

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN
FACULTÉ DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE VIE
DÉPARTEMENT DE NUTRITION ET TECHNOLOGIE AGROALIMENTAIRE



Mémoire de Fin d'étude

***En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Agronomie
Option : Agro biotechnologie***

Thème :

**Caractérisation et effet antibactérien des miels de
l'ouest Algérien sur des bactéries pathogènes.**

Présenté par :

CHEBBAH FAOUZIA

Soutenu le : 23/06/2015

Devant le jury composé de :

Président : Mme MAKHLOUFI CHAHRA

Encadreur : Mme GHAFLOUL ZOHRA

Co-encadreur : Melle. MEHDI YAMINA

Examineurs : Mr HOCINE LAAREDJ

Année 2014 - 2015

Remerciements

Avant tout, je remercie ALLAH le tout puissant qui m'a donné le courage ; la volonté et la patience pour terminer ce modeste travail.

Au terme de ce travail, il est agréable pour moi de remercier vivement tous ceux qui, grâce à leur aide précieuse, ont permis sa réalisation.

Je remercie particulièrement :

Le Pr GHAFLOUL ZOHRA, l'honneur qu'elle m'a fait d'avoir acceptée de m'encadrer

J'exprime mes gratitudes aussi:

À M^{elle} MEHDI YAMINA pour avoir proposé et dirigé cette étude et pour ses conseils et ses orientations malgré ses occupations tout au long de la réalisation de ce travail.

À M^{me} Makhloufi chahra pour l'honneur qu'elle m'a fait d'avoir acceptée la présidence de mon jury de mémoire, qu'elle reçoive ici mes hommages respectueux.

À Monsieur Houcine Laarej d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail. Qu'il reçoit ici mes sincères remerciements.

Je remercie également tout les techniciens du laboratoire de microbiologie et de technologie alimentaire pour l'aide que j'ai reçu.

Je n'oublie pas mon marie pour sa contribution, son soutien et sa patience.

Mes éternelles gratitudes à tous les enseignants qui m'ont accompagné tout au long de ma vie scolaire et universitaire.

Enfin, je remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

*Après avoir remercié le Dieu tout puissant qui m'a
accordé la volonté pour accomplir mes études, je
dédie cet humble travail : à mes très chers biens
aimés ; mon père et ma mère*

*À mon cher mari Ahmed qui a tout misé pour ma
réussite et j'espère qu'il est content de
mon travail.*

*À mes beaux frères et sœurs surtout ma sœur
Fatima que je la souhaite la réussite au BAC 2015*

À ma sœur Mehdi Yamina...

Merci pour vous

*Tous les mots sont insuffisants pour vous remercier ;
que Dieu vous protège et vous garde pour moi.*

Fouzia

Résumé

Le miel est un aliment naturel produit par l'abeille *Apis mellifera* à partir du nectar des fleurs, et qui est utilisé depuis longtemps par l'homme pour ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques. L'objectif de notre travail est de réaliser une gamme d'analyses physico-chimique, palynologique avec une évaluation de l'activité antibactérienne de huit échantillons de miel de l'Ouest Algérien. L'évaluation de différents paramètres physicochimiques (teneur en eau, matière sèche, pH, conductibilité et teneur en cendre, densité et l'acidité) a montré que nos échantillons répondent aux normes de qualité internationale selon le Codex Alimentarius et UE. L'analyse pollinique qualitative a montré que la totalité presque des échantillons de miel est de type monofloral avec une dominance de quelques espèces omniprésentes dans la région comme l'*Eucalyptus sp.* et *Daucus Carota*. L'estimation du pouvoir antibactérien a révélé que tous les échantillons possèdent un effet antibactérien important avec la concentration 100% devant les souches testés : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*. Sachant que la *Pseudomonas* est la plus résistante et la *Staphylocoque* et *Escherichia coli* sont plus sensibles. Cela ouvre une perspective intéressante dans le domaine thérapeutique et pharmaceutique où les antibiotiques jouent un rôle important dans la lutte contre les infections et les intoxications alimentaires. Aussi la commercialisation d'un miel Algérien de qualité nécessite de développer sa technologie, suivre de bonnes conduites d'hygiène afin d'offrir un produit sain et propre à la consommation et à la conservation.

Mots clés : Miel, Propriétés Physico-chimique, Analyse pollinique, Effet antibactérien, Souches pathogènes.

Summary

Honey is a natural food produced by *Apis mellifera* bees from the nectar of flowers, and which has long been used by humans for its nutritional and therapeutic properties. The aim of our work is to achieve a range of physicochemical and palynological analysis with an evaluation of the antibacterial activity of eight honey samples from the West of Algeria. The evaluation of different physicochemical parameters (water content, dry matter, pH, conductivity, ash content, density and acidity) showed that our samples meet international quality standards according to the *Alimentairus Codex* and EU. The qualitative pollen analysis showed that almost all honey samples are monofloral type with dominance of a few species in the region such as *Eucalyptus sp.* and *Daucus Carota*. The estimate of the antibacterial effect revealed that all samples have a significant antibacterial effect with the concentration 100% with different test strains: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. Knowing that the most resistant strain is *Pseudomonas* and *Staphylococcus* and *E. coli* are more susceptible. This opens an interesting perspective in the therapeutic and pharmaceutical field where antibiotics are important in the fight against infections and food poisoning. Also marketing a quality honey Algerian requires to develop its technology, follow good hygiene behaviors to provide a safe and suitable for consumption and conservation.

Keywords: Honey, Physical-chemical properties, Pollen analysis, antibacterial effect, pathogenic strains.

ملخص

العسل هو الغذاء الطبيعي الذي تنتجه نحلة *Apis Mellifera* من رحيق الأزهار، والذي طالما استخدم من قبل البشر لخصائصه الغذائية والعلاجية. الهدف من عملنا هو تحقيق مجموعة من التحاليل الفيزيوكيميائية، وتحليل حبوب الطلع مع تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لثمانى عينات عسل من الغرب الجزائري. أظهر تقييم مختلف المعايير الفيزيوكيميائية (محتوى الماء، المادة الجافة، درجة الحموضة، والناقلية، محتوى الرماد والكثافة) أن العينات التي لدينا تلبى معايير الجودة الدولية وفقا لهيئة الدستور الغذائي والاتحاد الأوروبي. أظهر تحليل حبوب اللقاح النوعي أن معظم عينات العسل من نوع زهرة واحدة مع هيمنة واسعة لبعض الأنواع النباتية المنتشرة في المنطقة مثل الأوكالبتوس و *Daucus Carota*. كشف تقدير للجراثيم أن جميع العينات لها تأثير كبير مضاد للجراثيم مع تركيز 100% من العسل ضد سلالات الاختبار: الإشريكية القولونية، الزائفة الزنجارية والمكورات العنقودية الذهبية. مع العلم أن الأكثر مقاومة الزائفة أما المكورات العنقودية والقولونية هي الأكثر حساسية. هذا يفتح وجهة نظر مثيرة للاهتمام في المجال العلاجي والصيدلاني حيث تلعب المضادات الحيوية دور هام في مجال مكافحة العدوى والتسمم الغذائي. كذلك تسويق عسل جزائري ذو جودة يتطلب تطوير التكنولوجيا الخاصة به، اتباع السلوكيات الصحية الجيدة لتوفير منتج آمن وصالح للاستهلاك والحفظ.

كلمات البحث: العسل، الخصائص الفيزيوكيميائية، تحليل حبوب اللقاح، تأثير مضاد للجراثيم،

السلالات المسببة للأمراض.

Liste des figures

Figure 01: L'origine du miel	4
figure 02: <i>Escherichia coli</i>	14
figure 03 : <i>Staphylococcus aureus</i>	15
figure 04: <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16
figure 05:Présentation des échantillons étudiés.....	19
figure06 : Protocole experimental	19
figure 07: Formation du sediment apres centrifugation.....	24
figure 08 : Les puits	27
figure 09: Le pH des échantillons.....	28
figure 10 : La densite des échantillons	29
figure 11: La conductivite électrique des échantillons.	30
figure 12 : La teneur en eau des échantillons	31
figure 13 : La teneur en cendre des échantillons	32
figure 14 : La teneur en matière sèche des échantillons.	33
figure 15: L'acidité des échantillons	34
figure 16: Vue microscopique des grains de pollen du miel N°01 (400x)	37
figure 17: Vue microscopique des grains de pollen du miel N°02 (400x)	39
figure 18: Vue microscopique des grains de pollen du miel N°03 (400x)	41
figure 19 : Vue microscopique des grains de pollen du miel N°04 (400x)	43
figure 20 : Vue microscopique des grains de pollen du miel N°05 (400x)	45
figure 21 : Vue microscopique des grains de pollen du miel N°06 (400x)	47
figure 22 : Vue microscopique des grains de pollen du miel N°07 (400x)	49
figure 23 : Vue microscopique des grains de pollen du miel N°08 (400x)	51
figure 24:Effet inhibiteur des différents miels sur la croissance d' <i>Escherichia Coli</i>	53
figure 25: Diamètre de la zone d'inhibition des différentes concentrations de miels sur la croissance d' <i>Escherichia Coli</i>	53
figure 26:Effet inhibiteurs des différents miels sur la croissance de <i>Staphylococcus aureus</i>	54
figure 27: Diamètre de la zone d'inhibition des différentes concentrations de miels sur la croissance de <i>Staphylococcus aureus</i>	54

figure 28:Effet inhibiteurs des différents miels sur la croissance de *Pseudomonas aeruginosa*.....55

figure 29:Diamètre de la zone d'inhibition des différentes concentrations de mielsure la croissance de*Pseudomonas aeruginosa*.....55

Liste des tableaux

Tableau 01: Présentation des échantillons du miel étudiés	18
Tableau 02 : Composition Pollinique De L'échantillon 01 Du Miel	36
Tableau 03 : Composition Pollinique De L'échantillon N°02 Du Miel	38
Tableau 04 : Composition Pollinique De L'échantillon N°03 Du Miel	40
Tableau 05 : Composition Pollinique De L'échantillon N°04 Du Miel	42
Tableau 06 : Composition Pollinique De L'échantillon N°05 Du Miel	44
Tableau 07 : Composition Pollinique De L'échantillon N°06 Du Miel	46
Tableau 08 : Composition Pollinique De L'échantillon N°07 Du Miel	48
Tableau 09 : Composition Pollinique De L'échantillon N°08 Du Miel	50
Tableau 10 : Resultats D'analyses Physico-Chimiques Du Miel.....	Annexe
Tableau 11: Correspondance Entre L'indice De Refraction Et La Teneur En Eau Du Miel Annexe (<i>commission internationale du miel 2009</i>).....	Annexe
Tableau 12: Normes Concernant La Qualite Du Miel Selon Le Projet Du Codex Alimentarius 2001 Et Selon Le Projet De L'ue 96/0114 (CNS).....	ANNEXE
Tableau 13 : Teneur En Sucre En Conductivite Electrique (Proportion D'une Nouvelle Norme Par[Bogdanov et <i>al.</i> , 2001].....	ANNEXE

Liste des abréviations

E : Echantillon

A.O.A.C: Association of analyticalchemists

AFNOR: Association Française de Normalisation

CE: Conductivité électrique

HMF : Hydroxyméthylfurfural

µm:Micromètre

meq : milliéquivalent

pH : Potentiel d'hydrogène

mS :milli siemens

LPS :lipopolysidiques

Remerciements
Dédicaces
Résumé
Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations

Sommaire

Introduction.....1

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le miel.

I.1 Généralité.....	3
I.2 Définition.....	3
I.3 Origine du miel.....	3
I.3.1 Miel de nectar	3
I.3.2. Miel de miellat.....	4
I.4. Types de miels	4
I.4.1. Miel mono floraux	4
I.4.2. Miel poly floraux	5
I.5. La récolte du miel	5
I.6. La composition et propriétés des miels	5
I.6.3. Les propriétés physiques	9
I.6.4. Les propriétés chimiques	10
I.6.5. Les propriétés organoleptiques	10

Chapitre II : L'effet thérapeutique du miel

II.1. L'activités antibactérienne	12
II.2. L'activités antioxydant	12
II.3. L'activités anti-inflammatoires	12
II.4. L'activités anticancéreux	13
II.5. L'activités antifongique	13

Chapitre III : Les bactéries responsables des intoxications alimentaires

III.1. Escherichia coli	14
III.1.1. Définition	14

III.1.2. Le risque sanitaire	14
III.2. Staphylococcus aureus	15
III.2.1. Définition	15
III.2.2. Le risque sanitaire	15
III.3. Pseudomonas aeruginosa	15
III.3.1. Définition	15
III.3.2. Le risque sanitaire	15

Partie expérimentale

I-Matériel et méthodes

I-1. L'objectif du travail.....	18
I-2. Choix des échantillons de miel	18
I-3. Étude de la qualité des échantillons du miel choisis	20
I-3.1. Analyses physiques.....	20
I-3.1.1. Teneur en eau	20
I-3.1.2. Le pH	20
I-3.1.3. La densité	20
I-3.1.4. La conductibilité électrique	21
I-3.2. Analyses chimiques	22
I-3.2.1. L'acidité	22
I-3.2.2. Teneur en cendres	22
I-3.2.3. Teneur en matière sèche	23
I-3.3. Analyse pollinique	23
I-3.3.1. Méthode classique	23
I-3.3.2. Observation microscopique et lecture des préparations	25
I-3.3.3. Analyse pollinique qualitative	25
I.4. Etude de l'effet antibactériens des échantillons des miel choisis	26
I.4.1. Principe	26
I.4.2. Préparation de l'inoculum	26
I.4.3. Ensemencement	26
I.4.4. Technique des puits	27
I.4.5. Incubation	27
I.4.6. Lecture des résultats	27

II-Résultats et discussion

II-1. Analyses physique	28
II-1.1. Le pH	28

II-1.2. La densité	29
II-1.3. La conductivité électrique	30
II-2. Analyses chimiques	31
II-2.1. Teneur en eau	31
II-2.2. Teneur en cendres	32
II-2.3. Matière sèche	33
II-2.4. Acidité	34
II-3. Analyse pollinique	35
II-3.1. Analyse pollinique qualitative	35
II-4. Evaluation des effets antibactériens	52
<i>Discussion</i>	56
<i>Conclusion</i>	58
<i>Référence bibliographique</i>	60
<i>Annexes I</i>	64
<i>Annexes II</i>	69

Introduction

Introduction

Depuis quelques années, la médecine officielle redécouvre les grandes vertus antiseptiques, antibactériennes, antioxydants, cicatrisantes et anti-inflammatoires du miel. C'est pourtant une vieille histoire. Déjà, les Egyptiens, les Assyriens, les Chinois, les Grecs et les Romains l'utilisaient pour soigner les blessures et traiter les maux de ventre. Ainsi le prophète Mohammed a recommandé le miel pour éliminer la diarrhée notamment. En 50 de notre ère, le Grec Discorde le préconise pour calmer les inflammations de la gorge et de la toux [Mehdi, 2011].

Le miel se présente comme une substance visqueuse, d'une coloration très variable pouvant aller du jaune le plus clair au brun foncé, de saveur très sucrée acide et plus ou moins aromatique [Chauvin, 1968].

Aujourd'hui encore, beaucoup de médecines traditionnelles l'utilisent : au Ghana pour soigner les ulcères infectés des jambes, au Nigeria pour les maux d'oreille, au Mali pour la rougeole, en Inde pour les affections oculaires...etc. On peut voir à partir de toutes ces informations que le miel présente de grandes propriétés thérapeutiques.

En Algérie la production des miels reste très inférieure par rapport aux potentialités mellifères existantes. La douceur relative du climat, et la présence des ressources naturelles très variées des zones rurale du littorale ainsi des zones steppiques pourrait pourtant nous offrir la possibilité de développer la production nationale des miels, et d'éviter par ailleurs les importations massives en cette matière surtout en absence des normes nationales de qualité, ce qui favorise les fraudes et engendre une dévaluation des miels de terroir face à ceux importés [Benaziza-Bouchema et Schweitzer, 2010].

Dans le but d'éviter la falsification et de conserver la qualité des miels, la commission internationale du miel, créée en 1990 a standardisé certaines méthodes d'analyses du miel (humidité, taux des sucres réducteurs, pH, acidité, conductivité électrique et HMF) [Bogdanov, 2002].

L'analyse des pollens du miel et ou melisso-palynologie est de la plus grande importance pour le contrôle de la qualité du miel [Mateo et Bosch-Reig, 1997].

L'objectif de notre étude est de déterminer la qualité physicochimique et d'identifier l'origine botanique des miels Algériens, ainsi que la détermination de leur pouvoir antibactérien

Partie
Bibliographique

Chapitre I
Généralités sur le miel

I- Généralités sur le miel

I-1. Définition

Le miel est de fait « la substance sucrée naturelle produite par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou des sécrétions provenant de parties vivantes des plantes ou des excréments laissés sur celles-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 [Lequet, 2010].

I-2. L'origine du miel

Le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles, La sève élaborée est la matière première du miel. Elle est extraite des vaisseaux du liber qui la contiennent de deux manières :

- Par les nectaires élaborant le nectar ;
- Par des insectes piqueurs et suceurs, pucerons principalement, rejetant du miellat [Jean-prost 2005 cité par Mehdi, 2011].

I -2.1. Nectar

Le nectar qui est en générale la source principale de miel, est le liquide sucré sécrété par les glandes, dites nectarifères, présentent sur de nombreuses plantes [Marchenay et Bernard, 2007].

Les principaux constituants des nectars :

- L'humidité de 30, 40% à plus de 80%.
- La composition en sucres dépend de l'origine florale avec :
 - Des nectars à saccharose prédominant ;
 - Des nectars à taux égaux de saccharose, fructose et glucose ;
 - Des nectars avec prédominance du glucose et du fructose. Dans ce dernier cas, c'est en principe le fructose qui prédomine avec un rapport Fructose/Glucose (F/G) pouvant aller de 2 à 28.
- Les nectars contiennent également des acides organiques, des acides aminés, des amides, des polypeptides et des protéines, des enzymes, vitamines, sels minéraux et des composés aromatiques qui jouent un grand rôle dans la reconnaissance et les échanges alimentaires qui existent au sein de la colonie d'abeilles (marqueurs

olfactifs). Ce sont également qui vont communiquer à chaque miel des caractéristiques sensorielles particulières et originales.

I-2.2. Miellat

Les miellats sont également à l'origine de miels dont certains ont une haute valeur commerciale. Résultant du parasitisme d'un végétale par des insectes piqueurs (*cochenilles, alleurodes, psylles, aphidiens...etc.*). Leur composition en sucres est très différents des nectars avec présence de *triholoside* comme le *mélezitose* et même quelque fois de sucres supérieurs, leurs charge minérale est également très importante [Schweitzer, 2004].

