103,5	54,6	54,6	52,2
<b>4</b>	104,1	55	55	52,5
<b>5</b>	104,7	55,3	55,3	52,9
<b>6</b>	105,4	55,7	55,7	53,2
<b>7</b>	106	56,1	56,1	53,5
<b>8</b>	106,6	56,4	56,4	54
<b>9</b>	107,3	56,8	56,9	54,3
<b>17</b>	107,9	57,1	57,2	54,6
<b>1</b>	108,5	57,5	57,5	55
<b>2</b>	109,1	57,8	57,9	55,3
<b>3</b>	109,8	58,2	58,3	55,7
<b>4</b>	110,4	58,6	58,7	56
<b>5</b>	111	59	59	56
<b>6</b>	111,7	59,3	59,4	56,4
<b>7</b>	112,3	59,7	59,8	56,8
<b>8</b>	112,9	60	60,1	57,1
<b>9</b>	113,5	60,4	60,4	57,3
<b>18</b>	114,3	60,8	61	57,9
<b>1</b>	114,9	61,2	61,3	58,2
<b>2</b>	115,5	61,5	61,6	58,5
<b>3</b>	116,2	62	62,1	58,9
<b>4</b>	116,8	62,3	62,4	59,2
<b>5</b>	117,4	62,8	62,9	59,7
<b>6</b>	118,1	63,1	63,2	60
<b>7</b>	118,7	63,4	63,5	60,3
<b>8</b>	119,3	63,8	64	60,8
<b>9</b>	120	64,2	64,4	61,1

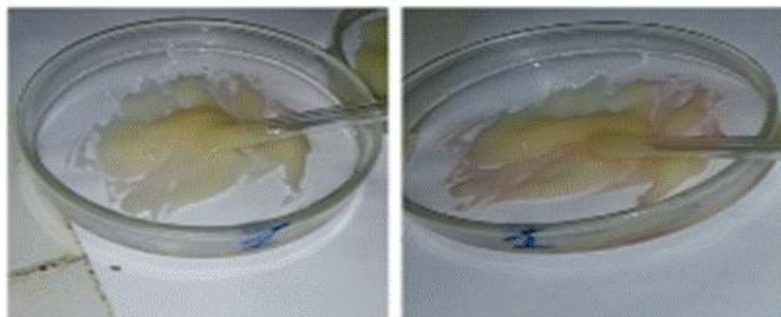


<i>volume du permanganate de potassium (ml)</i>	Cuivre en mg	<i>glucose en mg (Sucres Totaux)</i>	<i>Sucres interverti en mg (Sucres Réducteurs)</i>	Saccharose en mg
<b>19</b>	120,6	64,5	64,8	61,5
<b>1</b>	121,2	65	65,1	61,8
<b>2</b>	121,8	65,2	65,4	62,1
<b>3</b>	122,5	65,7	65,9	62,6
<b>4</b>	123,1	66	66,2	62,8
<b>5</b>	123,7	66,4	66,5	63,1
<b>6</b>	124,4	66,8	67,1	63,7
<b>7</b>	125	67,1	67,4	64
<b>8</b>	125,6	67,5	67,8	64,4
<b>9</b>	126,3	68	68,2	64,7
<b>20</b>	127	68,3	68,7	65,2
<b>1</b>	127,6	68,7	69	65,5
<b>2</b>	128,2	69	69,3	65,8
<b>3</b>	128,9	69,4	69,7	66,2
<b>4</b>	129,5	69,8	70,1	66,5
<b>5</b>	130,1	70,2	70,5	66,9
<b>6</b>	130,8	70,8	71	67,4
<b>7</b>	131,4	71	71,3	67,7
<b>8</b>	132	71,3	71,6	68
<b>9</b>	132,7	71,7	72,1	68,4
<b>21</b>	133,3	72,1	72,4	68,7
<b>1</b>	133,9	72,5	72,9	69,2
<b>2</b>	134,5	72,8	73,1	69,5
<b>3</b>	135,2	73,3	73,6	69,9
<b>4</b>	135,8	73,6	74,1	70,4
<b>5</b>	136,4	74	74,4	70,6
<b>6</b>	137,1	74,5	74,9	71,1
<b>7</b>	137,4	74,8	75,2	71,4
<b>8</b>	138,3	75,2	75,6	71,8
<b>9</b>	139	75,6	76	72,2
<b>22</b>	139,7	76	76,4	72,5
<b>1</b>	140,3	76,4	76,8	72,9
<b>2</b>	140,9	76,8	77,2	73,3
<b>3</b>	141,6	77,2	77,6	73,7
<b>4</b>	142,2	77,6	78	74,1
<b>5</b>	142,8	78	78,3	74,3
<b>6</b>	143,5	78,4	78,8	74,8
<b>7</b>	144,1	78,7	79,2	75,2
<b>8</b>	144,7	79,1	79,5	75,5
<b>9</b>	145,4	79,5	80	76