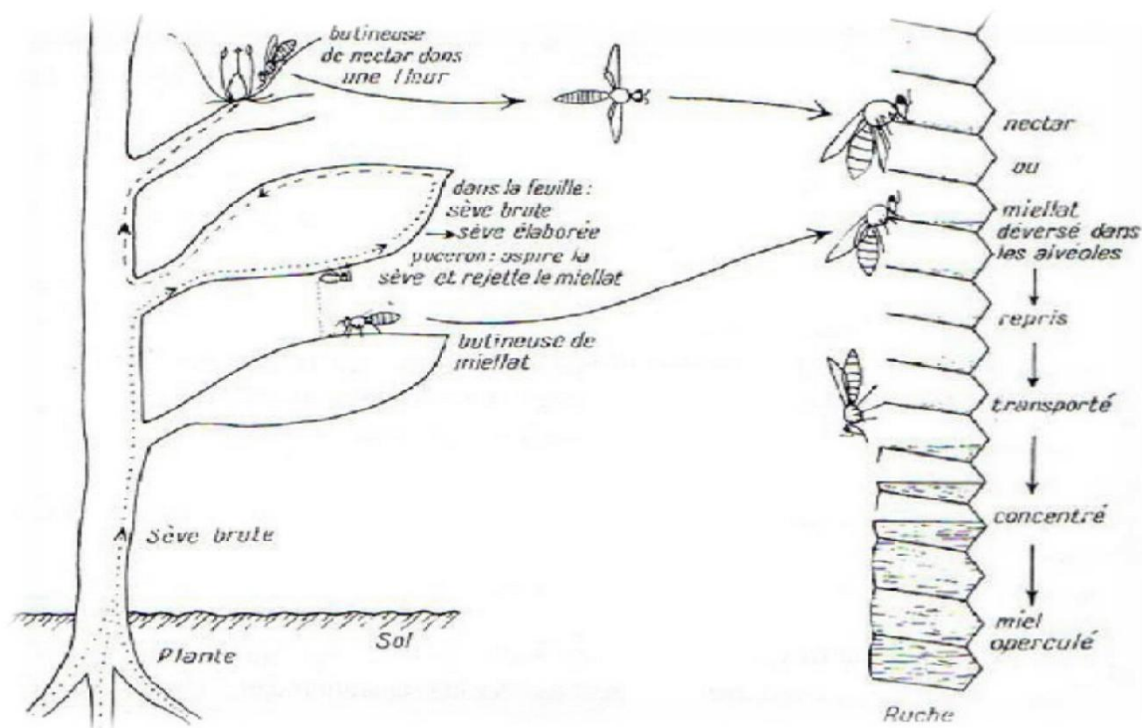


Figure 01: Origine du miel [Jean-prost, 1987]

I-3. Types de miel

I-3-1. Miels monofloraux

Ces miels sont issus du butinage prédominant d'une espèce florale particulière [Clément, 2003]. Pratiquement, il n'existe pas de miel provenant d'une seule espèce de fleur. Lorsque la proportion des grains de pollen d'une seule plante représente plus de 50% de l'ensemble du pollen, on donne au miel le nom de cette plante [Philippe, 1999].

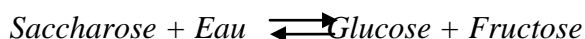
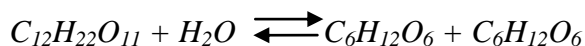
Ils possèdent des caractéristiques palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques spécifiques [Bogdanov, 2003].

I-3.2. Miel multifloraux

La présence d'un «pollen dominant» dans un miel permet, dans la plupart des cas, de le considérer comme miel «unifloral». S'il n'y a pas de pollen dominant, le miel est considéré comme miel «toutes fleurs»; ce type de miel provenant du nectar de plusieurs espèces de fleurs sans dominance nette d'une plante particulière [Belaid, 1999].

I-4. La fabrication du miel naturel

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



Dans le même temps, les abeilles réduisent la teneur en eau de la solution sucrée à un taux avoisinant 50%, de retour à la ruche, les butineuses transfèrent leurs récoltes à des ouvrières d'intérieur, ces dernières par régurgitations successives complètent et terminent la transformation commencée. Puis, vont dégorger ce liquide sur des grandes surfaces dans des alvéoles disponibles sur les rayons de cire.

La solution sucrée transformée, contenant encore environ 50% d'eau, va subir une nouvelle concentration par l'évaporation, qui s'effectue sous le double influence d'une part, de la chaleur régnant dans la ruche qui est de l'ordre de 36 à 37 °C, d'autre part, par la ventilation qui est assurée par les abeilles ventileuses, en créant un puissant courant d'air ascendant dans la ruche par un mouvement très rapide des ailes. Au bout de quelques jours, cette solution contiendra en moyen 18% d'eau, et 80% des sucres. Cette solution représente le miel stocké dans les cellules. Ces dernières, une fois remplies, sont cachetées par un mince opercule de cire, permettant une excellente conservation [Gonnet, 1982 ; Donadieu, 1984].

I-5. La récolte de miel

La récolte du miel peut se pratiquer dès la fin de la miellée quand les $\frac{3}{4}$ des alvéoles des rayons de cire sont operculés [Jean-prost et Médori, 2005]. Cette période se situe entre le mois de novembre en une ou plusieurs fois [Donadieu, 2003].

Deux techniques sont exploitées pour extraire le miel [Lobreau-callen et al., 1999]:

- **Par pression :** Le miel obtenu n'est pas pur car il contient des particules de propolis, cire, couvain, et pollen.
- **Par centrifugation :** Cette technique est basée sur l'extraction de miel par centrifugation des rayons désoperculés des hausses. L'extraction centrifuge ne donne pas un miel pur car elle présente l'inconvénient d'émulsionner le miel et de ne pas éliminer les particules de cire arrachées aux rayons, les fragments de propolis et les amas de pollen.

Selon Louveaux, [1985], pour avoir un miel prêt à la mise en pots, il faut lui faire subir une épuration soit :

- **Par décantation :** Cette méthode consiste à laisser le miel reposé durant quelque jours dans le récipient «maturateur». Cette technique permet d'éliminer les bulles d'air, la remontée des particules de cire et les amas du pollen en surface et le dépôt des grains de sable.
- **Par filtration :** Cette méthode est efficace pour éliminer les débris de cire et les grosses impuretés. Elle utilise des filtres à mailles de 0,1mm et exige un chauffage modéré dans le cas d'un miel visqueux.

I-6. Composition et propriétés du miel

Comme nous l'avons vu précédemment, le nectar à l'origine du miel possède une composition différente pour chaque plante [Wykes, 1952 cité par Vearf. et al., 1990]. Cette différence, aussi infime soit-elle, se retrouve dans les miels, ce qui leur donne une saveur, une couleur ainsi qu'une évolution propre. Les récoltes de miels sont différentes selon les régions, mais aussi selon les conditions climatiques de l'année. On n'obtient donc jamais le même miel d'une année sur l'autre. Les principaux constituants chimiques du miel sont proches de ceux du nectar.

I-6.1. La teneur en eau

La teneur en eau est une impérative d'une bonne conservation d'un miel ; le pourcentage d'eau contenu dans le miel ne doit pas excéder à 20% pour la commercialisation, car un taux d'humidité supérieur favorisent la fermentation du produit.

Et si vous souhaitez conserver le miel plusieurs mois ou même des années, il est impératif que ce taux soit inférieur à 18% [Perrin et Caché, 2009], un miel trop sec (<15%) sera trop visqueux et ralentira l'étape de diffusion des molécules de sucre et a fortiori la cristallisation [Tabouret, 1979].

I-6.2. Taux de sucre

Les hydrates de carbone constituent la partie la plus importante du miel. Il s'agit en grande partie de monosaccharides (glucose et fructose), du saccharose, du maltose, et d'autres sucres présents à l'état de traces (erlose, mélézitose, isornaltose, nigérose, turanose, maltulose...) La présence de glucose et de fructose est le résultat de l'action d'une enzyme sur le saccharose l'invertase. La présence des autres sucres semble dépendre des plantes qui ont été butinées [Clémence, 2005].

I-6.3. Les acides

La teneur en acide libre varie selon la variété de miel. Dans les miels de miellat, elle est généralement supérieure à celle des miels de fleurs. C'est également une mesure pour la fermentation du miel. La norme européenne pour le miel fixe une valeur maximale de 50 milliéquivalents d'acide [Bogdanov et al., 2008].

I-6.4. Les sels minéraux

Louveaux [1968], signale que, d'une façon générale, les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés. Gonnet [1982], ajoute qu'on y trouve également à l'état de traces une trentaine d'éléments différents parmi lesquels le fer, le cuivre, le cobalt, le chlore, le soufre, le phosphore, le magnésium, le calcium, le sodium et le zinc...etc.

I-6.5. Les enzymes

Le miel contient également les enzymes provenant des sécrétions salivaires de l'abeille : la diastase ou amylase (qui provoque la dégradation de l'amidon en dextrine puis en maltose) et l'invertase (qui provoque la scission du saccharose en fructose et en glucose) [Louveaux . 1959]

I-6.6. Les vitamines

Le miel contient une quantité infime de vitamines, probablement issues des quelques grains de pollen qu'il renferme [Lequet, 2010]. Donadieu [1984], ajoute qu'il y a un grand nombre de vitamines, dont les quantités loin de pouvoir couvrir les besoins journalières de l'homme. On trouve essentiellement : les vitamines B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, et C, et accessoirement (en quantité négligeable): les vitamines (A, B₈, B₉, D, K).

I-6.7. Les substances aromatiques

Depuis quelques années, plusieurs auteurs s'efforcent de trouver des marqueurs de l'origine florale des miels. Certains pensent que les substances aromatiques sont de bons candidats. Dans une publication récente, Sesta, [2008] a étudié l'anthranilate de méthyle, comme possible facteur caractéristique des miels des plantes du genre *Citrus* (Oranger, citronnier, mandarinier, pamplemoussier, clémentinier, etc.). Ses résultats montrent qu'en réalité cette substance aromatique ne peut pas servir de marqueur pour ces miels unifloraux.

I-6.8. Matières pigmentaires

Selon Donadieu [1984], le miel contient des produits pigmentaires qui donnent la couleur au miel et qui n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies. Louveaux [1985], ajoute qu'elles sont probables qu'elles appartiennent aux groupes des caroténoïdes et des flavonoïdes. La coloration est une caractéristique physique très importante des miels car elle est en relation avec l'origine florale et la composition, elle va de l'incolore au noir en passant par le blanc, le jaune, le brun ambré et le brun vert, en général les miels d'agrumes sont plus clairs que ceux des forêts.

I-6.9. Les Lipides

D'après Lobreau cité par clemence, [2005], ils proviennent des nectars ou ils sont fréquemment présents aux moins à l'état de traces et parfois abondants.

- On y trouve aussi des grains de pollens, des levures, des grains d'amidon, des spores de champignons, des algues, ...etc.

Le miel doit, dans la mesure possible, être exempt de matières organiques et inorganiques étrangères à sa composition (particules de cire, résidus ou contaminants).

II-6.1. Propriétés physiques

II-6.1.1. Indice de réfraction

Il varie proportionnellement avec la température et la teneur en eau (de 1,5041 à 1,4915 pour une teneur en eau de 13 à 18 %, donc pour la plupart des miels, et atteint 1,4789 pour les miels de callune avec 23 % d'eau). L'utilisation d'un réfractomètre permet ainsi de connaître la teneur en eau des divers échantillons [Clément *et al*, 2000].

II-6.1.2. Densité

Les variations de densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau ; plus un miel est riche en eau et moins il est dense. En moyenne elle est de 1,42 à 20°C [Louveaux, 1985].

II-6.1.3. Viscosités

Elle diminue quand la température s'élève jusqu'à 30°C. Elle est fonction de la température, de la teneur en eau et des autres constituants du miel, en particulier de la composition des différents sucres [Jean-Prost, 2005].

II-6.1.4 Conductivité électrique

La conductivité électrique représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel. Cette mesure dépend de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel, plus elles sont élevées, plus la conductivité correspondante est élevée [Bogdanov, 1999].

II-6.1.5 Pouvoir rotatoire

Selon la nature de l'ensemble des sucres contenus dans les miels, la lumière polarisée est fréquemment déviée à gauche dans la plupart des échantillons ou, plus rarement, à droite [Clément *et al*, 2000]. Jean-Prost (2005) confirme que la majorité des miels sont lévogyres mais il existe des miels naturels dextrogyres.

II-6.1.6 Hygroscopicité

Le miel a la capacité d'absorber l'humidité de l'air lorsqu'elle est supérieure à 55%. Le fructose est largement responsable de cette propriété [Bruneau, 2005].

II-6.2. Propriétés chimiques

II-6.2.1. Acidité

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

II-6.2.2. pH

Sa valeur varie en général entre 3,5 et 5,5 ; elle est due à la présence des acides organiques [Bogdanov et al., 2004]. Selon Schweitzer [2005], les miels de nectar, très acides, ont un pH compris entre 3,5 et 4,5. Les miels de miellats, moins acides, ont un pH supérieur à 4,5.

II-6.2.3. Hydroxyméthylfurfural (HMF)

L'HMF est un facteur important de la qualité du miel. À la récolte, le miel n'en possède pas, mais le temps et la température favorisent sa formation. Or, les normes légales acceptent jusqu'à 40 mg d'HMF/kg [Laudine, 2010].

II-6.3. Propriétés organoleptiques

Selon leurs origines, les différents miels présentent des caractères visuels, olfactifs, gustatifs et tactiles particulièrement diversifiés. L'examen organoleptique d'un produit est la fiche descriptive donnée par l'ensemble des perceptions sensorielles ressenties par le consommateur. Il peut ainsi apprécier ses qualités essentielles mais aussi ses défauts [Clément et al, 2000].

II-6.3.1. Couleur

La couleur est une caractéristique physique importante des miels car elle est en rapport avec leur origine florale ainsi qu'avec leur composition. Elle peut aller d'une teinte presque incolore au brun sombre. Le chauffage, le vieillissement ainsi que la lumière provoquent une intensification de la coloration du miel [Laudine, 2010].

II-6.3.2. Odeur

Dans les différents miels, elles varient considérablement mais s'évaporent très rapidement. Elles sont végétales, florales ou fruitées, puissantes ou non, fines, lourdes, vulgaires. Une odeur de fumée ou de fermentation est un défaut [Clément et al, 2000].

II-6.3.3. Goût

Il s'agit des arômes, de la saveur (acide, sucrée, salée, amère) et de la flaveur par voie rétro-nasale. Ils sont végétaux, floraux, empyreumatiques, fins, puissants ou persistants, exogènes. L'arrière-goût peut être amer ou acide et laisse une fin de bouche de tanin, de rance, de fumée...etc [Clement et al, 2000].

II-6.3.4. Cristallisation

Le miel consiste en une solution sucrée sursaturée. La cristallisation du miel est ainsi un processus naturel. La vitesse de cristallisation dépend surtout de la teneur en glucose du miel ; Les miels dont la teneur en glucose est < 28 g/100 g ou dont le rapport glucose/eau est $< 1,7$ restent plus longtemps liquides [Msda, 2003]. Bogdanov [1999] signale que les facteurs qui vont favoriser la cristallisation du miel sont :

- **La teneur en sucre** : plus la teneur en glucose est élevée, plus rapide sera la cristallisation du miel.
- **La température** : la température optimale pour la cristallisation du miel se situe entre 10 et 18°C, une température constante de 14°C est idéale.
- **La teneur en eau** : les miels avec une teneur en eau de 15 à 18% donnent une bonne cristallisation. Ceux dont la teneur est inférieure ou supérieure cristallisent plus lentement.

Chapitre II
L'effet thérapeutique du miel

I- Valeur thérapeutique

I-1. Activité antibactérienne

La propriété antibactérienne du miel est reconnue depuis longtemps *in vivo* et *in vitro* [Sackett, 1919]. *Staphylococcus aureus* est un microorganisme qui s'est révélé être l'une des bactéries les plus sensibles à l'action antibactérienne du miel. Ceci est d'importance médicale, puisque ce germe est devenue une cause majeure d'infections des plaies et de septicémies en milieu hospitalier [Theunissen et al., 2001].

L'activité antibactérienne a été attribuée à la propriété osmotique élevée du miel ; [Doldet Dziao, 1937], ont appelé cette activité « *inhibine* », et ils l'ont trouvée labile à la lumière et à la chaleur. Il s'est avéré par la suite que l'*inhibine* était attribuée au peroxyde d'hydrogène généré par l'action du glucose oxydase. Toutefois, cette activité ne pourrait s'expliquer que par l'action du peroxyde d'hydrogène seul [Nagai et al., 2006]. Les composés phénoliques et les flavonoïdes présents dans le miel sont également des candidats probables, car chez beaucoup d'entre eux il a été démontré que de telles molécules sont dotées d'une activité antibactérienne. De plus le faible pH du miel pourrait être responsable de cette activité [Bogdanov, 2009].

I-2. Effet antioxydant

Le terme « stress oxydatif », décrit le déséquilibre dans l'organisme entre la production de radicaux libres et l'activité antioxydante de protection. La protection contre l'oxydation est impliquée dans la prévention de certaines maladies chroniques. La modification oxydative des lipoprotéines est considérée comme un facteur important dans la pathogenèse de l'artériosclérose. Il a été démontré que le miel contient une significative activité antioxydante incluant, la glucose oxydase, la catalase, l'acide ascorbique, les flavonoïdes, les acides phénoliques, les dérivés de caroténoïdes, les acides organiques, et des protéines. Il y a une corrélation significative entre l'activité antioxydante, la teneur en composés phénoliques du miel et l'inhibition de l'oxydation *in vitro* des lipoprotéines du sérum humain [Bogdanov, 2009].

I-3. Effet anti-inflammatoire

L'effet anti-inflammatoire du miel a été étudié par plusieurs chercheurs. L'ingestion de miel a un effet positif sur des maladies inflammatoires de l'intestin, provoquées expérimentalement chez les rats. Le mécanisme d'action supposé serait basé sur

l'hypothèse de l'inhibition de la formation des radicaux libres libérés des tissus enflammés. Ainsi, la réduction de l'inflammation peut être due à l'effet antibactérien du miel ou à un effet anti-inflammatoire direct. Selon certains auteurs cet effet anti-inflammatoire du miel pourrait être partiellement expliqué par la présence de flavonoïdes originaires du nectar et du pollen [Mehdi, 2011].

I-4. Effet Anticancéreux

Peu d'études [Swellam et al., 2003; Orsolich et Basic, 2004 ; Orsolich et al, 2005] ont étudié les propriétés anticancéreuses du miel au cours de ces dernières années, avec des résultats intéressants. Une étude antérieure de Swellam et al., [2003], le miel (1-25%) a significativement inhibé la croissance de lignées cellulaires du cancer de la vessie lors d'untests *in vitro*. En outre, des injections intra-lésionnelles du miel (6 et 12%) ont significativement réduit la croissance des tumeurs résultantes de cellules cancéreuses ayant été implantées dans l'abdomen de souris [Chepulis, 2008].

I-5. L'activité antifongique

I-5.1. Mycoses cutanées

AI Waili [2004] cité par Clemence [2005] a mené l'essai clinique suivant: pendant un mois, des patients atteints de mycoses dermiques, dues notamment à *Pytiriasis versicolor* et à *Epidermophyton inguinale*, ont été traités trois fois par jour avec une mixture composée à parts égales de miel, d'huile d'olive et de cire d'abeille. Il a obtenu des réponses cliniques dans 86% des cas pour les patients atteints par *Pytiriasis versicolor*, et dans 79% des cas chez ceux touchés par *Epidermophyton inguinale*. Une guérison complète a été observée dans 79% des cas pour *Pytiriasis versicolor* et dans 71% des cas pour *Epidermophyton inguinale*.

I-5.2. Mycoses vaginales

Une autre publication scientifique [Obaseiki- Ebor et Afonya, 1984 cité par Clemence 2005] rapporte que le miel a une efficacité comparable aux antifongiques classiques sur des candidoses vaginales provoquées par *Candida albicans*. Il faut souligner que pour traiter des mycoses, les concentrations en miel sont plus élevées que pour obtenir un effet antibactérien.

Chapitre III
Bactéries
responsables des intoxications
alimentaires

III.1. Infection d'origine alimentaire

Des microorganismes vivants, présents dans l'aliment, provoquent des manifestations pathogènes par leur multiplication dans l'individu d'abord, accompagné parfois d'invasion avec éventuellement la production de toxine protéique ou lipopolysidiques LPS [Joffin et joffin, 1999].

III-Bactéries responsables des intoxications alimentaires

III-2. *Escherichia coli*

III.2.1.définition

Le genre *Escherichia* fait partie de la famille des *Entérobactéries* et comprend cinq espèces dont une seule, l'*Escherichia. Coli*, est utilisée à titre d'indicateur de la qualité des eaux. La presque totalité des souches d'*E. Coli* ne sont pas pathogènes puisque cette bactérie est un hôte normal de l'intestin des mammifères. Par ailleurs, parmi les coliformes fécaux, l'*E. Coli* est le seul qui soit sans équivoque toujours d'origine fécale et, à ce titre, il est de plus en plus considéré comme l'organisme indicateur spécifique d'une pollution fécale [Groupe de recherche de l'eau Quebec, 2003].

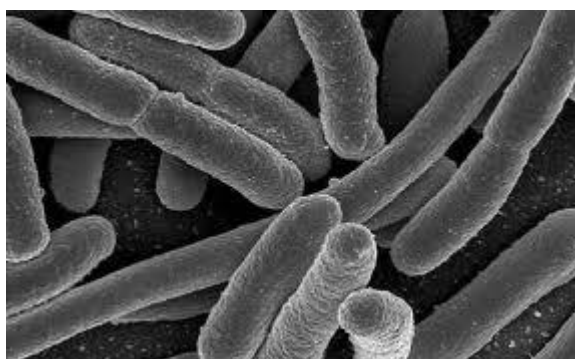


Figure 02 : *Escherichia coli*

III.2.2. Le risque sanitaire

Bien que la majorité des *E. Coli* ne sont pas pathogènes, on a mis en évidence quatre principaux groupes de souches pathogènes d'*E. Coli* : entéropathogène, EPEC; entérotoxigénique, ETEC; entéroinvasif, EIEC; entérohémorragique, EHEC [Bopp et al, 1999; Rice, 1999 cité par Groupe de recherche de l'eau, 2003]. Le groupe EPEC, habituellement responsable de diarrhées néonatales, est associé à une fréquence élevée de mortalité chez les jeunes enfants; le groupe ETEC comprend des souches qui affectent particulièrement les personnes qui voyagent qui boivent de l'eau non traitée; les souches du groupe EIEC induisent une infection similaire à la dysenterie bactérienne (*Shigella dysenteriae*). Le groupe EHEC comprend notamment le sérotype O157:H7, le plus souvent

identifié tant au Québec que dans l'ensemble des pays industrialisés. L'infection, qui se caractérise notamment par une diarrhée sanguinolente, peut entraîner le syndrome hémolytique et urémique (SHU; défaillance rénale aiguë qui se développe chez environ 5 % des patients infectés), principale cause d'insuffisance rénale chez l'enfant et responsable d'un taux de mortalité variant de 0,6 à 5 % chez les personnes atteintes de ce syndrome. Les déclarations d'infections à *E. coli* 0157:H7 sont toutefois plus souvent associées à des intoxications d'origine alimentaire plutôt qu'hydrique. [Groupe de recherche de l'eau Québec, 2003]

III.3. *Staphylocoques*

III.3.1. définition

Ce sont des coques (*famille des micrococcaceae*) dit non lactique par opposition aux *Streptocoques* bien qu'ils puissent produire de l'acide lactique par fermentation. Il s'agit de bactéries commensales de la peau des animaux et de l'homme, qui contaminent fréquemment les aliments et peuvent entraîner des dégradations et des problèmes sanitaire. Il existe de nombreuses espèces de *Staphylococcus* (27 à plus de 30 espèces selon les auteurs) classées en six groupes génomiques. Quelques espèces de *Staphylococcus* ; productrices de coagulase sont pathogène ; de nombreux biotype de l'espèce *Staphylococcus aureus* le sont pour l'homme et quelque autre souche à position taxonomique incertaine, dont des coagulase(-) peuvent être également présentes. Ces biotypes sont entérotoxique par l'intermédiaire d'une toxine thermostable qui est libérée dans les aliments pendant la croissance [Guiraud, 1998].



Figure 03 : *Staphylococcus aureus*

III.3.2. Le risque sanitaire

Dans l'organisme, par l'intermédiaire des aliments, il provoque des toxi-infections alimentaires avec libération des entéro-toxines.

Les symptômes apparaissent rapidement : 2 à 5 heures après le repas :

- Fortes nausées des vomissements en jet ;

- Diarrhée ;
- Crampes abdominales avec spasmes ;
- Maux de tête.
- Les nourrissons et les personnes âgées sont menacés de déshydratation [Clavier P., 2001].

III.4. *Pseudomonas*

III.4.1. Définition

Pseudomonas aeruginosa peut être considéré à bien des égards comme l'exemple-type des bactéries pathogènes opportunistes. Pratiquement inoffensif chez l'individu sain, ce bacille à Gram négatif de l'environnement, isolé pour la première fois par Schroeter en 1872, se révèle en effet redoutable chez les sujets immuno-déficients, les malades intubés-ventilés des services de réanimation ou ceux souffrant d'affections chroniques comme la mucoviscidose. *P. aeruginosa* possède les mécanismes lui permettant de résister naturellement à de nombreux agents antibactériens, de coloniser les surfaces inertes et les épithéliums, de former des biofilms protecteurs. Cette capacité d'adaptation hors du commun, la bactérie le doit à la très grande taille de son génome (5 à 7 Mb, soit dix fois celle d'un mycoplasme), son extrême versatilité métabolique et sa capacité à percevoir son environnement grâce à de multiples senseurs membranaires spécifiques.

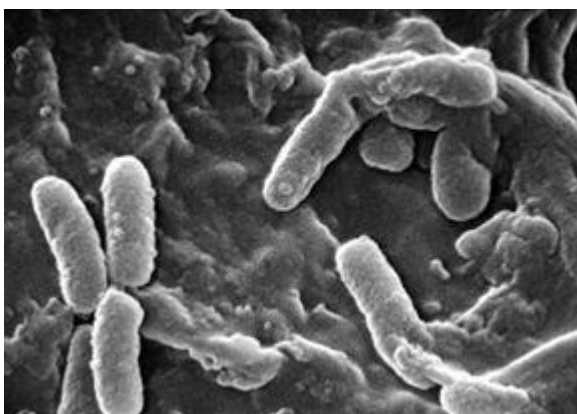


Figure 04 : *Pseudomonas aeruginosa*

III.4.2. Le risque sanitaire

P. aeruginosa est invasif et toxigène, en raison de la production de facteurs de virulence de surface (qui lui permettent de s'attacher, de coloniser, et d'envahir les tissus), et secrètes (qui endommagent les tissus et déclenchent des processus inflammatoires). Il est souvent

difficile de distinguer entre colonisation et invasion pathogènes en l'absence d'outil diagnostique adéquat. *P. aeruginosa* infecte rarement les tissus sains, mais envahit aisément tous les tissus ou les défenses sont compromises, ce qui explique le caractère essentiellement nosocomial des infections qu'il provoque.

III.5. Comment se protéger de l'intoxication alimentaire?

Se laver les mains soigneusement :

- Après avoir manipulé de la viande, de la volaille, du poisson cru et des fruits et légumes frais.
- Avant de manger.
- Après être allé à la toilette ou avoir changé une couche.
- Encourager les membres de la famille à se laver les mains fréquemment.
- Cuire et réchauffer les aliments jusqu'à une température de 74 °C (165 °F) ou plus.
- Réfrigérer les aliments rapidement à une température de 4 °C (40 °F) ou moins; les congeler à une température de -18 °C (0 °F) ou moins.
- Garder la cuisine propre en lavant les comptoirs, les planches à découper, les couteaux et tout autre équipement après chaque repas. Désinfecter le matériel à l'aide d'une faible solution javellisante.
- Lorsqu'on mange à l'extérieur, s'assurer que les aliments chauds sont servis très chauds (et non tiède). De plus, s'assurer que les aliments froids, tels que les sandwichs et les salades mixtes, sont servis bien froids [[Bureau de santé de l'est de l'Ontario, 2012](#)].

Partie
Expérimentale

I-Matériel et méthodes

I-1. L'objectif du travail

Le présent travail est basé sur l'étude de la qualité et l'activité antibactérienne de quelques échantillons de miel récoltés de l'ouest Algérien dont l'objectif est de déterminer :

- L'activité antibactérienne des échantillons de miel devant des souches pathogènes.
- Les propriétés physico-chimiques où les paramètres recherchés sont : l'acidité, le pH, la densité, la conductibilité électrique, la teneur en cendre, la matière sèche et la teneur en eau ;
- Leurs origines botaniques et géographiques par l'analyse pollinique.

I-2. Choix des échantillons de miel

L'étude a porté sur 8 échantillons de miel récoltés durant les années 2013 et 2014 provenant de différentes régions de l'ouest algérien (Sidi Bel Abbes, Tiaret, Relizane, Tlemcen et Tissemsilet). Le tableau suivant (01) représente :

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

Tableau 01 : Présentation des échantillons du miel étudiés

Échantillons	Origine géographique	Origine florale présumé	Date de récolte	Mode d'extraction
E01	Relizane	Les agrumes	Juillet 2014	Mécanique
E02	Sidi chikh et aindhhab(tiaret)	Euphorbe	Aout 2014	mécanique
E03	Oueldboughadou(tiaret)	Eucalyptus	Aout 2014	mécanique
E04	Mghila(tiaret)	Thymus et	Aout 2013	Manuel
E05	Tissemsilt	Multifloral	Juin 2013	Manuel
E06	Tida(tiaret)	Multifloral	Juin 2014	Manuel
E07	Maghnia (tlemcen)	Jujubier	Juillet 2014	Manuel
E08	Sidi-Bel-Abbès	Jujubier	Juillet 2013	Mécanique



Figure 05 : Présentation des échantillons étudiés

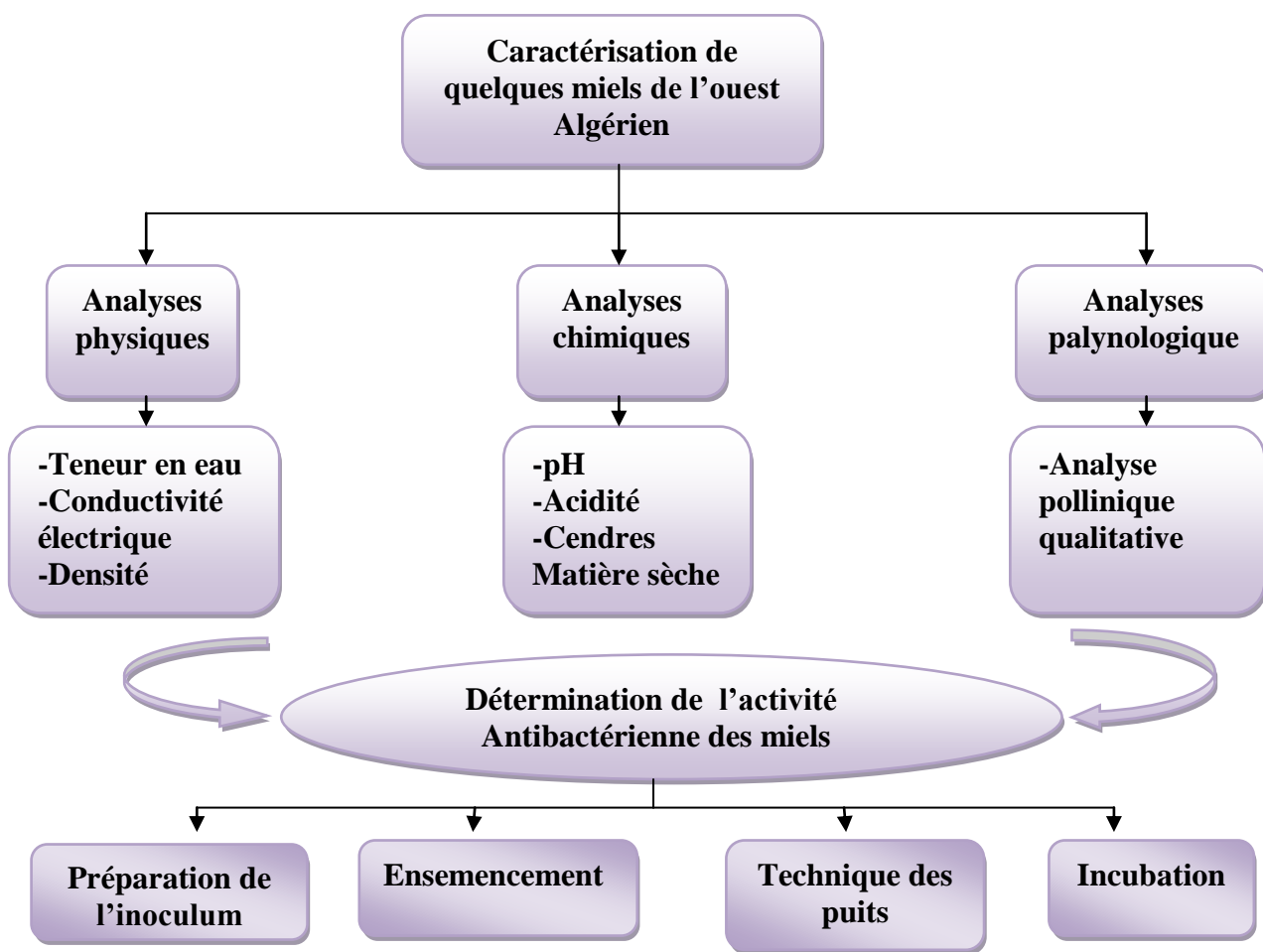


Figure06 : schéma du Protocole expérimental

I-3. Étude de la qualité des échantillons de miel

I-3.1. Analyses physiques

I-3.1.1. Teneur en eau

La teneur en eau est une valeur déterminée à partir de l'indice de réfraction du miel en se référant à une table standard qui dérive d'une formule développée par **Wedmore** des données de **Chataway et al.** (*Annexe 01*). Pour les échantillons de miel qui sont visqueux, il est recommandé de les placer à l'étuve pour les liquéfier et les homogénéiser avant de procéder à leur analyse. La détermination se fait tout en gardant la température du réfractomètre à 20°C grâce à un circuit d'eau qui lie l'appareil au bain marie ainsi en s'assurant que le prisme du réfractomètre est propre et sec. Directement après homogénéisation, couvrir la surface du prisme par l'échantillon. Après deux minutes, lire l'indice de réfraction puis déterminer le contenu d'humidité correspondant à partir de la table [**Commission internationale du miel, 2002 cité par Mehdi, 2011**].

I-3.1.2. Le pH

Le pH est mesuré sur une solution de miel à 10%, c'est la mesure du potentiel hydrogène de cette solution à l'aide d'un pH mètre qui est étalonné avant son utilisation à l'aide des solutions tampons (de 7 et 4 par exemple). La détermination du pH a été effectuée selon la norme du Codex n° 77-79, [**Codex, 1977**] : 25 g de miel sont pesés, dissous dans quelques ml d'eau distillée et la solution est complétée à 250 ml dans une fiole jaugée, puis versée dans un bécher sans cesser d'agiter la solution au moyen d'un agitateur magnétique, la pointe de l'électrode est plongée dans le bécher contenant la solution de miel, la valeur du pH s'affiche au potentiomètre [**Mehdi, 2011**].

I-3.1.3. La densité

La densité, d'après **Bogdanov et al.** [1995], est le rapport du poids du pycnomètre (10ml) rempli du miel sur le poids de même pycnomètre rempli d'eau distillée. Elle est déterminée par la méthode **AFNOR [1984]** citée par **Makhloufi [2001]** de la manière suivante:

$$d = \frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0}$$

P0 : étant la masse du pycnomètre vide;

P1 : étant la masse du pycnomètre rempli d'eau distillée;

P2 : étant la masse du pycnomètre rempli de miel;

d: la densité.

I-3.1.4. La conductibilité électrique

Selon la Commission internationale du miel [2009] cité par Mehdi, [2011], la détermination de la conductivité électrique est basée sur la mesure de la résistance électrique, dont la conductivité électrique est réciproque et elle est mesurée en utilisant une cellule de conductivité électrique pour une solution de miel à 20% de matière sèche. Si la constante de la cellule n'est pas connue, on prépare une solution de chlorure de potassium 0,1 M en dissolvant 7,4557 g de KCl, séché à 130°C, dans 1000 ml d'eau distillée. Après refroidissement, verser 40 ml de la solution dans un bécher et immerger la cellule du conductimètre dans cette solution puis lire la conductance (en milli Siemens) à la température 20°C.

La constante de la cellule est calculée par la formule suivante :

$$K = 11,961 \times 1/g$$

Où :

K : constante de la cellule en cm⁻¹ ;

g : la conductance en mS, mesurée avec la solution de KCl ;

11,961 : la valeur moyenne de la conductivité électrique de l'eau distillée en mS.cm⁻¹ et la conductivité de la solution de chlorure de potassium 0,1 M à 20°C.

Dans une fiole de 100 ml, dissoudre 20,0 g du miel dans l'eau distillée puis compléter jusqu'au trait de jauge. Ensuite, transférer cette solution dans un bécher et chauffer à 20°C à l'aide de plaque chauffante. Après l'avoir rincée avec l'eau distillée, plonger la cellule du conductimètre dans la solution et prendre la lecture lorsque la température arrive à 20°C.

En fin la conductivité du miel est calculée d'après la formule suivante :

$$CE = K \times G$$

D'où :

CE : conductivité électrique du miel exprimée en mS.cm⁻¹ ;

K : constante de la cellule ;

G : conductance de l'échantillon.

I-3.2. Analyses chimiques

I-3.2.1. L'acidité

Pour mesurer l'acidité, nous avons utilisé la méthode décrite par [A.O.A.C \[1976\]](#) citée par [Makhloufi \[2001\]](#), qui consiste à dissoudre 10g de miel dans 75 ml d'eau distillée désaérée dans un bécher de 250 ml. Mélanger ensuite à l'aide d'un agitateur magnétique et, après ; étalonnage du pH-mètre, plonger l'électrode dans la solution, noter la valeur du pH initial et commencer par la suite le titrage par une solution de NaOH (0,05N) à une vitesse de 5 ml/min jusqu'à un pH de 8,5. Ajouter immédiatement à l'aide d'une pipette, 10 ml de NaOH (0,05N) et faire un dosage en retour par une solution d'HCl (0,05N) jusqu'à un pH de 8,3. Il faut ainsi faire un essai à blanc (sans miel) dans les mêmes conditions cependant sans le dosage en retour.