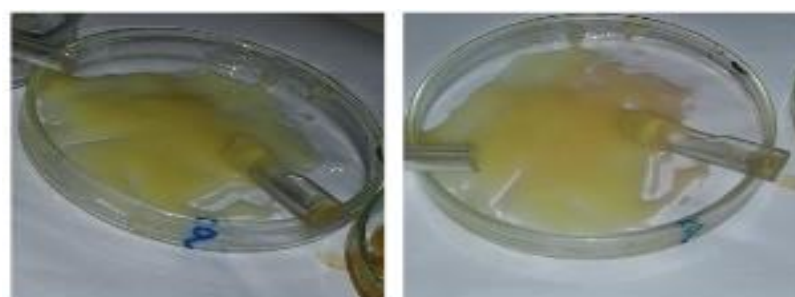
<i>volume du permanganate de potassium (ml)</i>	Cuivre en mg	<i>glucose en mg (Sucres Totaux)</i>	<i>Sucres interverti en mg (Sucres Réducteurs)</i>	Saccharose en mg
<b>23</b>	146	80	80,3	76,2
<b>1</b>	146,6	80,3	80,8	76,7
<b>2</b>	147,2	80,6	81,1	77
<b>3</b>	147,9	81,1	81,5	77,4
<b>4</b>	148,5	81,5	82	77,9
<b>5</b>	149,1	81,8	82,3	78,1
<b>6</b>	149,8	82,3	82,8	78,6
<b>7</b>	150,4	82,6	83,2	79
<b>8</b>	151	83	83,5	79,3
<b>9</b>	151,7	83,5	84	79,8
<b>24</b>	152,4	84	84,4	80,1
<b>1</b>	153	84,3	84,8	80,5
<b>2</b>	153,6	84,7	85,2	80,9
<b>3</b>	154,3	85,1	85,6	81,3
<b>4</b>	154,9	85,5	86	81,7
<b>5</b>	155,5	86	86,3	81,9
<b>6</b>	156,2	86,3	86,7	82,3
<b>7</b>	156,8	86,7	87,2	82,8
<b>8</b>	157,4	87,1	87,5	83,1
<b>9</b>	158,1	87,5	88,1	83,6
<b>25</b>	158,7	88	88,4	83,9
<b>1</b>	159,3	88,3	88,9	84,4
<b>2</b>	159,9	88,6	89,2	84,7
<b>3</b>	160,6	89,1	89,6	85,1
<b>4</b>	161,2	89,5	90	85,5
<b>5</b>	161,8	89,8	90,3	85,7
<b>6</b>	162,5	90,3	90,9	86,3
<b>7</b>	163,1	90,6	91,2	86,6
<b>8</b>	163,7	91	91,6	87
<b>9</b>	164,4	91,5	92,1	87,4
<b>26</b>	165,1	92	92,5	87,8
<b>1</b>	165,7	92,3	93	88,3
<b>2</b>	166,3	92,7	93,3	88,6
<b>3</b>	167	93,1	93,8	89,1
<b>4</b>	167,6	93,5	94,1	89,3
<b>5</b>	168,2	94	94,5	89,7
<b>6</b>	168,9	94,3	95	90,2
<b>7</b>	169,5	94,7	95,3	90,5
<b>8</b>	170,1	95,1	95,8	91
<b>9</b>	170,8	95,5	96,2	91,3

<i>volume du permanganate de potassium (ml)</i>	Cuivre en mg	<i>glucose en mg (Sucres Totaux)</i>	<i>Sucres interverti en mg (Sucres Réducteurs)</i>	Saccharose en mg
<b>27</b>	171,4	96	96,6	91,7
<b>1</b>	172	96,3	97	92,1
<b>2</b>	173,6	96,6	97,3	92,9
<b>3</b>	173,9	97,1	97,9	93
<b>4</b>	174	97,5	98,2	93,2
<b>5</b>	174,5	98	98,6	93,6
<b>6</b>	175,2	98,3	99,1	94,1
<b>7</b>	175,8	98,7	99,4	94,4
<b>8</b>	176,4	99,1	99,9	94,9
<b>9</b>	177,1	99,5	100,3	95,2

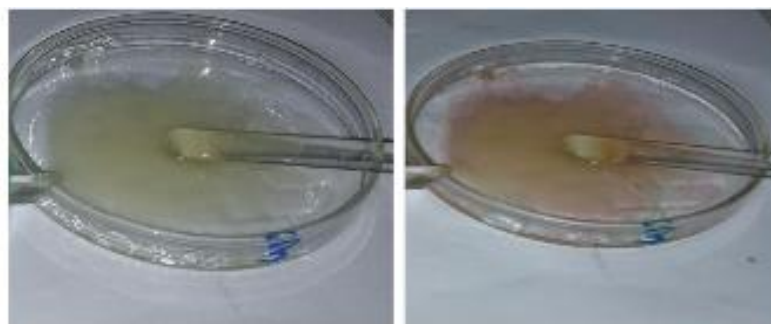
## Annexe XI : Test FIEHE



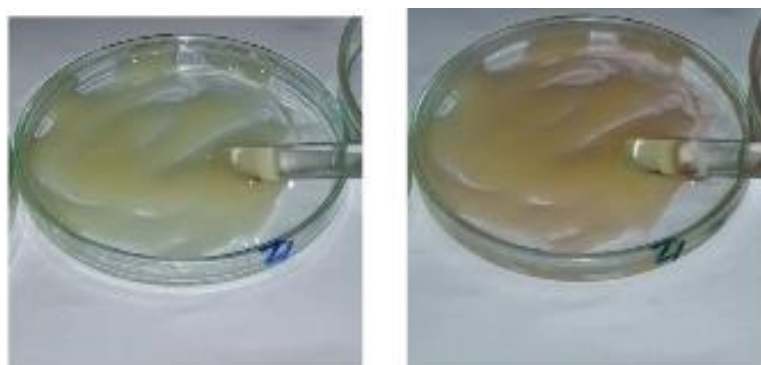
Test de FIEHE de l'échantillon N°1



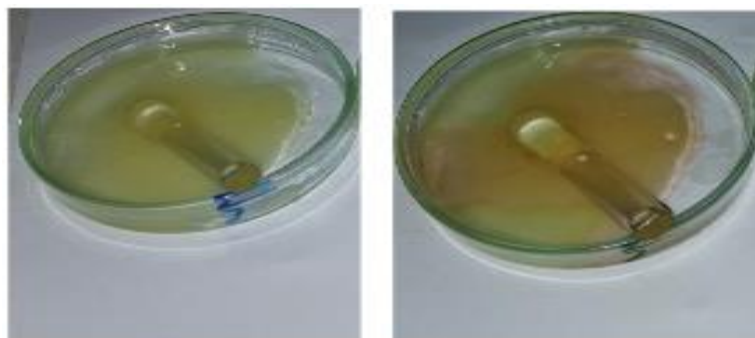
Test de FIEHE de l'échantillon N°2



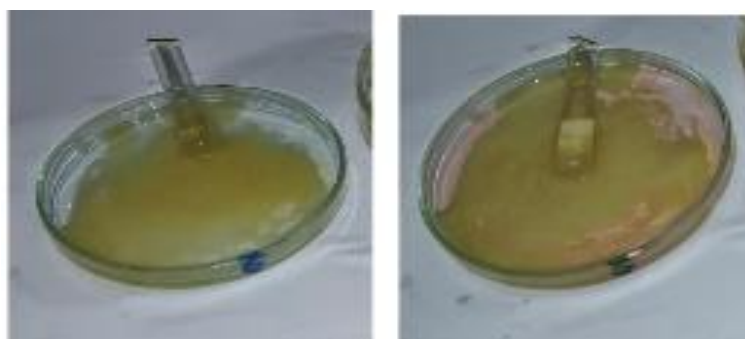
Test de FIEHE de l'échantillon N°3



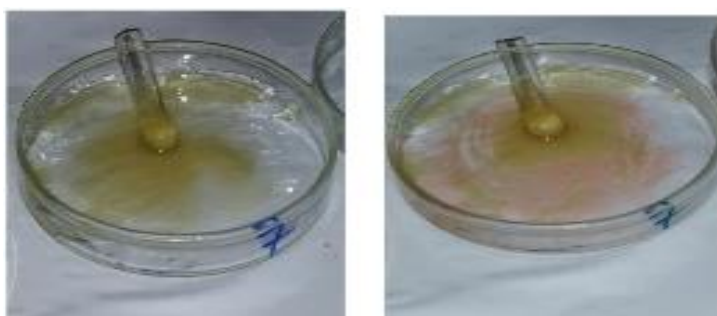
Test de FIEHE de l'échantillon N°4



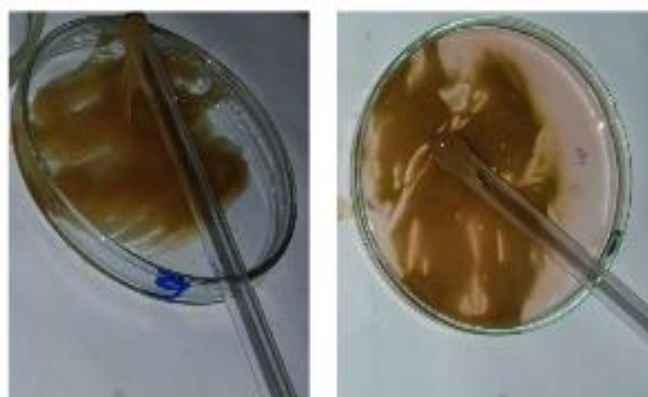
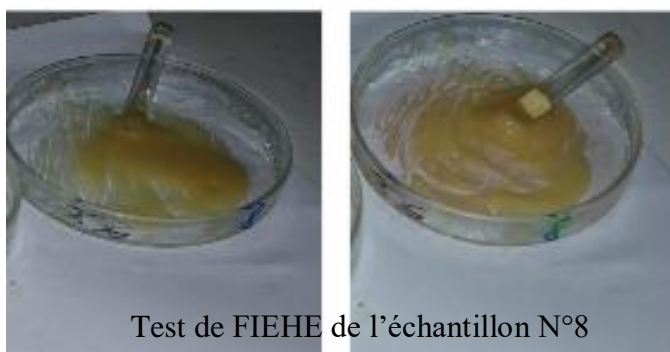
Test de FIEHE de l'échantillon N°5