Les résultats seront exprimés par les formules suivantes :

$$\text{Acidité libre} = \frac{(\text{Chute de burette NaOH} - \text{volume versé de NaOH pour le blanc}) \times 50}{\text{Prise d'essai (g)}}$$

L'acidité combinée due aux lactones est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Acidité combinée} = \frac{(\text{10 ml NaOH versé pour le dosage de retour} - \text{volume versé d'HCl})}{\text{Prise d'essai (g)}}$$

L'acidité totale est une somme des deux acidités ; libre et combinée.

$$\text{Acidité totale} = \text{Acidité libre} + \text{Acidité combinée}$$

I-3.2.2. Teneur en cendres

D'après la [Commission internationale du miel \[2002\]](#) cité par [Mehdi, \[2011\]](#), la teneur en cendre du miel signifie le résidu qui est obtenu par un procédé d'incinération à une température n'excédant pas 600°C, elle est mesurée comme suit :

- Peser de 5 à 10 g de miel dans un creuset de porcelaine calciné.

- Chauffer le prudemment jusqu'à ce que l'échantillon devienne noir et sec et qu'il n'y ait plus de risque de perte. Ensuite, calciner le dans un four à moufle à 600°C pendant 1h30.
- Laisser refroidir dans un dessiccateur puis peser le creuset. Répéter le procédé jusqu'à obtention d'un poids constant.
- Exprimer les résultats en pourcent de la substance sèche, calculés par la formule suivante:

$$\mathbf{Mm\ (\%)} = \frac{\mathbf{(M_2 - M_1)}}{\mathbf{M_0}} \times \mathbf{100}$$

D'où :

M₀: masse initiale du miel ;

M₁: masse de la capsule vide ;

M₂: masse de la capsule + cendre ;

Mm : la teneur en cendre.

I-3.2.3. Teneur en matière sèche

La matière sèche est évaluée après mesure de l'indice de réfraction et de la teneur en eau [Makhloufi, \[2001\]](#), On lit la valeur de la matière sèche sur la première échelle graduée del'oculaire du réfractomètre.

I-3.3. Analyse pollinique

La méthode de l'analyse pollinique consiste à séparer les grains de pollen de la matièrequi les entoure afin de pouvoir en observer la morphologie sur une lame microscopique. Elledonne une information précise sur les principales plantes mellifères et permet de caractériser les miels par leur origine botanique ou géographique. Elle apporte des informations importantes sur le comportement de butinage des abeilles. Par ailleurs, la teneur en pollen des miels permet de contrôler leur qualité, augmentant ainsi leur valeur économique[\[Mehdi, 2011\]](#).

I-3.3.1. Méthode classique

10 grammes d'un miel bien homogénéisé sont versés dans un bécher. On les dilue dans 20 ml d'eau tiédie acidulée (préparée en mélangeant 5ml d'acide sulfurique dans 1litre d'eau).

La solution est centrifugée pendant 10 minutes à 3500 tours-minute et le liquide surnageant est jeté de façon à ne conserver que le culot de centrifugation. Ce culot est ensuite mis en suspension dans de l'eau distillée puis centrifugé à nouveau 10 minutes à 3500 tours-minute. Le surnageant est éliminé. On aspire ensuite le culot (*fig.07*) à l'aide d'une pipette Pasteur, autant que possible de façon quantitative, sur une lame porte-objet on le répartit sur une surface d'environ 20 X 20 mm. On laisse évaporer l'excédent d'eau sur la plaque chauffante (ou bien dans l'étuve à 40°C) avant de déposer une goutte de gélatine glycinée qui fixera la préparation [Mehdi, 2011].



Figure 07: Formation du sédiment après centrifugation

I-3.3.2. Observation microscopique et lecture des préparations

Les préparations de lames obtenues à partir des miels sont observées sous le microscope optique à un grossissement d'environ 400 fois. On utilise le plus souvent un objectif X10 pour la mise au point ensuite on fait augmenter le grossissement en utilisant un objectif X40. Lorsqu'il est nécessaire de préciser un détail, on passe directement au plus fort grossissement (l'objectif X100), mais on revient toujours à l'objectif moyen qui est le plus convenable pour l'identification rapide des grains de pollen [Mehdi, 2011].

Selon Louveaux *et al.*, [1970], La détermination de l'origine géographique et de l'origine botanique repose sur l'identification des pollens et des autres constituants du sédiment d'un miel ainsi que sur leur dénombrement. L'identification se fait avec l'aide des données tirées des publications spécialisées, et au moyen de préparations de comparaison (*Annexe 02*).

I-3.3.5. Analyse pollinique qualitative

L'analyse pollinique qualitative permet d'identifier les grains de pollen retrouvés afin de délivrer la « carte d'identité » d'un miel. L'identification de grains de pollen se limite souvent à la forme du genre. L'emploi des noms scientifiques devrait donc être limité aux cas où une détermination sûre est possible, lorsque cette condition n'est pas remplie, il convient d'accompagner le nom scientifique d'une mention précisant clairement que celui-ci doit être pris dans un sens large : par exemple *Trifolium repens* s.l. (*sensu lato*) ou « groupe *Trifolium repens* », c'est-à-dire pollen qui d'après ses dimensions et sa structure est plus ou moins semblable à celui de *T. resupinatum* ou *T. arvense* [Maurizio et Louveaux, 1967 ; Vorwohl, 1968 cité par Makhloufi, 2001].

Selon les mêmes auteurs, lorsque des connaissances détaillées font défaut, le pollen peut être rattaché à un groupement plus important « forme ou type ». Ces deux termes sont utilisés pour indiquer tous les genres ou espèces représentés par le même type morphologique.

Enfin quelques formes inconnues ou non identifiées qui ne peuvent être rattachées à aucune famille ont été mises en fin de la liste [Mehdi, 2011].

I.3.4. Etude de l'effet antibactérien des échantillons de miel :

Nous avons testé la sensibilité de trois souches vis-à-vis des différents échantillons de miel, en employant la méthode de diffusion en gélose telle qu'elle a été décrite par Bourdon et Marchal [1973]. Cette méthode a été largement utilisée pour les tests de sensibilité aux agents antibactériens.

I.3.4.1. Principe

Elle est basée sur le fait qu'un agent antibactérien, déposé sur une géloseensemencée va diffuser suivant un gradient de concentration. Le germeensemencé ne se développera pas pour des concentrations supérieures ou égales à la concentration minimale inhibitrice (C.M.I) Il y aura une zone d'inhibition autour de l'agent antibactérien, plus ou moins grande suivant la sensibilité de la souche.

I.3.4.2. Préparation de l'inoculum

Chaque souche bactérienne conservée dans la gélose inclinée à 4⁰C a été revififiée dans un bouillon nutritif et incubée pendant 18-24h à 37⁰C puisensemencé sur une gélose nutritive et incubée pour une deuxième fois pendant 24h à 37⁰C afin d'obtenir des colonies bien distinctes.

Pour chaque souche, 3 à 5 colonies pure d'une culture jeune ont été prélevées aseptiquement et mises dans 5 à 10 ml de l'eau physiologiquement stérile (0.9%). Puis 3 ml de cette solution ont été aseptiquement déposés dans une cuve d'un spectrophotomètre UV (préalablement étalonnée avec l'eau physiologique utilisée). La mesure de la densité optique D.O. a été effectuée a une longueur d'onde de 625 nm afin d'obtenir une densité égale 0.1 équivalent à 0.5 Mac Ferland ce qui correspondant à 10^6 UFC/ml.

I.3.4.3. Ensemencement

La suspension a ensuite été ensemencée uniformément sur la gélose Muller-Hinton en triple exemplaire avec un écouvillon stérile ;

I.3.4.4. technique des puits:

Cinq puits d'un diamètre de 6 mm sont construits dans la boîte de pétri sont remplis avec 25 μ l de chaque concentration de miel (10%, 30%, 50%, 70%, 100%).

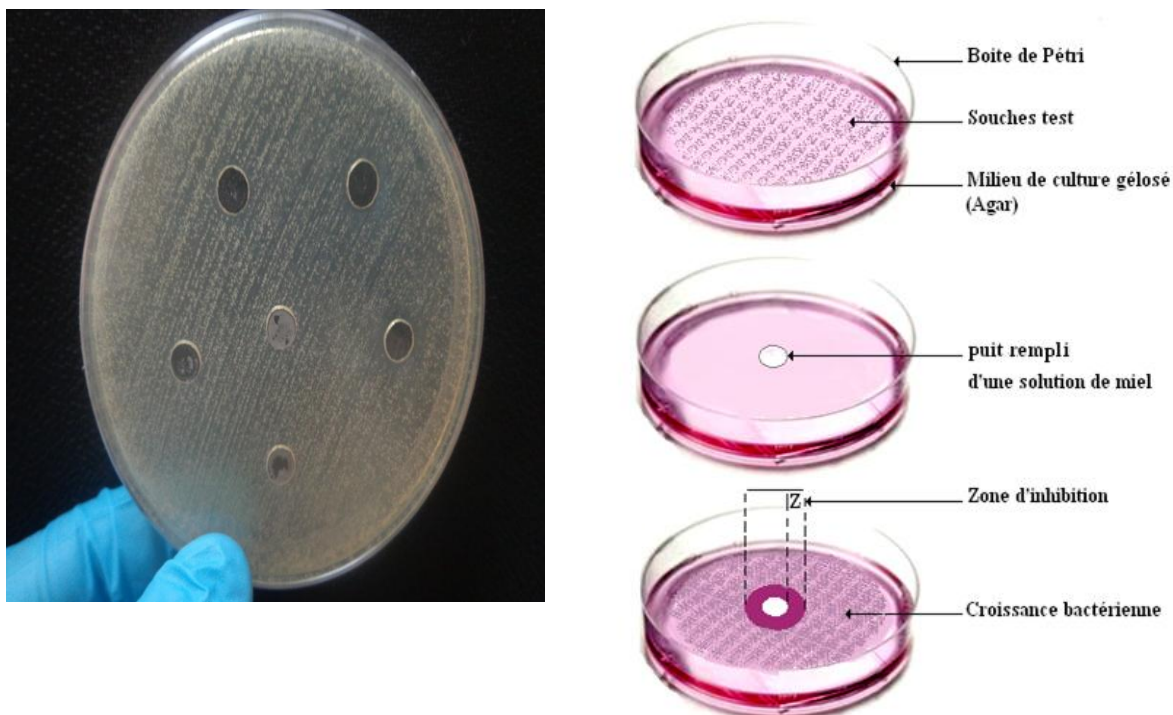


Figure 08 : Les puits

I.3.4.5. Incubation :

Les boites ont été incubées pendant 18 à 24h à une température de 37⁰C.

I.3.4.6. Lecture des résultats :

Elle consiste à mesurer avec précision les diamètres des zones d'inhibition à l'extérieure de la boite avec règle graduée en millimètre.

II-Résultats et discussion

II-1. Analyses physiques

II-1.1. Le pH

Les valeurs de pH obtenus oscillent entre 3,4 et 5.46(*fig.09*) ce qui nous a donné une indication sur l'acidité des miels analysés. Nos résultats sont en accord avec ceux donnés par [White et Louveaux, \[1979\]](#).

Toutefois, la variabilité du pH des miels serait due à la flore butinée, aux sécrétions salivaires de l'abeille et aux processus enzymatiques et fermentatifs pendant la transformation de la matière première [[Louveaux, 1968](#)].

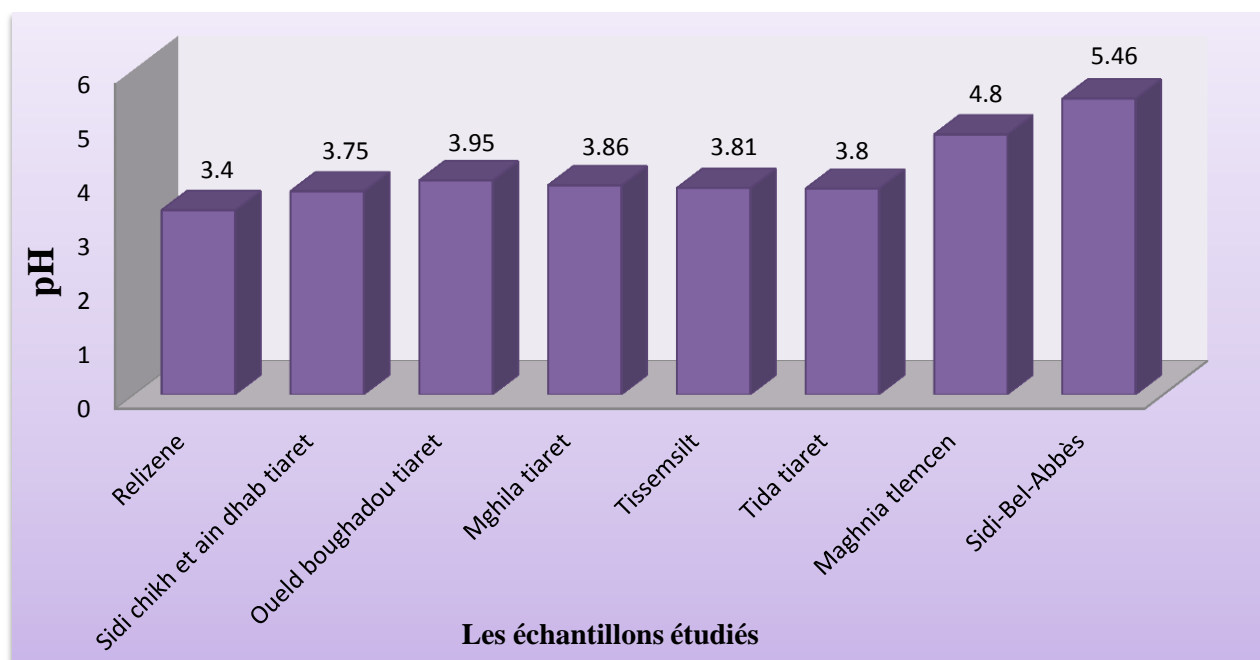


Figure09 :Le pH des échantillons

Le pH est une mesure qui permet la détermination de l'origine florale du miel où les miels issus de nectars ont un pH compris entre 3,5 et 4,5 par contre ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5,5 [[Gonnet, 1986](#)]. Les valeurs intermédiaires correspondent souvent à des mélanges de nectar et de miellat.

II-1.2. La densité

La densité des échantillons étudiés varie entre 1,39 et 1,44 (fig.10). Ces résultats sont conformes aux normes Françaises de Normalisation de miel et qui sont de 1,39 à 1,52. Selon Darigol [1979], un miel récolté prématuré, moins mûr aura une densité plus faible. Louveaux [1985] ajoute que les variations de la densité des miels proviennent surtout des variations de la teneur en eau.

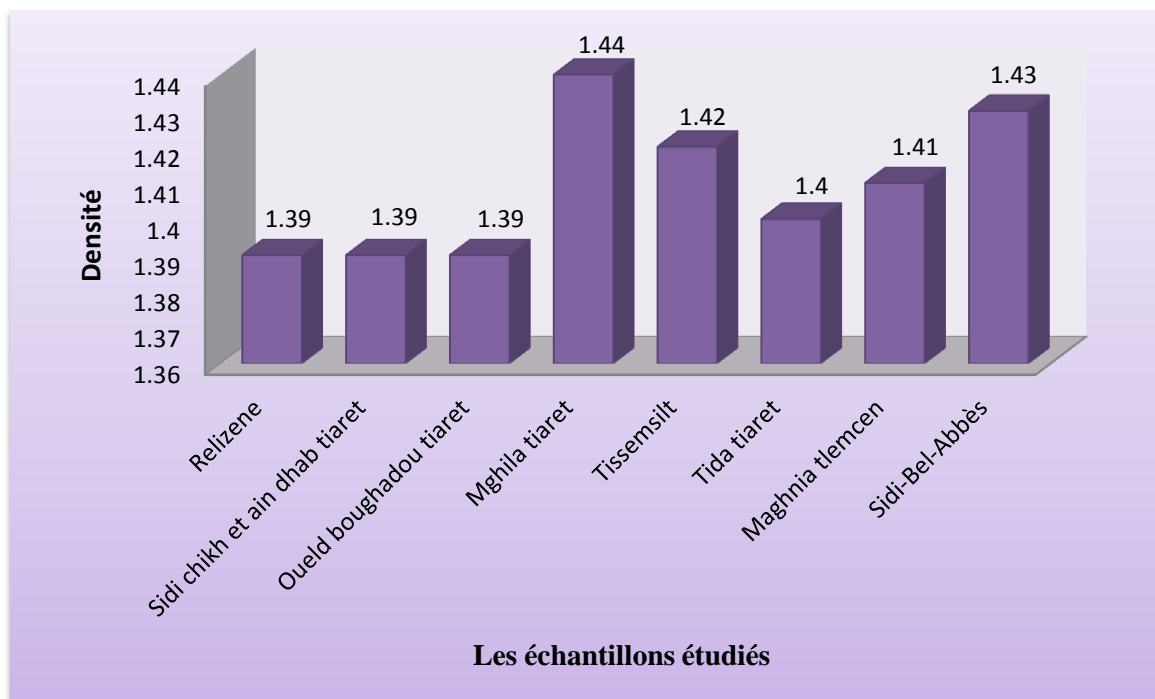


Figure 10 : La densité des échantillons

II-1.3. La conductivité électrique

Les valeurs de la conductivité électrique de nos échantillons de miel varient entre 0,443 et 0,822 mS/cm (fig. 11). Ces valeurs sont inférieures à 0,8 mS/cm ; norme recommandée par Bogdanov et al, [2001] à l'exception de l'échantillon N°8.

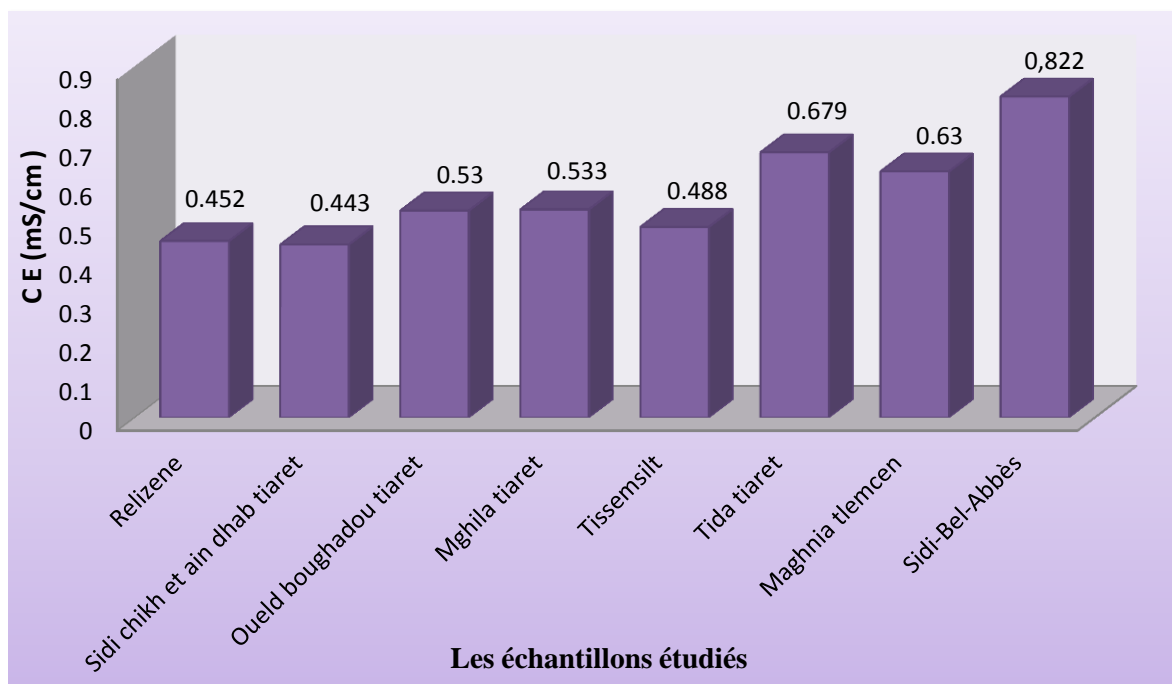


Figure 11: La conductivité électrique des échantillons.

La conductivité électrique représente un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel [Bogdanov et al, 2004]. Elle apporte une indication précieuse dans la définition d'une appellation. Nos résultats montrent que tous les échantillons étudiés à l'exception de l'échantillon N°8 sont des miels de nectar car la conductivité des miels de nectar est inférieure à 0,8 mS/cm, alors que celle de miellat est supérieure à cette valeur (0,8 mS/cm) c'est le cas de l'échantillon N°8. En général, les miellats et certains miels de fleurs très colorés conduisent beaucoup le courant que les miels des fleurs les plus clairs. Les échantillons N°06, 07 et 08 qui sont les plus foncés parmi nos échantillons et les plus riches en grains de pollen comme le montre l'analyse pollinique, présentent une conductivité électrique un peu élevée (>0,6 mS/cm). Selon Gonnet [1982], les miels foncés sont plus riches en matière minérale ionisable, donc bons conducteurs de courant. Louveaux, [1976], affirme que les sels sont apportés par le pollen, par le nectar des fleurs ou les miellats.

II-2. Analyses chimiques

II-2.1. Teneur en eau

Les résultats obtenus de la mesure de la teneur en eau de nos échantillons varient de 14.6 à 17% (fig.12). Ces valeurs se situent bien dans l'intervalle préconisé par le *Codex Alimentarius* [1993] cité par Mehdi. [2011], et qu'il ne dépasse pas 21% en général.

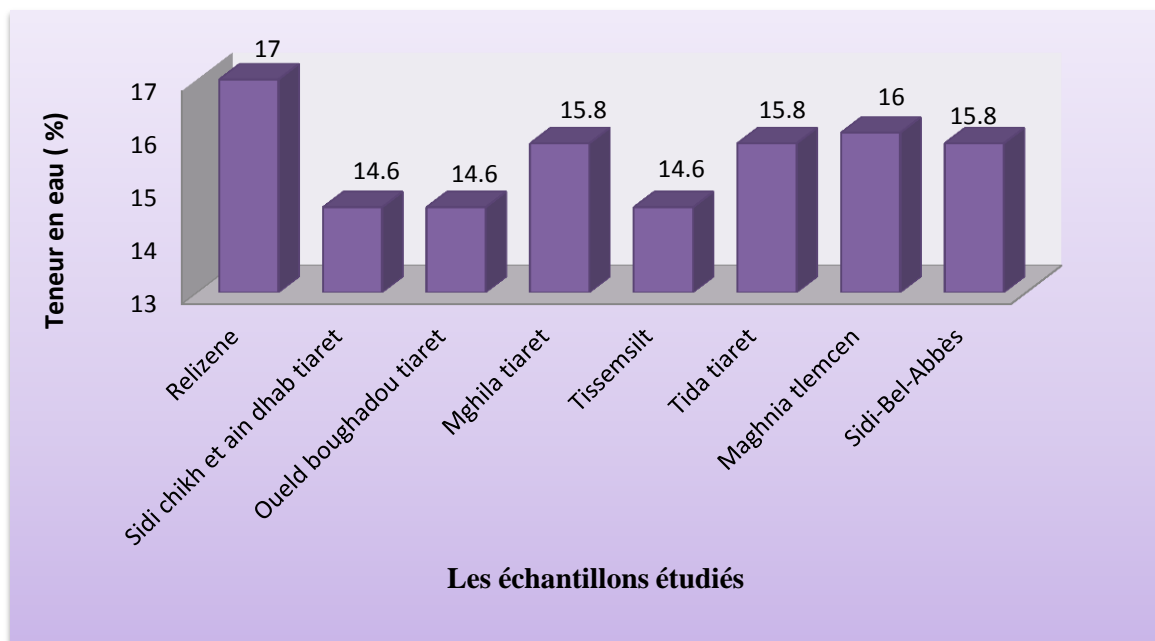


Figure 12 : La teneur en eau des échantillons

II-2.2. Teneur en cendres

La teneur en matières minérales des miels expérimentaux est faible, elle varie de 0,2 à 0,63% (fig.13). Selon White et Louveaux [1962], la teneur en sels minéraux du miel s'étend de 0.02 à 1.028%. Nos échantillons sont conformes à cette norme.

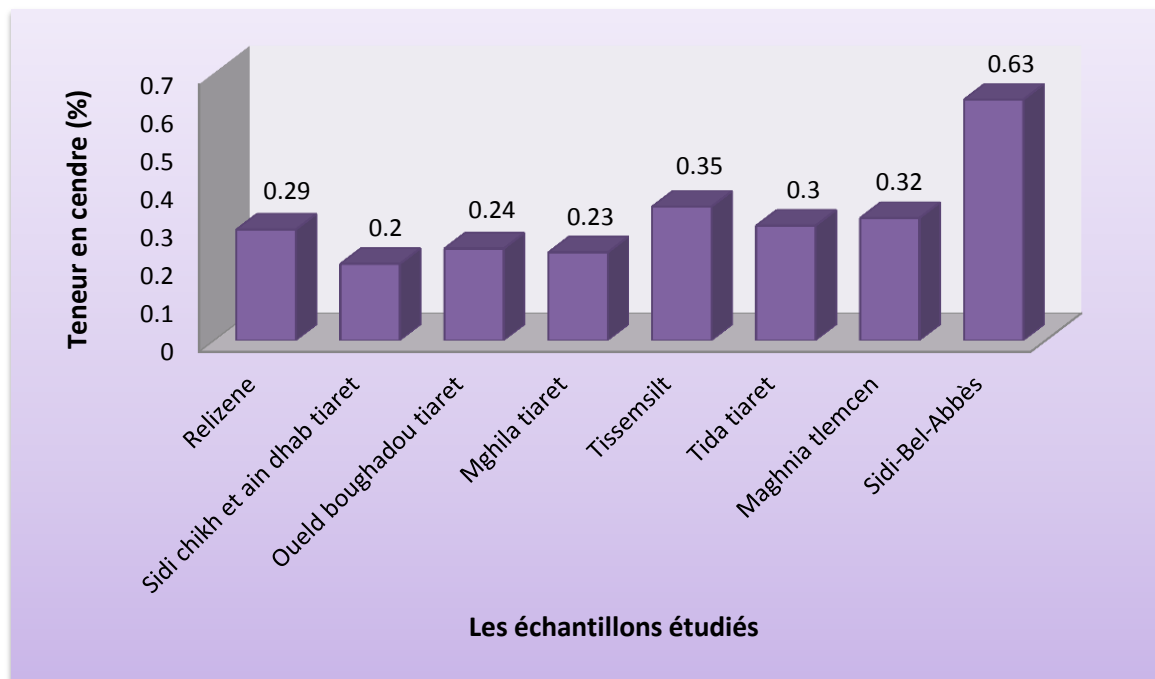


Figure 13 : La teneur en cendre des échantillons

D'après Bogdanov *et al.*, [1997], la matière minérale détermine l'origine botanique du miel ; les miels issus des nectars ont une teneur en matière minérales ne dépassant pas 0,6%, ce qui correspond à la totalité des échantillons analysés (fig.13). Tandis que celles des miels des miellats ou mélanges de miel de nectar et de miellat doivent être inférieurs à 1,2% c'est le cas de l'échantillon N°8 qui présente une valeur supérieure de 0,6 et inférieure de 1,2% c'est un miel de miellat. White *et al.* [1962] ont confirmé l'existence d'une relation entre la couleur des miels et leur teneur en cendres. D'une façon générale, les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés [Louveaux, 1968]. Les échantillons N°05, et N°06 visiblement les plus foncés ont des teneurs en matières minérales plus élevées.

II-2.3. Matière sèche

Les valeurs de la matière sèche (degré brix) obtenues se varient de 81,1 à 84,3% (fig.14). Ces valeurs sont supérieures à 65% recommandée par le [Codex Alimentaire, \[2011\]](#).

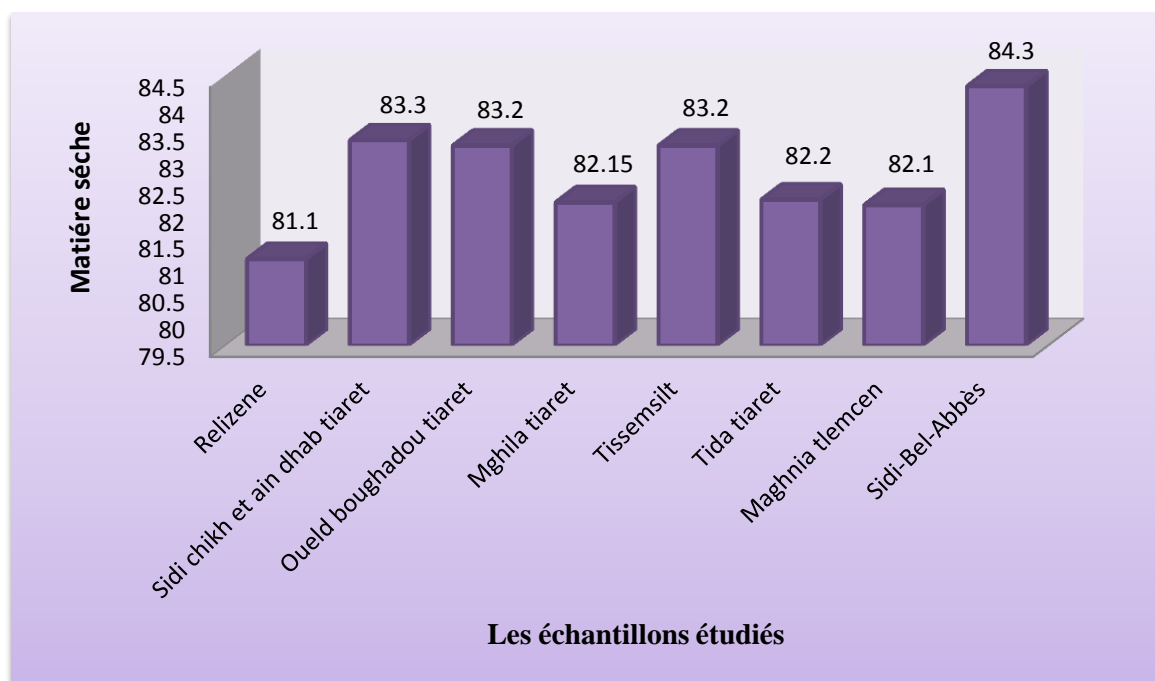


Figure 14 : La teneur en matière sèche des échantillons

Selon [Makhloufi, \[2011\]](#), la variation des paramètres (densité, indice de réfraction et taux de matière sèche) est en relation directe avec la teneur en eau.

II-2.4. Acidité

L'acidité totale de nos échantillons est située entre 30,37 et 51,92 meq/kg (fig.15). Ces valeurs se situent dans les normes préconisées par White et al, [1962] cité par Mehdi. [2011] et qui sont de 8,68 à 59,40 meq/kg.

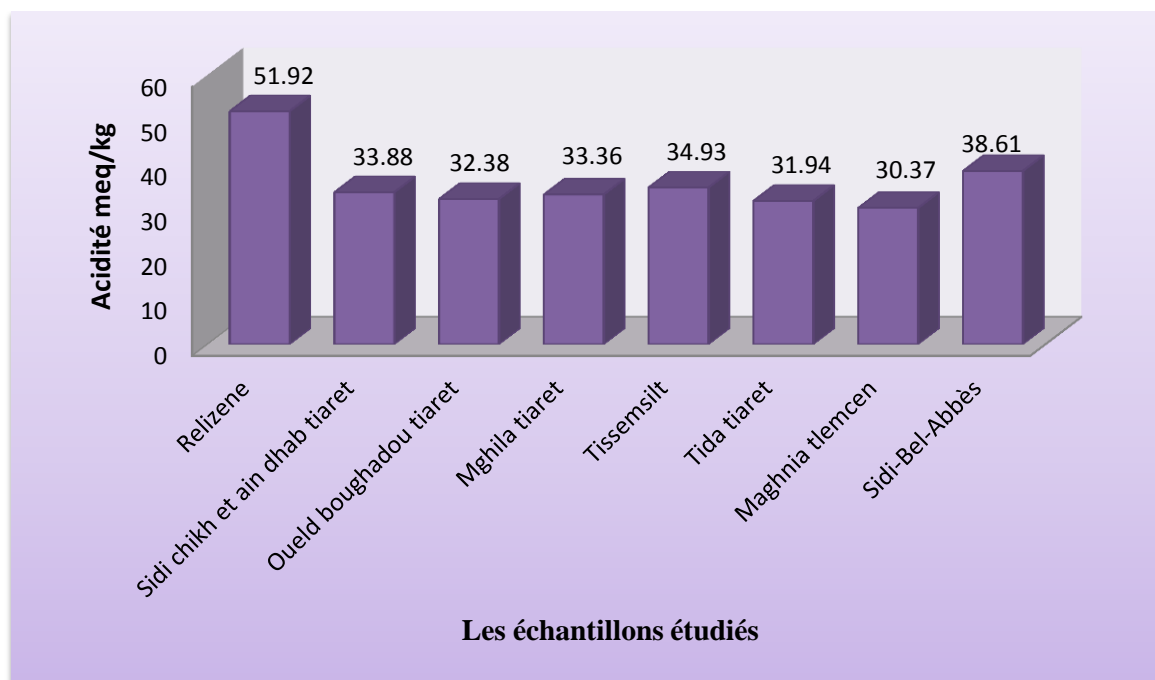


Figure 15: L'Acidité des échantillons

L'acidité est un critère de qualité important, elle donne des indications fort importantes de l'état du miel [Gonnet, 1992]. Selon Becker et Schweitzer, [2001] ; Khenfer et Fattal, [2001], les miels sont naturellement des solutions acides, mais aussi la fermentation et le vieillissement augmente l'acidité. La présence de certains acides dans ces miels est probablement due aux nectars ou miellats, mais leur origine principale est à rechercher dans les sécrétions salivaires de l'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentatifs [Louveaux, 1968 cité par Mehdi, 2011].

II-3. Analyse pollinique

Nous nous sommes basés dans cette analyse pollinique « ou *Melissopalynologique* » sur une banque de données de pollens de références présentés dans l'*annexe II* qui ont été utilisés pour l'identification des taxons mellifères afin de déterminer l'origine botanique et géographique de nos échantillons de miel.

II-3.2. Analyse pollinique qualitative

L'analyse pollinique qualitative repose sur l'identification des pollens et autres constituants du sédiment et sur la fixation de la fréquence des différents éléments. À partir de la fréquence des différents pollens et des indicateurs de miellat on peut tirer des conclusions concernant la proposition des sources de nectar correspondantes qui sont à l'origine du miel.

Les pollens sont caractérisés par les scientifiques selon divers critères :

- ❖ **La symétrie** : selon deux plans (polaire ou équatorial) on distingue des symétries isopolaire ou hétéropolaire ;
- ❖ **La forme** : circulaire, triangulaire, hexagonale ;
- ❖ **La taille** : de 2.5 à 300 microns toutes les tailles existent ;
- ❖ **Les apertures** : pore ou sillon ou association des deux ou encore absence d'apertures comme le mélèze par exemple ;
- ❖ **L'ornementation de l'exine** : lisse, ornementée en creux (dépressions isolées, sillons parallèles, réseau) ou en relief (épines, clou, verrues, ballonnets).

Les taxons identifiés étant regroupés en 4 classes :

- Pollen dominant : figure à plus de 45% du pollen dénombrés ;
- Pollen d'accompagnement : présente de 16 à 45% du pollen dénombrés ;
- Pollen isolé important : de 3 à 15% du pollen dénombrés ;
- Pollen isolé rare : moins de 3% du pollen dénombrés ;

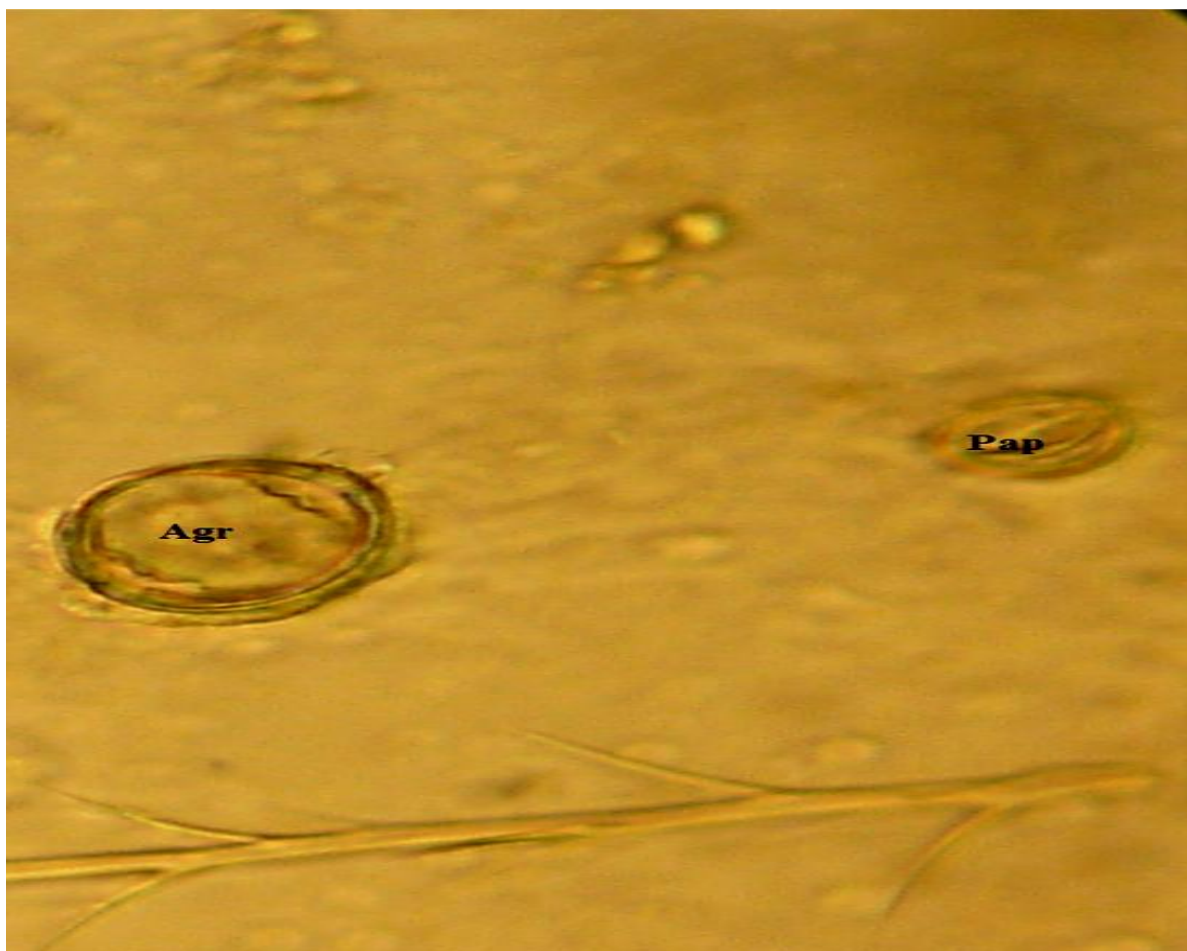
La présence d'un pollen dominant dans un miel permet dans la plupart des cas de le considérer comme miel « unifloral ». S'il n'y a pas de pollen dominant, le miel est considéré comme « toutes fleures » [Louveaux et al, 1978 ; Parent et al., 1989 cité par Chennit 1990 cité par Mehdi, 2011].