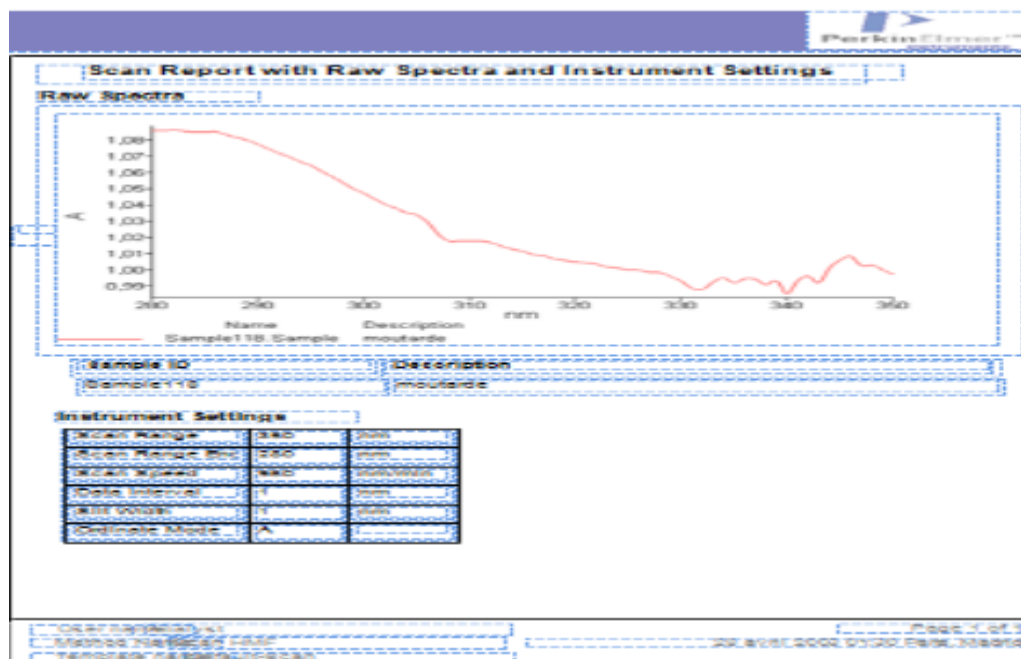
Test de FIEHE de l'échantillon N°6



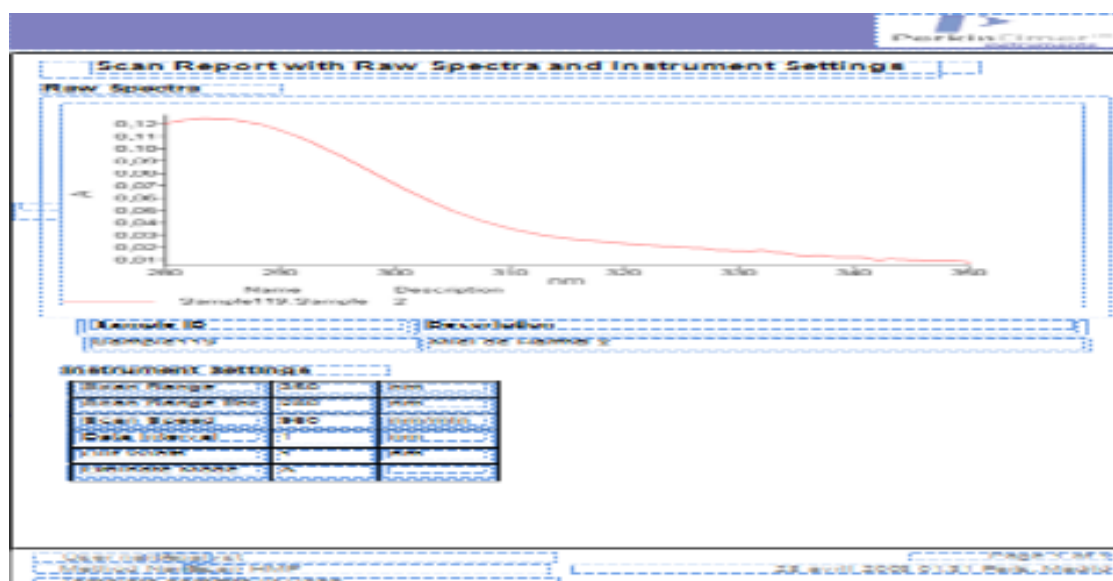
Test de FIEHE de l'échantillon N°7



## Annexe XII : Dosage d'HMF par spectrométrie des miels

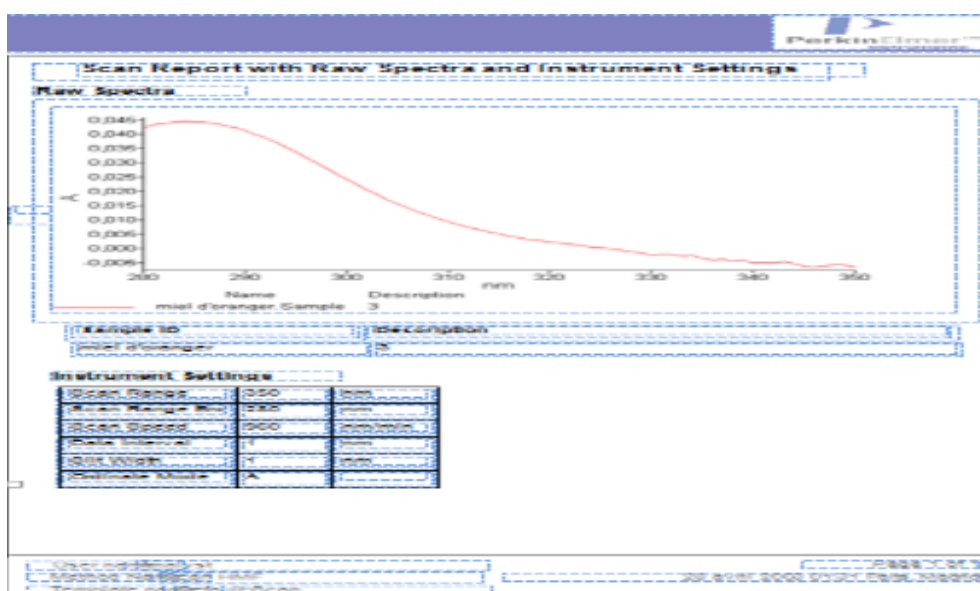


Dosage d' HMF par spectrophotométrie d'échantillon N°1

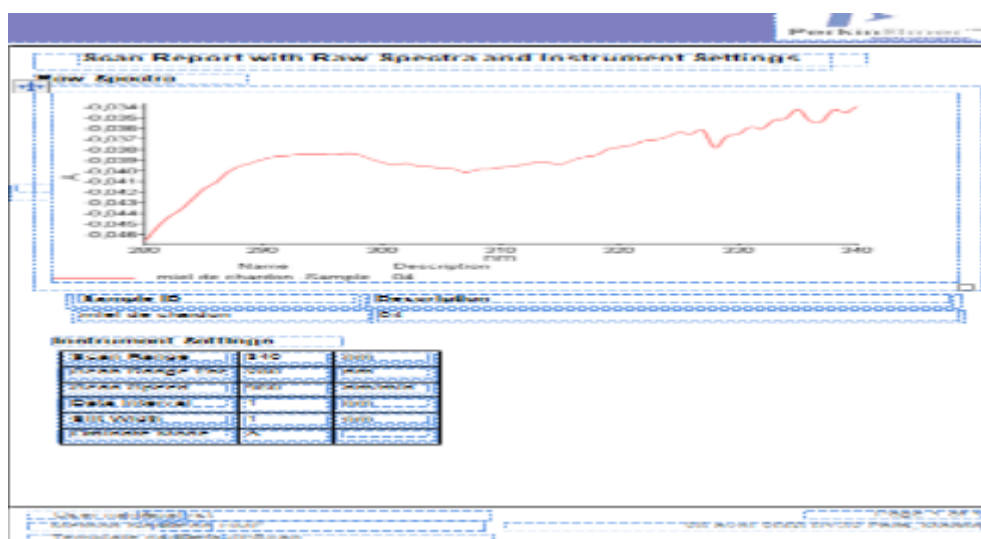