Échantillon 01**I. Identité**

Origine géographique : Relizane
 Origine botanique présumé : Agrumes
 Date de récolte : juillet 2014
 Mode d'extraction : Mécanique
 Référence : E01

II. Analyse pollinique qualitative**Tableau 02 : Composition pollinique de l'échantillon 01 du miel**

Classe de pollens	Taxons	Fréquence %
Pollen dominant	<i>Citrus spp</i>	46,80
Pollens d'accompagnement	<i>Papaver rhoeas</i>	17,30
Pollen isolé important	<i>Daucus carota gr.</i>	12,9
	<i>Asteracees</i>	5,66
	<i>Olea europea</i>	4,75
	<i>Adonis aestivalis</i>	3,82
Pollen isolé rare	<i>Ononis f.</i>	2,80
	<i>Echium plantagineum</i>	2,18
	<i>Cistus creticus</i>	1,37
	<i>Convolvulus gr.</i>	0,24
Pollen indéterminé	/	2,16



Agr :Citrus sp

Pap :Papaver rhoeas

Figure 16: Vue microscopique des grains de pollen du miel N°01 (400X)

Échantillon 02**I. Identité**

Origine géographique : Sidi shikh et ain d'hab Tiaret

Origine botanique présumé : Euphorbe

Date de récolte : Aout 2014

Mode d'extraction : Mécanique

Référence : E02

II. Analyse pollinique qualitative**Tableau 03 : Composition pollinique de l'échantillon N°02 du miel**

Classe de pollens	Taxons	Fréquence %
Pollen dominant	/	/
Pollens d'accompagnement	<i>Reseda alba</i>	34,14
	<i>Daucus carota gr</i>	21,49
	<i>Eucalyptus. sp</i>	19,20
Pollen isolé important	<i>Olea europea</i>	12,67
	<i>Silybum marianum</i>	9,26
	<i>Papaver rhoeas</i>	7,45
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	5,37
Pollen isolé rare	<i>Borago officinalis</i>	2,29
	<i>Adonis aestivalis</i>	1,08
	<i>Plantago f.</i>	0,74
	<i>Quercus suber chêne</i>	0,42
Pollen indéterminé	/	5,04



Re : *Reseda alba*

Figure 17: Vue microscopique des grains de pollen du miel N°02 (400X)

Échantillon 03**I. Identité**

Origine géographique : OuledboughadouTiaret

Origine botanique présumé : Eucalyptus

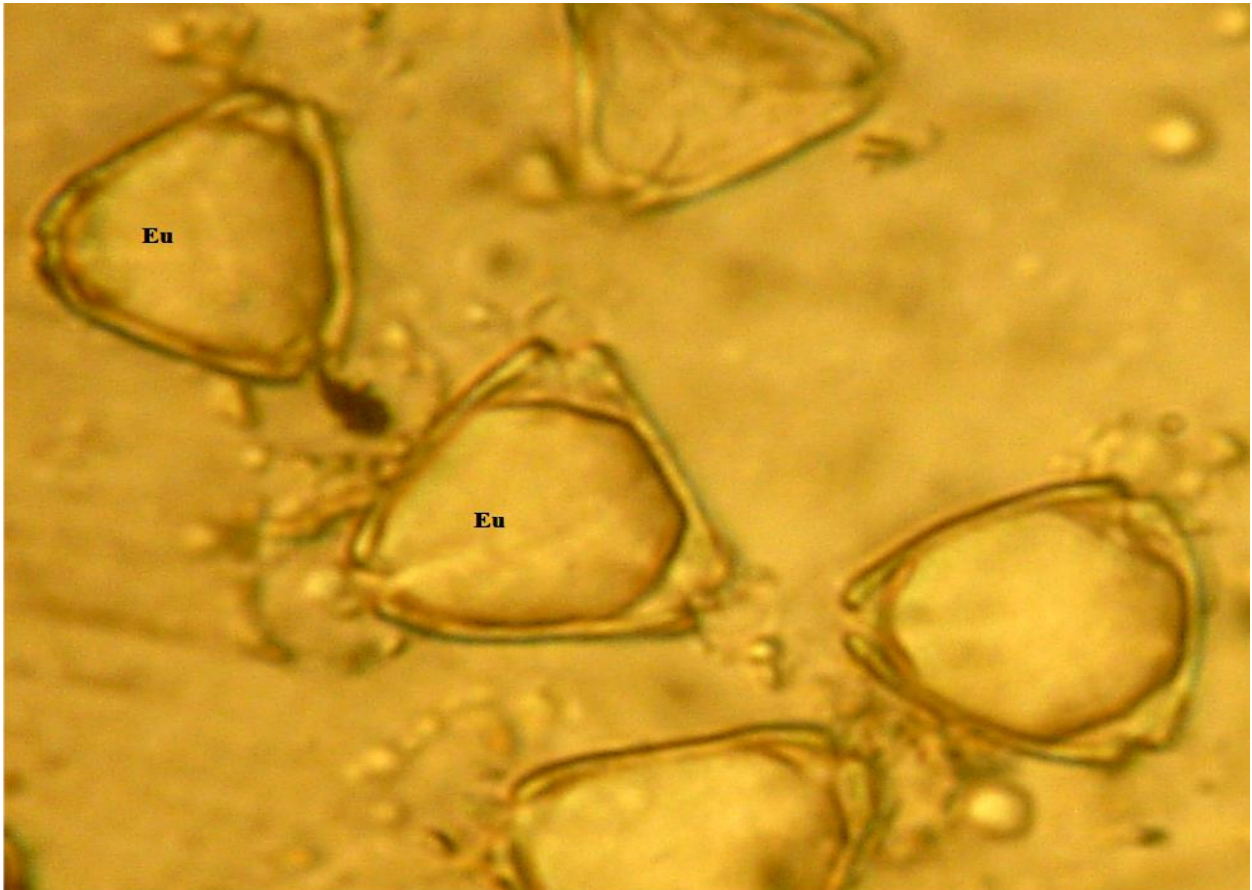
Date de récolte : Aout 2014

Mode d'extraction : Mécanique

Référence : E03

II. Analyse pollinique qualitative**Tableau 04 : Composition pollinique de l'échantillon N°03 du miel**

Classe de pollens	Taxons	Fréquence %
Pollen dominant	<i>Eucalyptus. cam</i>	47,23
Pollens d'accompagnement	<i>Daucus carota gr.</i>	19,06
Pollen isolé important	<i>Quercus suber chêne</i>	8,46
	<i>Papaver rhoeas</i>	6,62
	<i>Matricaria recutita</i>	4,95
	<i>Rubus ulmifolius</i>	4
	<i>Brassica napus</i>	3,45
Pollen isolé rare	<i>Plantago f.</i>	1,80
	<i>Taraxacum officinale</i>	0,47
		0,29
Pollen indéterminé	/	3,58



Eu : *Eucalyptus. cam*

Figure 18: Vue microscopique des grains de pollen du miel N°03 (400X)

Échantillon 04**I. Identité**

Origine géographique : MghilaTiaret
 Origine botanique présumé : Thymus etSilybum.
 Date de récolte : Aout 2013
 Mode d'extraction : Manuel
 Référence : E04

II. Analyse pollinique qualitative**Tableau 05 : Composition pollinique de l'échantillon N°04 du miel**

Classe de pollens	Taxons	Fréquence %
Pollen dominant	<i>Ononis f</i>	46,08
Pollens d'accompagnement	<i>Silybum marianum</i>	17,40
Pollen isolé important	<i>Eucalyptus sp</i>	5,39
	<i>Papaver rhoeas</i>	4,14
	<i>Acacia pycnantha</i>	4,02
	<i>Hedysarum coronarium</i>	3,22
Pollen isolé rare	<i>Calendula officinalis</i>	1
	<i>Acacia</i>	0,57
	<i>Brassica napus</i>	0,26
Pollen indéterminé	/	1,10



Sily : *Silybum marianum*

Ono : *Ononis f*

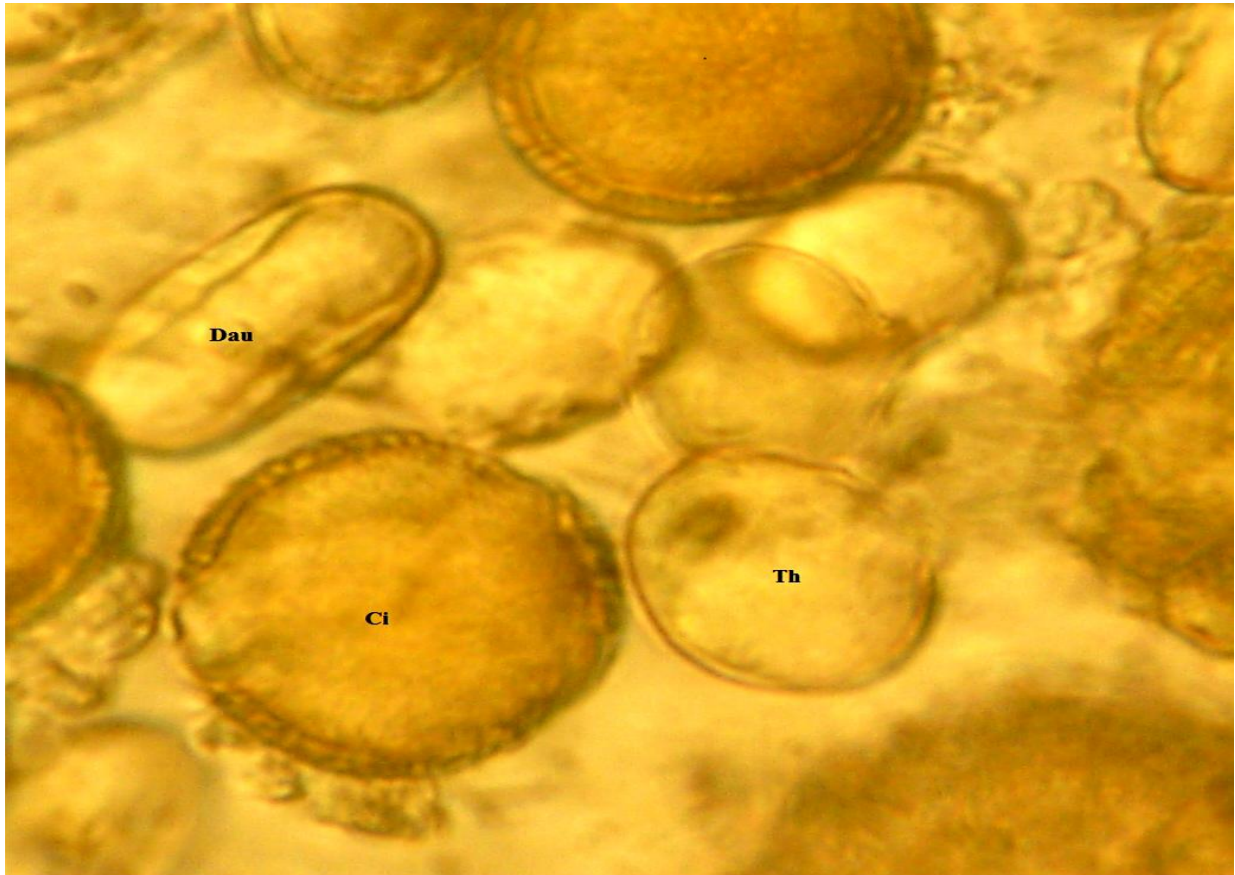
Figure 19 : Vue microscopique des grains de pollen du miel N°04 (400X)

Échantillon 05**I. Identité**

Origine géographique	: Tissemsilt
Origine botanique présumé	: Toutes fleurs
Date de récolte	: Juin 2013
Mode d'extraction	: Manuel
Référence	: E05

II. Analyse pollinique qualitative**Tableau 06 : Composition pollinique de l'échantillon N°05 du miel**

Classe de pollens	Taxons	Fréquence %
Pollen dominant	/	/
Pollens d'accompagnement	<i>Matricaria recutita</i>	30,04
	<i>Daucus carota gr.</i>	26,11
	<i>Quercus suber</i> Chêne	17,54
Pollen isolé important	<i>Acacia pycnantha</i>	7,23
	<i>Papaver rhoeas</i>	5
	<i>Plantago f.</i>	4,5
	<i>Lamiaceae</i>	3,13
	<i>Ononis f.</i>	3
Pollen isolé rare	<i>Acacia</i>	0,31
	<i>Pinus gr.</i>	0,27
Pollen indéterminé		2,46



Dau : *Daucus carota* gr

Ci : *Cistus creticus*

Th : *Thymus capitatus*

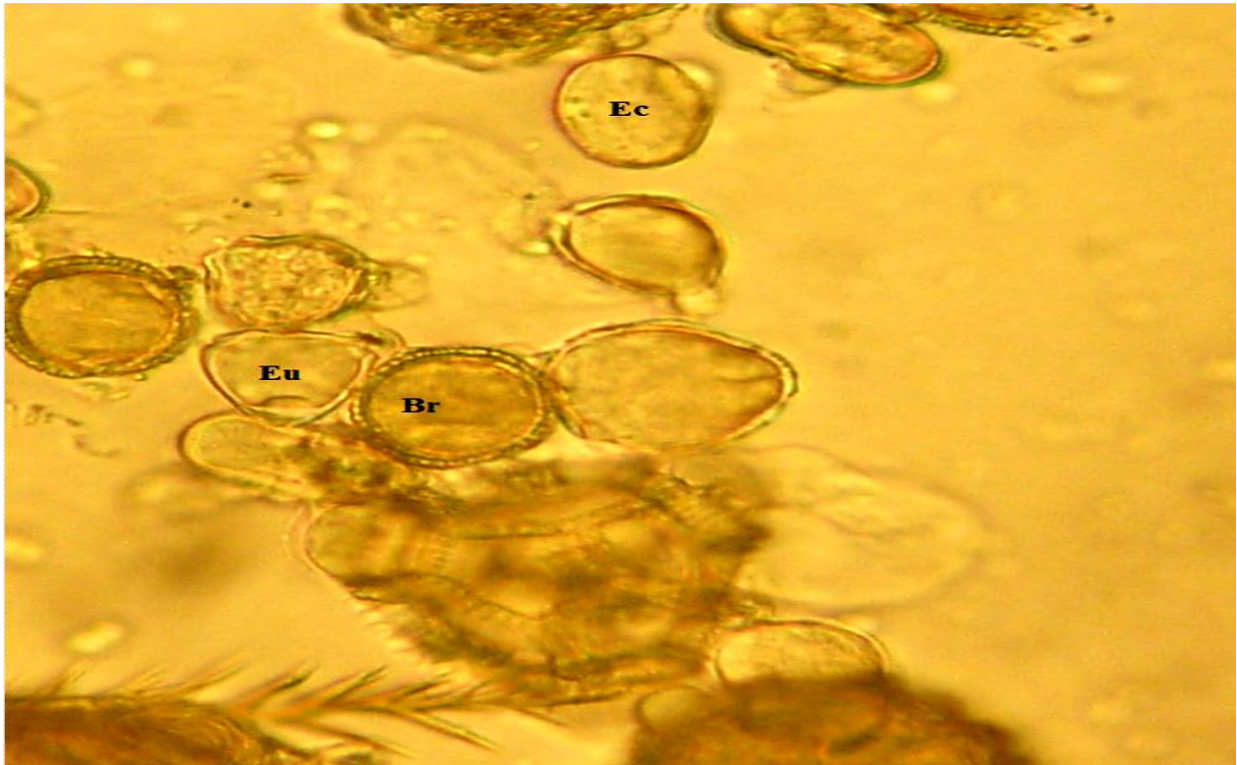
Figure 20 : Vue microscopique des grains de pollen du miel N°05 (400X)

Échantillon 06**I. Identité**

Origine géographique	:TidaTiaret
Origine botanique présumé	: Toutes fleurs
Date de récolte	: Juin 2014
Mode d'extraction	: Manuel
Référence	: E06

II. Analyse pollinique qualitative**Tableau 07 : Composition pollinique de l'échantillon N°06 du miel**

Classe de pollens	Taxons	Fréquence %
Pollen dominant	/	/
Pollens d'accompagnement	<i>Eucalyptus sp</i>	28,53
	<i>Genista f.</i>	20,82
Pollen isolé important	<i>Vicia faba</i>	11
	<i>Olea europea</i>	9,60
	<i>Cistus creticus</i>	8,31
	<i>Convolvulus gr.</i>	4,75
	<i>Matricaria recutita</i>	4
	<i>Daucus carota gr.</i>	3,80
Pollen isolé rare	<i>Brassica napus</i>	2,3
	<i>Calendula officinalis.</i>	1
	<i>Acacia</i>	0,53
Pollen indéterminé	/	5,23



Br : *Brassica napus*

Eu : *Eucalyptus sp*

Ec : *Echium plantagineum*

Figure 21 : Vue microscopique des grains de pollen du miel n°06 (400X)

Échantillon 07**I. Identité**

Origine géographique : Maghnia Tlemcen

Origine botanique présumé : Jujubier.