Dosage d' HMF par spectrophotométrie d'échantillon N°2

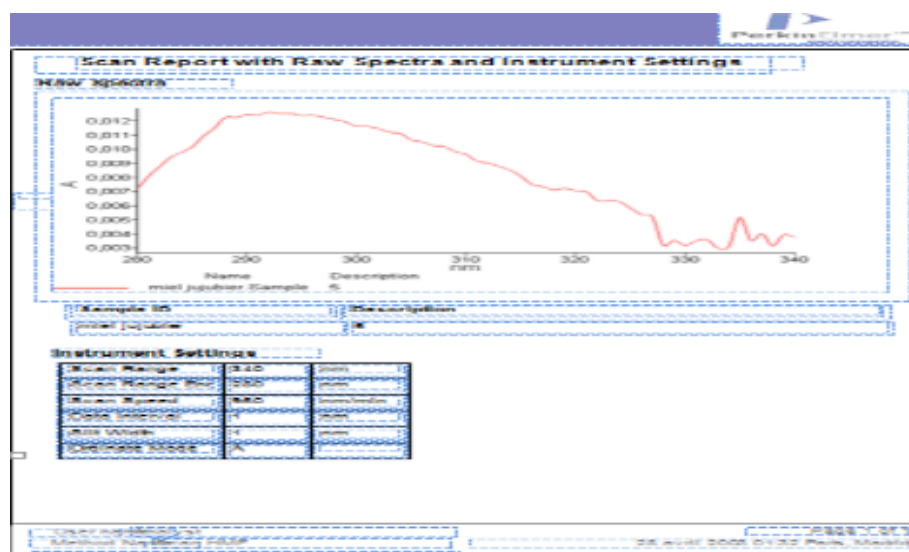




Dosage d' HMF par spectrophotométrie d'échantillon N°3

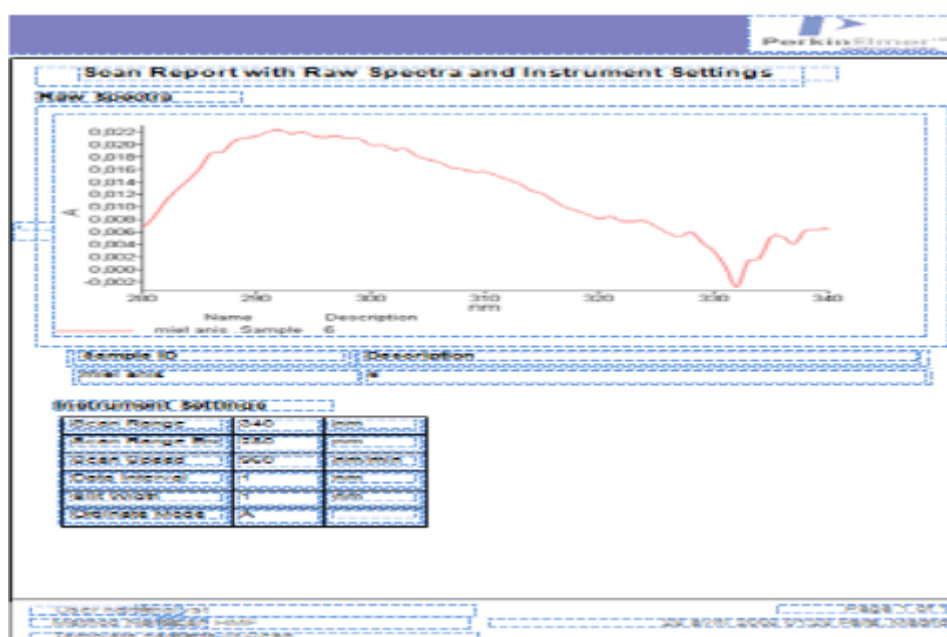


Dosage d' HMF par spectrophotométrie d'échantillon N°4

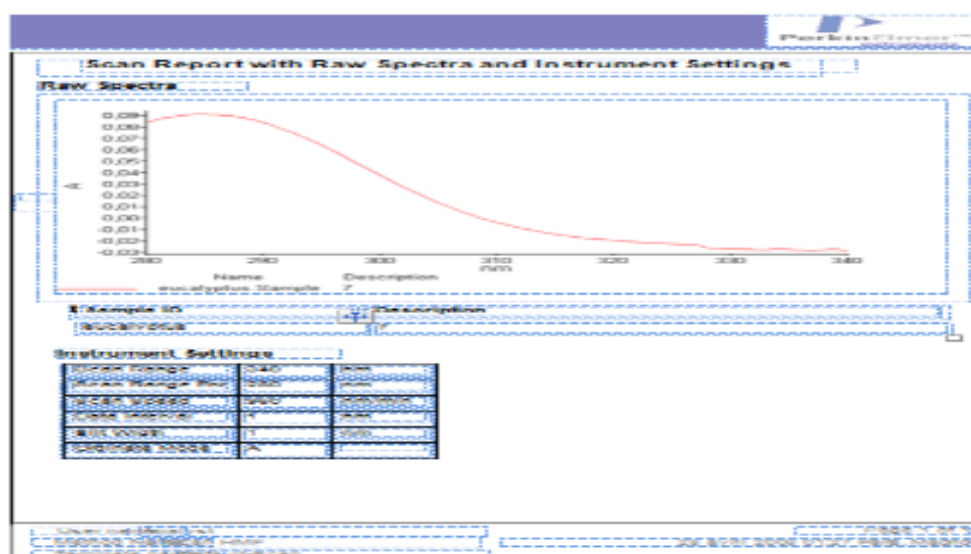




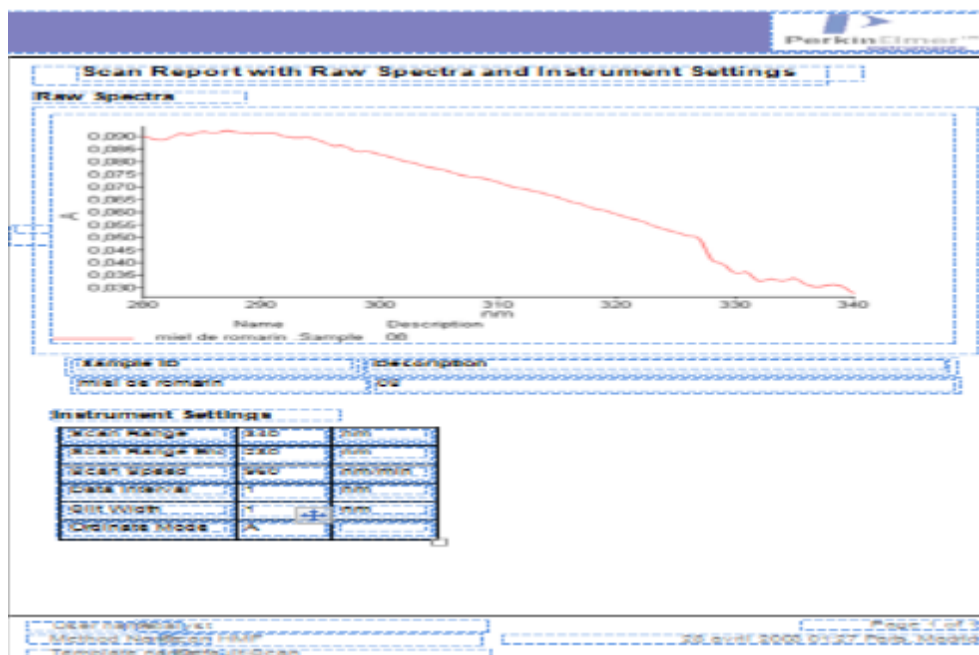
## Dosage d' HMF par spectrophotométrie d'échantillon N°5



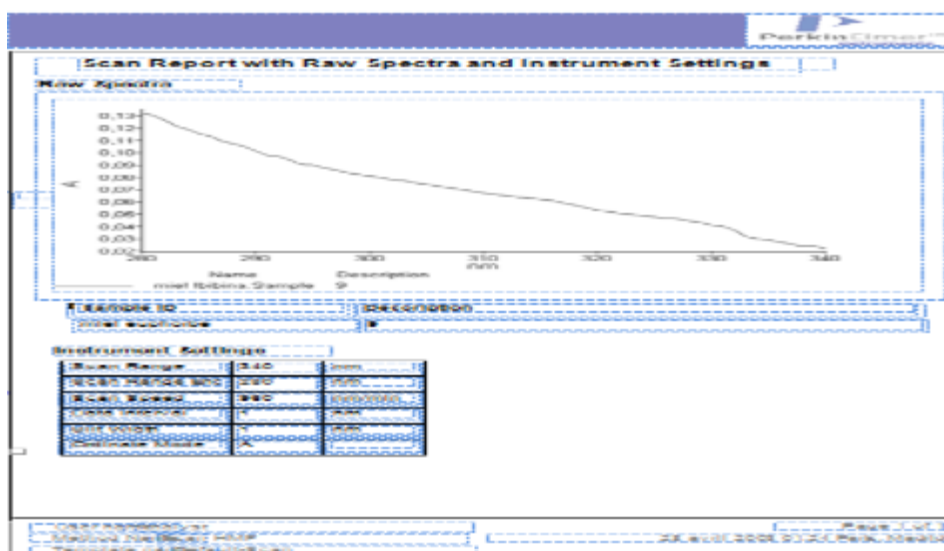
## Dosage d' HMF par spectrophotométrie d'échantillon N°6



## Dosage d' HMF par spectrophotométrie d'échantillon N°7



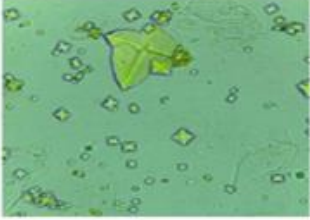








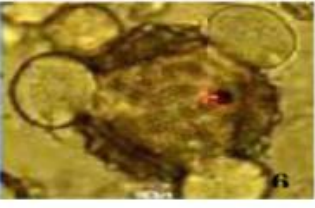




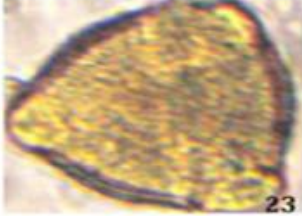


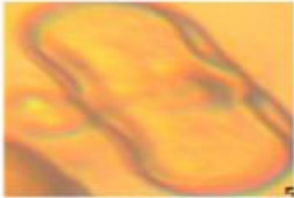


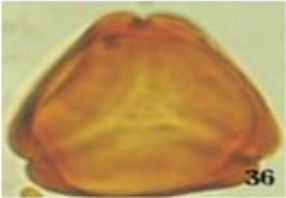


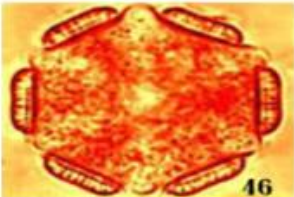


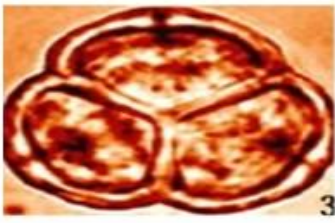
Dosage d' HMF par spectrophotométrie d'échantillon N°8