Date de récolte : Juillet 2014

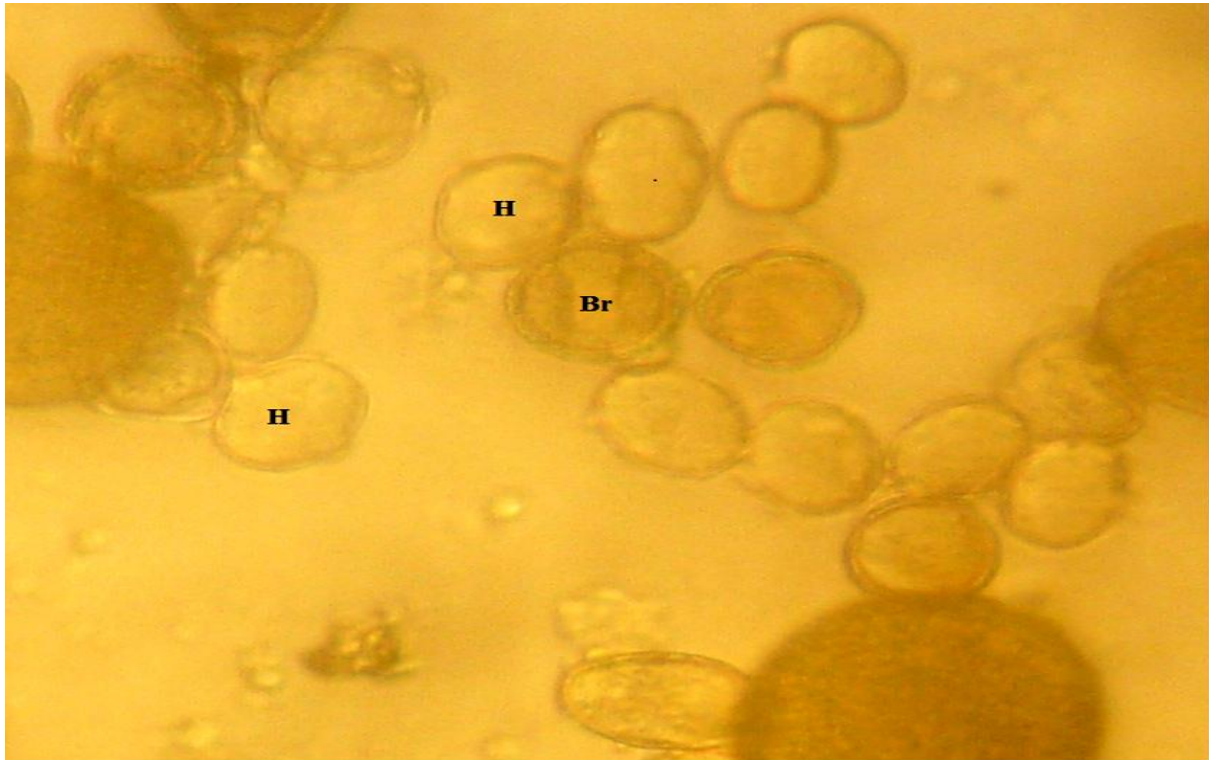
Mode d'extraction : Manuel

Référence : E07

II. Analyse pollinique qualitative

Tableau 08 : Composition pollinique de l'échantillon N°07 du miel

Classe de pollens	Taxons	Fréquence %
Pollen dominant	/	/
Pollens d'accompagnement	<i>Hedysarum coronarium</i>	21,6
	<i>Daucus carota gr.</i>	17,9
Pollen isolé important	<i>Matricaria recutita</i>	15
	<i>Olea europea</i>	13,97
	<i>Eucalyptus sp</i>	10,38
	<i>Silybum marianum</i>	9,77
Pollen isolé rare	<i>Vicia faba</i>	2,90
	<i>Ononis f.</i>	1,76
	<i>Genista f.</i>	0,81
	<i>Acacia pycnantha</i>	0,62
	<i>Calendula officinalis.</i>	0,43
	<i>Papaver rhoeas</i>	0,26
Pollen indéterminé	/	3,65



H : *Hedysarum coronarium*

Br : *Brassica napus*

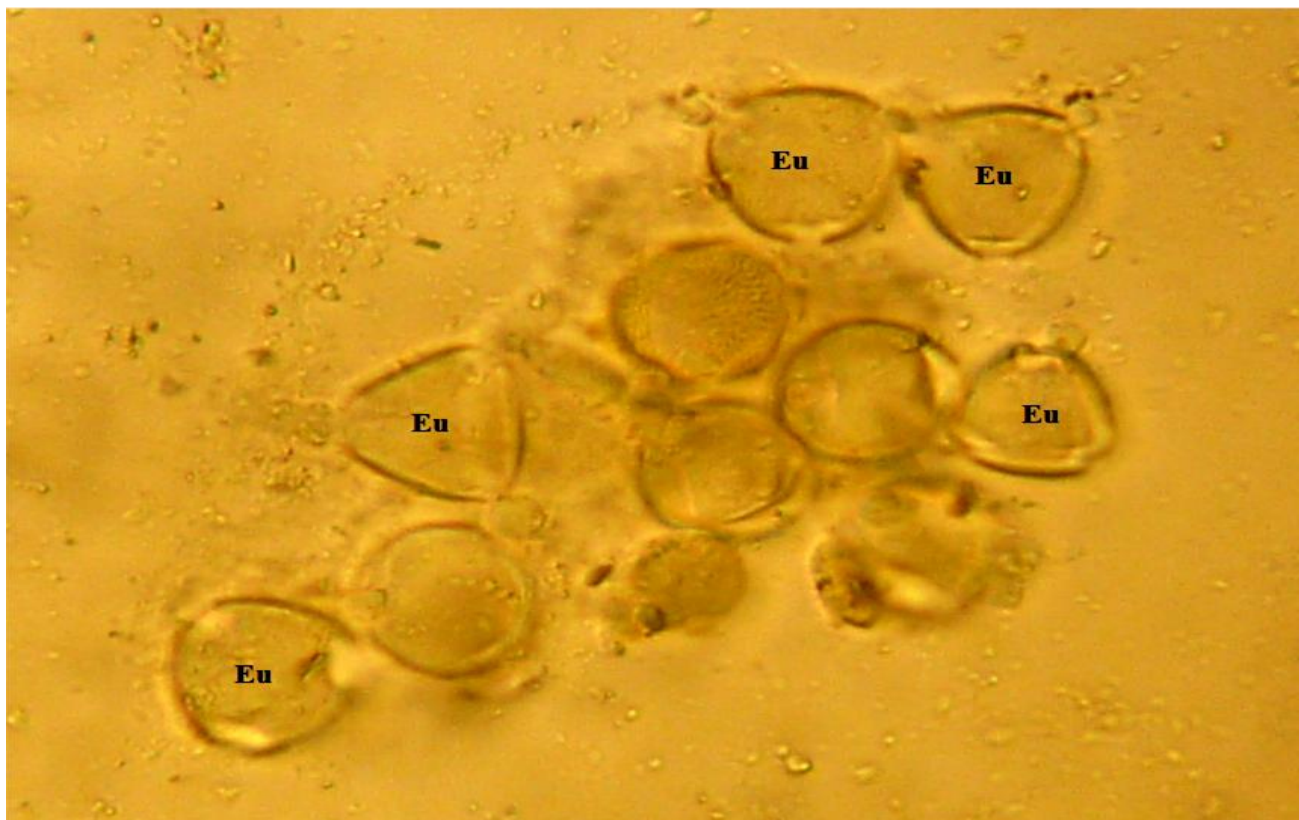
Figure 22 : Vue microscopique des grains de pollen du miel N°07 (400X)

Échantillon 08**I. Identité**

Origine géographique : Sidi bel abbés
 Origine botanique présumé : Jujubier
 Date de récolte : Juillet 2013
 Mode d'extraction : Mécanique
 Référence : E08

II. Analyse pollinique qualitative**Tableau 09 : Composition pollinique de l'échantillon N°08 du miel**

Classe de pollens	Taxons	Fréquence %
Pollen dominant	/	/
Pollens d'accompagnement	<i>Eucalyptus sp</i>	32,19
	<i>Eucalyptus. cam</i>	26,85
	<i>Quercus suber chêne</i>	17,04
Pollen isolé important	<i>Papaver rhoeas</i>	9,68
	<i>Genista f.</i>	7
Pollen isolé rare	<i>Ononis f.</i>	2,75
	<i>Vicia faba</i>	1,34
	<i>Matricaria recutita</i>	0,86
	<i>Daucus carota gr.</i>	0,49
	<i>Cistus creticus</i>	0,23
Pollen indéterminé	/	1,2



Eu : *Eucalyptus sp*

Figure 23 : Vue microscopique des grains de pollen du miel N°08 (400X)

Après l'identification de pollen des échantillons N°01, N°03, N°05 et N°6 dans les tableaux 02, 04, 06 et 07, nous constatons que ces miels confirment leur appellation florale présumée ; Puisque les échantillons N°01 et N°03 présentent respectivement des pollens de *Citrus sp* et d'*Eucalyptus* avec des pourcentages qui dépassent 45% ; ils entrent par la suite dans la catégorie de pollen dominant ; sont alors des miels «Mono floraux». Ainsi les échantillons N°05et N°06 renferment plusieurs formes de pollens (*Quercus suber* chêne, *Daucus carota*, *Eucalyptus sp.*, *Papaver rhoeas...etc.*) avec des pourcentages qui ne dépassent pas les 45% et par conséquent ils n'entrent pas dans la catégorie de pollen dominant ; sont alors des miels de toutes fleurs « multi floraux ». Parmi les taxons les plus importants qui atteignent le rang des pollens d'accompagnement dans ces échantillons cités auparavant, on peut citer : *Eucalyptus sp*, *Daucus carota*, *Olea europea*, *Quercus Suber* chêne.

Les échantillons (N°02 N°04, N°07 et N°08) ne confirment pas leurs appellations florales présumées puisque leurs spectres polliniques analysés ne présentent pas une dominance de pollen de leurs appellations présumées par contre ils présentent d'autre

pollens : *Eucalyptus sp.* et *Ononis f.* et *Hedysarum coronarium* avec des pourcentages variables; l'échantillon N°4 présente une dominance de pollen de *Ononis f.* avec un pourcentage supérieur de 45% (soit 46,08%) alors que le nom présumé de ce miel c'est de *Thymus* et *Silybum*. Pour les échantillons N°02, 07 et 08 les pourcentages de différents pollens identifiés ne dépassent pas 45% ; sont alors des miels de toutes fleurs.

La prédominance de quelques pollens comme l'*Eucalyptus sp.*, *Daucus carota* et *Hedysarum coronarium* dans plusieurs échantillons de miel analysés reflètent l'importance miellée sur ces essences et leur abondance dans ces régions. L'*Eucalyptus sp.* Joue dans de nombreuses régions un rôle important comme plante mellifère d'été. Cette espèce fournit un nectar très aromatique et très apprécié par les abeilles [Mehdi, 2011].

En général la variation quantitative et qualitative en pollen est due à :

- La diversité des espèces végétales butinées par l'abeille, et leur intérêt apicole : soit l'espèce butinée est pollinifère, nectarifère ou les deux à la fois.
- Le travail et les besoins de la colonie d'abeille.
- La technologie du miel : le mode d'extraction (mécanique ou manuel), Louveaux et al.[1970], a constaté que les miels d'extracteur centrifuge contiennent peu de sédiment la filtration (l'ultrafiltration cause une élimination des grains de pollens.

L'examen microscopique des miels a révélé aussi la présence de quelques cellules de levure dans le miel N°06, plus des champignons qui ont été retrouvés dans les miels N°01, N°04 et N°05 ; cela signifie que ces miels sont mal conservés après la récolte et qu'ils ont subi une fermentation qui se traduit par une dégradation des sucres et des enzymes ce qui endommage leurs qualités nutritionnelles et thérapeutiques avec le temps.

III.3.1. Evaluation de l'effet antibactérien des miels :

Les résultats obtenus de notre étude sur l'effet antibactérien des échantillons de miel montrent clairement *in vitro* l'impact de ce produit sur les différentes souches bactériennes testées ; les zones d'inhibition c'étaient importantes pour la concentration de 100% de miel alors qu'on note des zones faibles pour des concentrations moindres. Cet effet varie d'un échantillon à l'autre et la sensibilité des souches change d'une espèce à une autre.

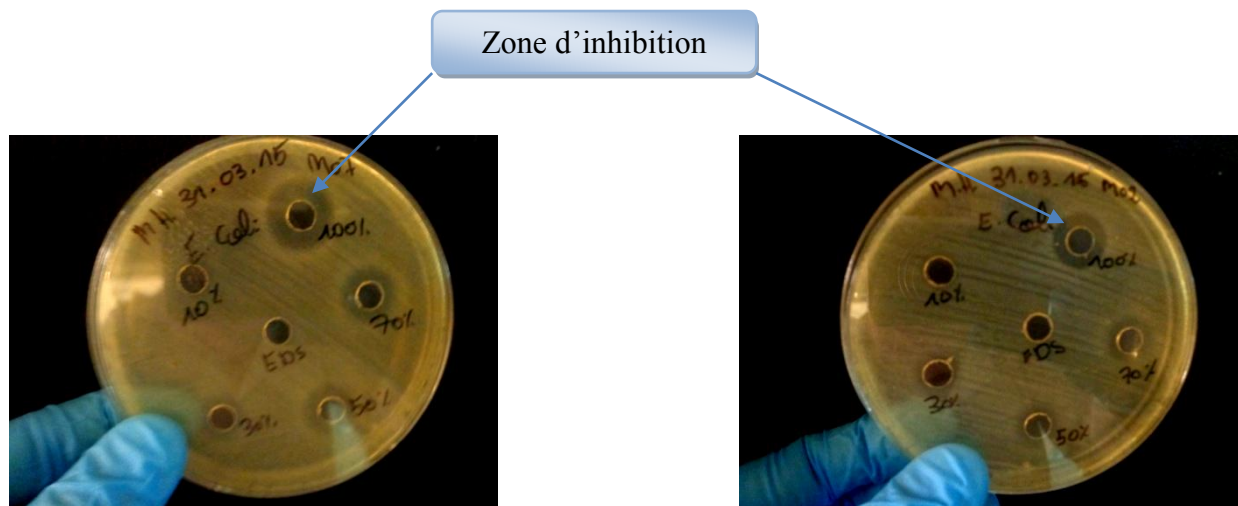


Figure 24 : Effet inhibiteur des miels sur la croissance d'*Escherichia Coli*

III.3.1.1. Effet inhibiteur des différents miels sur la croissance d'*Escherichia coli*

L'évaluation de l'activité antibactérienne du miel est basée sur la mesure des diamètres en (mm) des halos d'inhibition au tour de différentes dilutions des échantillons de miel.

La figure (25) montre l'action antibactérienne de différents types de miel sur l'*Escherichia coli*, Il est facile de se rendre compte que l'inhibition est marqué principalement presque dans les différentes concentrations de miel et surtout la concentration (100%) car on a signalé l'absence totale de toute croissance bactérienne de cette souche au tour les puits.

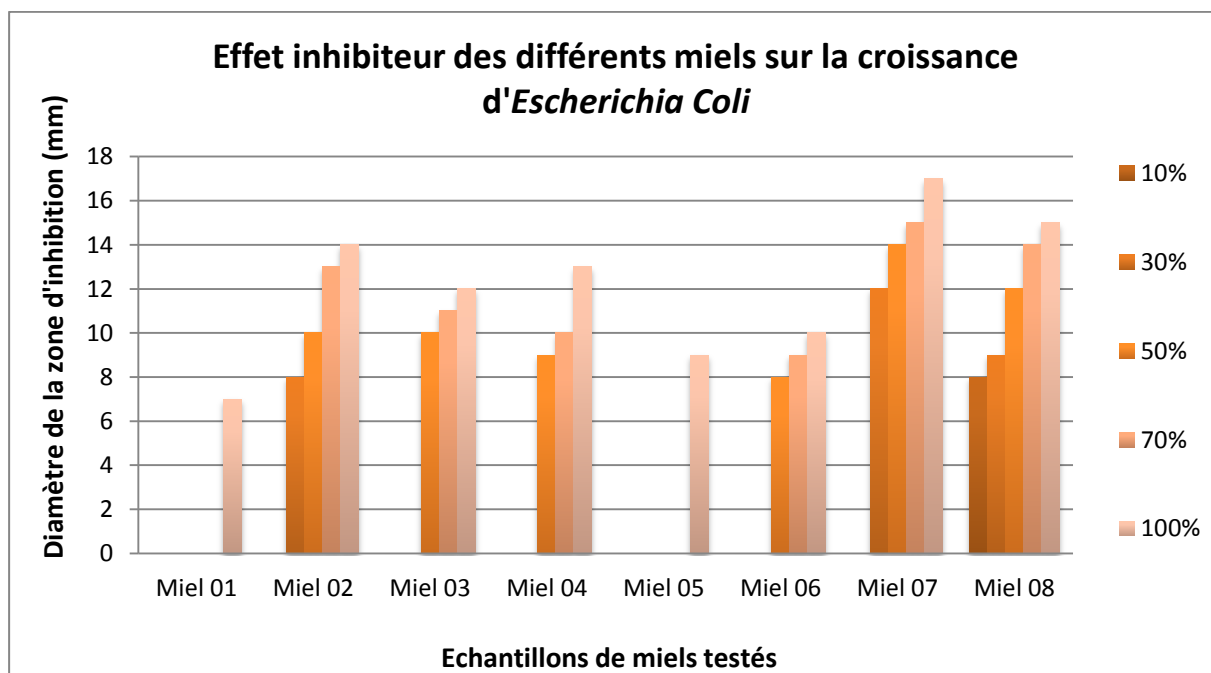


Figure 25 : Diamètre de la zone d'inhibition de différentes concentrations de miel devant *Escherichia Coli*

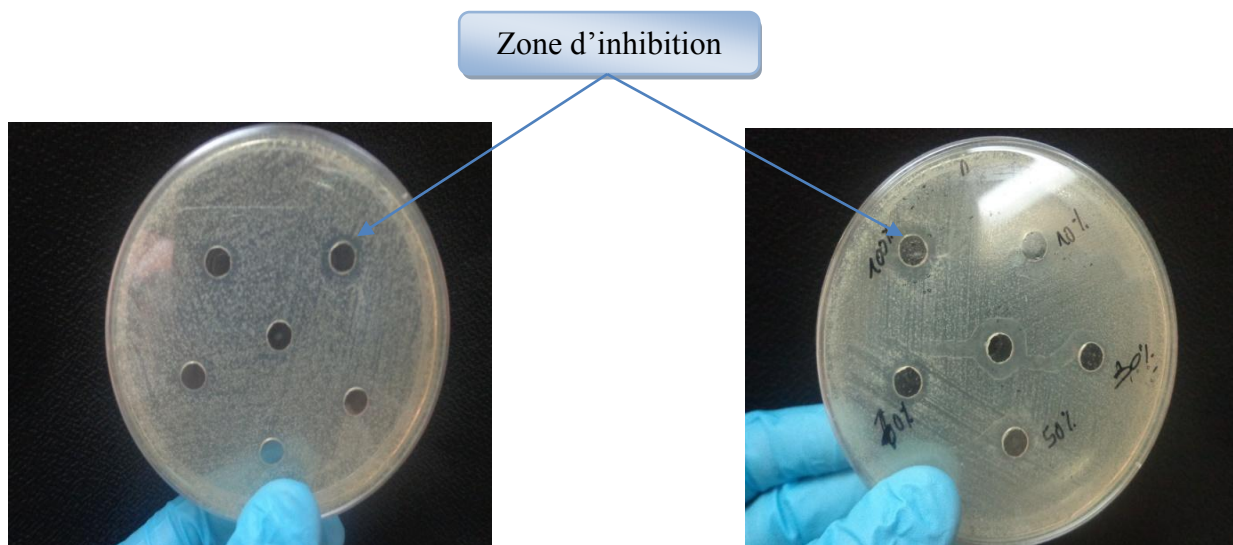


Figure26 : Effet inhibiteurs de différents antibiotiques sur la croissance de *Staphylococcus aureus*

III.3.1.2.Effet inhibiteurs des différents miels sur la croissance de *Staphylococcus aureus*

La souche *Staphylococcus aureus* est montrée plus sensible que celle d'*Escherichia coli* ; d'après la figure (27), on remarque que l'activité inhibitrice des différentes sortes de miel sur *Staphylococcus aureus* est importante pour les concentrations (50%, 70% et 100%).