Dosage d' HMF par spectrophotométrie d'échantillon N°9

## Annexe XIII : identification des grains de pollen

Plantes	Fleurs	Pollen
<b>Moutarde sauvage</b>		
		
<b>Harmal</b>		
		
<b>Oranger</b>		
		
<b>Chardon</b>		
		

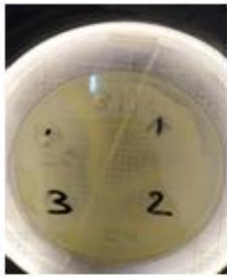








Plantes	Fleurs	Pollen
<b>Jujubier</b>		
		
<b>Anis</b>		
		
<b>Romarin</b>		
		
<b>Eucalyptus</b>		
		
<b>Euphorbe</b>		
		

**Annexe XIV : L'effet des neuf échantillons de miel sur les trois souches testés**

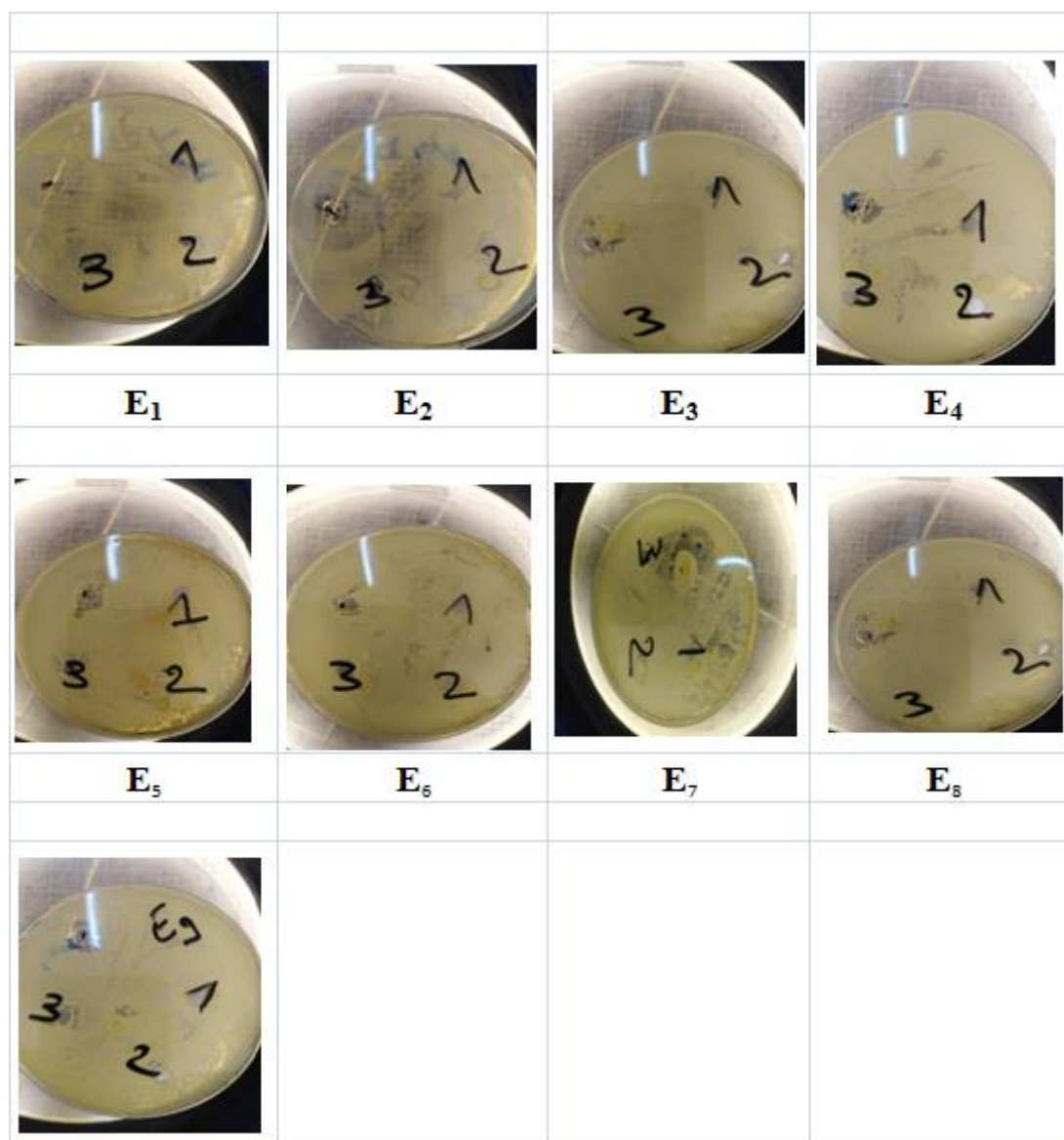
		E . coli	P.aeruginosa	S. aureus
E 1	100 %	30	00	28
	75%	20	00	00
	50%	10	00	00
	25%	00	00	00
E 2	100%	40	10	27
	75%	25	00	00
	50%	20	00	00
	25%	12	00	00
E 3	100%	40	10	12
	75%	00	00	11
	50%	00	00	09
	25%	00	00	00
E 4	100%	37	13	25
	75%	00	00	00
	50%	00	00	00
	25%	00	00	00
E 5	100%	30	12	17
	75%	25	00	11
	50%	20	00	09
	25%	19	00	00
E 6	100%	35	00	18
	75%	20	00	10
	50%	14	00	00
	25%	00	00	00
E 7	100%	40	15	25
	75%	40	00	20
	50%	30	00	11
	25%	20	00	00
E 8	100%	32	05	40
	75%	20	00	15
	50%	00	00	12
	25%	00	00	10
E 9	100%	48	20	30
	75%	10	02	12
	50%	00	00	09
	25%	00	00	00




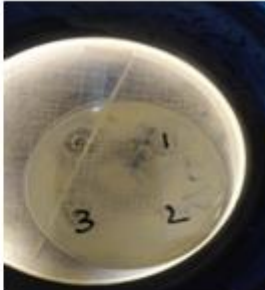






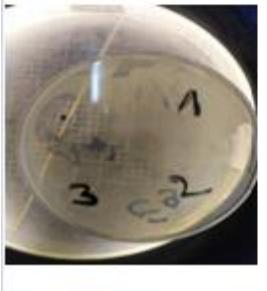
## Annexe XV : Résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne vis-à-vis d'*Echerichia coli*

			
<b>E<sub>1</sub></b>	<b>E<sub>2</sub></b>	<b>E<sub>3</sub></b>	<b>E<sub>4</sub></b>
			
<b>E<sub>5</sub></b>	<b>E<sub>6</sub></b>	<b>E<sub>7</sub></b>	<b>E<sub>8</sub></b>
			
<b>E<sub>9</sub></b>			

**Annexe XVI : Résultats de l'activité antibactérienne de  
neuf échantillons du miel vis-à-vis  
de *Pseudomonas aeruginosa***



**Annexe XVII : Résultats de l'activité antibactérienne de  
neuf échantillons du miel vis-à-vis  
de *Staphylococcus aureus***

			
<b>E<sub>1</sub></b>	<b>E<sub>2</sub></b>	<b>E<sub>3</sub></b>	<b>E<sub>4</sub></b>
			
<b>E<sub>5</sub></b>	<b>E<sub>6</sub></b>	<b>E<sub>7</sub></b>	<b>E<sub>8</sub></b>
			
<b>E<sub>9</sub></b>			



## Annexe XVIII : Taux d'humidité des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux d'humidité du miel par type

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
<b>Inter-groupes</b>	6477,453	<b>1</b>	1	6477,453	0,000000**
<b>Inter-groupes</b>	25,707	<b>8</b>	3,213	74,2	
<b>Total (Corr.)</b>	0,780	<b>18</b>	0,043		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence non significative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux d'humidité du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
7	17,00000	X a
6	16,60000	X ab
8	16,60000	X ab
3	15,40000	X cd
2	15,40000	X cd
9	15,00000	X cd
1	15,00000	X cd
5	14,20000	X e
4	14,20000	X e

## Annexe XIX : Taux des lactones des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux d'acidité lactonique du miel par type

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	1291,964	1	1291,964	4009544	0,00**
Inter-groupes	491,001	8	61,375	190474	
Total (Corr.)	0,006	18	0,000		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence non significative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

Différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux d'acidité lactonique du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
6	15,19000	X a
3	12,43333	X b
9	8,23000	X c
7	7,94000	X d
4	5,86333	X e
8	4,37667	X f
1	3,89333	X g
2	2,44333	X h
5	1,88667	X i

## Annexe XX : Taux d'acidité libre des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux d'acidité libre du miel par type

Source	Somme des Carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	4908,877	1	4908,877	22089947	0,00**
Inter-groupes	649,136	8	81,142	365139	
Total (Corr.)	0,004	18	0,000		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence non significative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

Différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux d'acidité libre du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
9	21,36000	X a
3	20,00000	X b
6	17,13000	X c
7	15,56667	X d
8	10,96333	X e
1	10,74000	X f
4	10,54000	X g
2	8,13000	X h
5	6,92333	X i

## Annexe XXI : Taux d'acidité totale des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux d'acidité totale du miel par type

Source	Somme des Carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	10054,14	1	10054,14	502242,1	0,00**
Inter-groupes	1610,92	8	201,36	10058,9	
Total (Corr.)	0,36	18	0,02		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence non significative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux d'acidité totale du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
3	32,44000	X a
9	29,59333	X b
7	23,50000	X c
6	22,32667	X d
4	16,38333	X e
8	15,33000	X f
1	14,72333	X g
2	10,57667	X h
5	8,80000	X i

## Annexe XXII : Taux de cendre des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux de cendres du miel par type

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	1,820004	1	1,820004	12285,02	0,00**
Inter-groupes	0,309430	8	0,038679	261,08	
Total (Corr.)	0,002667	18	0,000148		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence nonsignificative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux de cendres du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
5	0,410000	X a
2	0,360000	X b
7	0,326667	X c
8	0,300000	X d
9	0,300000	X d
6	0,280000	X d
4	0,150000	X e
3	0,140000	X e
1	0,070000	X f

## Annexe XXIII : Taux de conductivité électrique des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux de conductivité électrique du miel par type

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	1943431	1	1943431	1943431	0,00**
Inter-groupes	199288	8	24911	24911	
Total (Corr.)	18	18	1		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence nonsignificative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux de conductivité électrique du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
5	413,0000	X a
7	356,0000	X b
9	309,0000	X c
8	304,0000	X d
6	304,0000	X d
2	224,0000	X e
3	197,0000	X f
4	166,6000	X g
1	141,0000	X h

## Annexe XXIV : Taux de matières insolubles dans l'eau des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux de matières insolubles dans l'eau du miel par type

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
<b>Inter-groupes</b>	0,018288	<b>1</b>	0,018288	541,3824	0,000000**
<b>Inter-groupes</b>	0,015735	<b>8</b>	0,001967	58,2269	
<b>Total (Corr.)</b>	0,000608	<b>18</b>	0,000034		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence non significative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux de matières insolubles dans l'eau du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
<b>2</b>	0,090000	<b>X a</b>
<b>1</b>	0,040000	<b>X b</b>
<b>7</b>	0,020000	<b>X c</b>
<b>6</b>	0,019000	<b>X c</b>
<b>8</b>	0,017000	<b>X c</b>
<b>5</b>	0,013130	<b>X c</b>
<b>3</b>	0,013000	<b>X c</b>
<b>4</b>	0,012700	<b>X c</b>
<b>9</b>	0,009400	<b>X c</b>

## Annexe XXV : Taux en HMF des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux en HMF du miel par type

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	1490,532	1	1490,532	331229,4	0,00**
Inter-groupes	868,052	8	108,506	24112,5	
Total (Corr.)	0,081	18	0,005		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence non significative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux en HMF du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
2	17,00000	X a
9	13,70000	X b
1	13,00000	X c
8	8,90000	X d
5	6,68000	X e
3	3,07000	X f
7	2,03000	X g
6	1,36000	X h
4	1,13000	X i



## Annexe XXVI : Taux en sucres réducteurs des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux en sucres réducteurs du miel par type

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	175653,3	1	175653,3	19736324	0,00**
Inter-groupes	195,5	8	24,4	2745	
Total (Corr.)	0,2	18	0,0		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence non significative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux en sucres réducteurs du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
9	83,00000	X a
2	82,52000	X b
3	82,20000	X c
8	82,10000	X c
1	81,80000	X d
4	81,80000	X d
6	80,60000	X e
7	77,50000	X f
5	74,40000	X g

## Annexe XXVII : Taux de saccharose des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour le taux de saccharose du miel par type

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
<b>Inter-groupes</b>	270,9400	<b>1</b>	270,9400	2709400	0,00**
<b>Inter-groupes</b>	182,4587	<b>8</b>	22,8073	228073	
<b>Total (Corr.)</b>	0,0018	<b>18</b>	0,0001		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence non significative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour le taux de saccharose du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
<b>5</b>	9,810000	<b>X a</b>
<b>7</b>	5,310000	<b>X b</b>
<b>4</b>	2,790000	<b>X c</b>
<b>2</b>	2,140000	<b>X d</b>
<b>1</b>	1,800000	<b>X e</b>
<b>8</b>	1,710000	<b>X f</b>
<b>3</b>	1,710000	<b>X f</b>
<b>9</b>	1,620000	<b>X g</b>
<b>6</b>	1,620000	<b>X g</b>

## Annexe XXVIII : Teneur en protéines des miels

### a. Tableau de l'ANOVA pour la teneur en protéines du miel par type

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	4,177200	1	4,177200	41772,00	0,000000**
Inter-groupes	0,188400	8	0,023550	235,50	
Total (Corr.)	0,001800	18	0,000100		

\* indique une différence statistiquement significative  $P > \alpha = 0,05$  : (ns) différence nonsignificative,  $P \leq \alpha = 0,05$  : (\*) différence significative,  $P \leq \alpha = 0,01$  : (\*\*)

différence hautement significative,  $P \leq \alpha = 0,001$  : (\*\*\*) différence très hautement significative

### b. Tests des étendues multiples pour la teneur en protéines du miel par type

Méthode : 95,0 % Newman keuls

Type	Moyenne	Groupe homogène
6	0,530000	X a
8	0,510000	X b
5	0,450000	X c
1	0,400000	X d
2	0,360000	X e
7	0,360000	X e
3	0,350000	X e
4	0,320000	X f
9	0,260000	X g