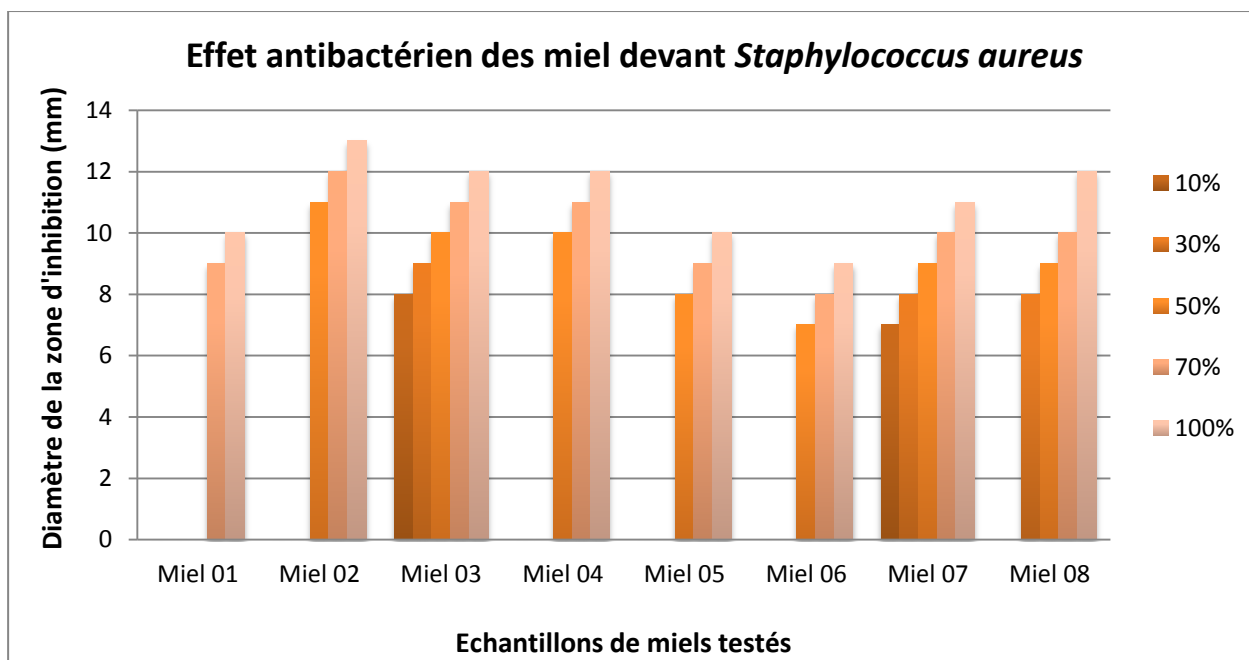


Figure27 : Diamètre de la zone d'inhibition des différentes concentrations de miel

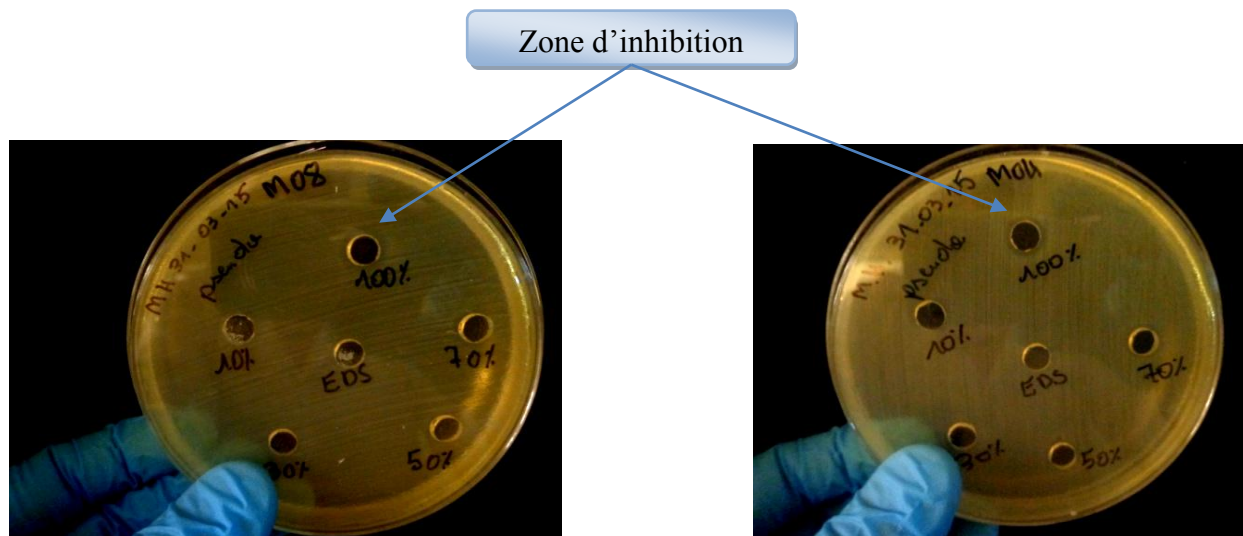


Figure 28 : Effet inhibiteurs des miels sur la croissance de *Pseudomonas aeruginosa*

III.3.1.3.Effet inhibiteurs des différents miels sur la croissance de *Pseudomonas aeruginosa*

La souche *Pseudomonas aeruginosa*, montre une résistance remarquable pour la majorité des miels testés (65,5%), cinq échantillons (E₁, E₂, E₅, E₆, E₇) ne présentent aucune efficacité inhibitrice sur *Pseudomonas aeruginosa*. Tandis que 37.5% des miels (3 échantillons) possèdent un effet inhibiteur moyen pour les concentrations : 50%, 70% et 100% (fig.29).

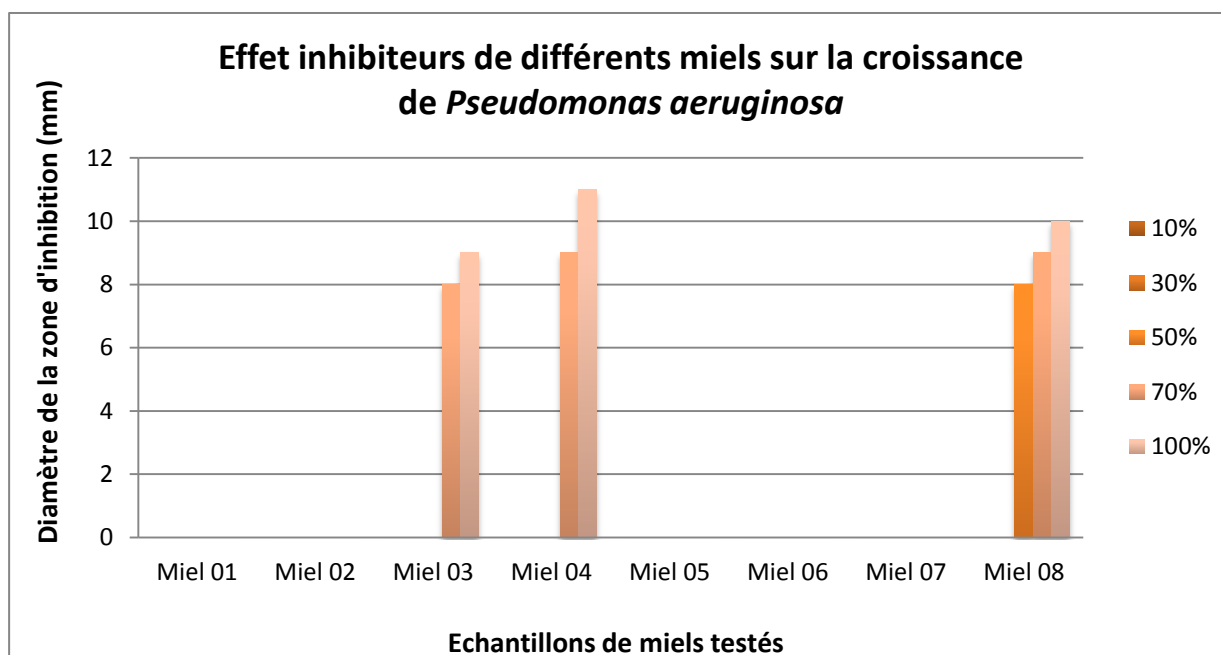


Figure29 : Diamètre de la zone d'inhibition des différentes concentrations de miel

Discussion :

L'activité antibactérienne du miel ou l'inhibition de la croissance des souches bactériennes pathogènes par nos échantillons de miels est expliquée par plusieurs facteurs : Différentes « inhibines » dites non peroxydes telles que des lysozymes, flavonoïdes, acides aminés du miel sont responsable de son effet antibactérien. Il est révélé que les substances volatiles et aromatiques du miel possédaient également une propriété antibactérienne. Les travaux de [Molan\[1992\]](#)offrent un aperçu complet des substances antibactériennes et des effets du miel.

- **Effet du pH :** le pH du miel est relativement acide, il varie entre 3.2 et 4.5 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 pathogène[\[Bogdanov et Blumer, 2001\]](#).
- **Osmolarité :**[YatsunamietEchigo\[1984\]](#) suggèrent que cette activité du miel est associée à une haute concentration en sucre, à de basse valeur du pH et à l'accumulation du dioxyde d'hydrogène. La teneur en eau du miel est comprise entre 15 et 18%. Il agit ainsi de la manière osmotique qui absorbe l'eau des agents pathogènes.
- **Le peroxyde d'hydrogène H₂O₂ :**l'activité antibactérienne de certains miels dépend de leur contenu en peroxyde d'hydrogène endogène [\[Brudzynski, 2006\]](#).L'eau oxygénée aussi appelée peroxyded'hydrogène est considérée comme la principale inhibitive du miel[\[Bogdanov et Blumer, 2001\]](#).
- En plus que l'H₂O₂ qui produit dans les miels conventionnels par le glucose oxydase. Plusieurs autres facteurs non-peroxydique ont été trouvés pour être responsable de cette activité antibactérienne unique de miel. Ces substances antibactérienne sont surtout des lysozymes, des flavonoïdes, des acides aromatique, des substances volatiles et autre composants indéterminés [\[Russell et al, 1988 ; Bogdanov et Bulmer, 2001\]](#).

On peut expliquer aussi la différence des degrés d'inhibition entre les différents échantillons par :

- Les différentes origines florales possèdent des activités inhibitrices ainsi différentes sur diverses souches bactériennes [Lalomiteanu et Daghe, 1973]. Cette explication peut être confirmée par l'étude réalisée par [Allen, 1991], dans laquelle l'activité antibactérienne des miels de 26 différentes sources florales ont été testées sur staphylocoque aureus et il a été constaté que les différentes sources florales ont été testées sur staphylocoque aureus et il a été constaté que la différence du pouvoir antibactérien du miel entre les sources de fleurs a été élevée.
- En général, l'action antibactérienne de nos échantillons de miels a été prouvée, mais dans certains cas cet effet inhibiteur n'a pas été révélé pour certaines souches comparativement aux données de la littérature. Cette constatation pourrait être due à des raisons inconnues ou probablement techniques.

Conclusion

Conclusion

Le miel est un produit noble de l'abeille, constitue un aliment à haute valeur nutritive et thérapeutique. En effet, ses constituants varient suivant les espèces butinées, l'origine géographique, la qualité et la race de l'abeille. L'étude que nous avons menée nous a permis d'évaluer la qualité physicochimique et pollinique de quelques miels récoltés de la région de l'ouest algérien et l'activité antibactérienne par des différentes analyses effectuées. Au terme de ce travail nous pouvons noter les particularités suivantes :

Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenus ont permis de constater que tous les échantillons prélevés sont en conformité avec les normes internationales de qualité des miels établies par le « *Codex Alimentarius* ».

L'analyse pollinique qualitative nous a permis de déterminer l'origine florale de chaque échantillon de miel et de confirmer alors son appellation présumée, et de déceler ainsi les éventuelles fraudes. Nos résultats révèlent que la totalité presque des échantillons étudiés sont des miels de toutes fleurs avec la dominance de quelques espèces comme le *thymus* et *d'Eucalyptus* qui sont des espèces omniprésentes dans ces régions.

Nous avons remarqué que la majorité des échantillons sont riches en pollens à l'exception de quelques uns qui sont pauvres (E₁, E₂). Notant que les abeilles qui se nourrissent par des substances sucrées donnent des miels pauvres en pollen. La méliisopolynologie est donc une garantie sûre de contrôle de qualité, de prévention et de répression des fraudes.

D'après les résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne, on peut constater que toutes les souches bactériennes testés sont sensibles à l'action inhibitrice des miels analysés, avec des différences d'un type de miel à l'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 la concentration (100%), et il diminue avec des concentrations successives (70%, 50%, 30% et 10%). Les résultats ont révélé que les souches testées sont sensibles surtout : *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*.

Notre étude nous a conduit à déduire que les échantillons de miels étudiés sont naturels n'ayant pas subi aucun traitement technologique qui pourra nuire à leur qualité. Les résultats trouvés sont des informations utiles surtout actuellement, et avec l'ouverture du marché où la commercialisation d'un miel de qualité nécessite de développer sa technologie, suivre de bonnes conduites d'hygiène afin d'offrir un produit sain et propre à la consommation et à la

conservation. Il est nécessaire d'aider et encourager les apiculteurs algériens en matière de disponibilité des produits sanitaires et des moyens matériels divers, œuvre à la labialisation des miel de terroir avec la création d'une marque, sensibiliser les consommateurs sur les bienfaits des produits de l'abeille, et enfin élaborer une réglementation qui permet de préciser la qualité des miels locaux, afin de faire face à l'importation frauduleuse de certains miels de très mauvaise qualité.

En outre, nous pouvons dire aujourd'hui que le miel est actif sur de nombreux organismes pathogènes. Les expériences animales et cliniques donnent des résultats encourageants. Cependant les études scientifiques sérieuses, rigoureuses et complètes ne sont pas suffisamment nombreuses pour affirmer et confirmer les propriétés antibactériennes et promouvoir l'usage du miel à plus grande échelle. L'enjeu est donc d'en apporter les preuves.

Toutefois, comme nous l'avons vu, il reste une alternative intéressante et efficace dans des cas d'infections résistantes aux antibiotiques traditionnels et permet en même temps une cicatrisation plus rapide et de meilleure qualité. C'est pourquoi, devant le potentiel thérapeutique du miel, des laboratoires développent des médicaments autour de ce produit naturel et peu coûteux et mènent les études nécessaires pour en démontrer les bénéfices.

*Références
Bibliographiques*

Références bibliographiques

- ❖ Al-Waili N.S. et Haq, A., 2004: « Effect of honey on antibody production against thymus-dependent and thymus-independent antigens in primary and secondary immune responses ». Ed. *Journal of Medicinal Food* 7 (4): 491-494.
- ❖ AFNOR, 1984: Méthode d'analyse. Produits alimentaire. Collection AFNOR, France, 455 p.
- ❖ Belaid. M, 1999 : *Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels d'Algérie : Etablissement des normes d'identification*. Thèse de Magister. INA El-Harrach. 213p.
- ❖ Benaziza-Bouchema D., Schweitzer P. 2010. «caractéristique des principaux miels des région de nord de l'Algerie. Cah Agric, vol. 19, N^o 6.
- ❖ Blasa M, Candiracci M, Accorsi A, Piacentini M.P, Albertini M.C et Piatti E. 2006. Raw millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food chemistry*.p 217-222
- ❖ Bogdanov S., Martin P. et Lullmann C., 1997: « Harmonised methods of the european Honey Commission in *Apidologie Extra* issu, 1-59.
- ❖ Bogdanov. S, 1999 : *Stockage, cristallisation et liquéfaction du miel*. Centre suisse de recherche apicoles .05 p.
- ❖ Bogdanov.S, Lullmann.C, Martin.P, 2001. Qualité du miel et norme international relative au miel. Rapport de la commission international du miel. Abeille cie n^o71-4.12p
- ❖ Bogdanov S., Bieri K., Gremaud G., 2004 : « *Produits apicoles, Miel* », Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP), Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Berne, 37p.
- ❖ Bogdanov. S, K. Bieri, P. Gallmann, 2005 : « *Miels monofloraux suisses* », Centre de recherches apicoles, Station de recherches en production animale et laitière. 55p.
- ❖ Bogdanov S, Lullmann C, Martin P, Werner O, Russmann H, Vorwohl G, Persano L, Sabatni G.I, Marcazzan R, Piro C, et Flamini M, 2008. Qualité du miel et normes internationales relative au miel, rapport de la commussion internationale du miel. Abeille Cie N^o 71-4, p 1
- ❖ Bogdanov S., 2009: « Honey as Nutrient and Functional Food ». Ed. Bee Product Science. Book of Honey, Chapter 7, 28 PP.
- ❖ Brudzynski K, Effet of hydrogen peroxide on antibacterial activities of canadian honeys. *Canadian journal of microbiology*, volume 52. Number 12. 1 december 2006. Pp. 1228-1237(10)
- ❖ Bruneau E. 2005 : « Les analyses du miel : les paramètres physico-chimiques ». actu Api, Cari. Pp 1-8.

- ❖ Bureau de santé de l'est de l'Ontario, 2012 : L'intoxication alimentaire(les maladies causées par les aliments)
- ❖ Chauvin. R , L'abeille et la fleur in traite de biologie de l'abeille (T3). Edition Masson et Cie, Pans-.1968 : p
- ❖ Chepulis L.M., 2008: « An Investigation of the Health Benefits of Honey as a Replacement for Sugar In the Diet ». Ed. Journal of Food Science. PP 260.
- ❖ Clavier P, 2001 : «Nutrition ». Ed. Marketing S.A.,P : 125
- ❖ Clemence H, 2005 : « Le miel :de la source a la thérapeutique» univercité HENRI POINCARE-NANCY 1, P : 32
- ❖ Clement M.C., Marmion V. et Lobreau-Callen D., 2000 : « Les miels ». Ed. Techniques de l'ingénieur. PP 35.
- ❖ Clement H. 2003 : « Les cahiers de l'élevage : créés son rucher ».Ed. Rustica Paris. Pp 90-91.
- ❖ Codex Alimentaire, 1977 :«proposition pour une nouvelle norme internationale».
- ❖ Commission Internationale du Miel, 2002 : « Harmonised methods of the international honey commission ». Centre Suisse des recherches apicoles. 62 p
- ❖ Commission Internationale du Miel, 2009 : « Harmonised méthodes of the international honey commission ». Bee Product science. 63 p.
- ❖ Darrigol J., 1979 : « Le miel pour votre santé », Ed. Maloine. Paris. p14.
- ❖ Djerd. A,2008. Contrôle de qualité des miel de la région de djelfa, comparaison avec des miels nationaux et des miels importés. Thèse d'ingénieur en biologie, université de djelfa.
- ❖ Dold H. et Dzaio S. T., 1937 : « Nachweis antibakterieller hitze- und lichtempfindlicher Hemmungsstoffe inhibine in naturhonig blatenhonig, *Zeitschrift fur Hygiene und Infektionskrankheiten* », 120: 155-167.
- ❖ Donadieu Y., 2003 : « Qu'est ce que le miel ? ». Chapitre I. Faculté de médecine de Paris .p 06.
- ❖ Gonnet M. 1982 : « Le miel : composition, propriétés et conservation ». Ed : OPIDA. Pp 10-29.
- ❖ Gonnet, 1986 : « L'analyse des miels ». Description de quelques méthodes de contrôle de qualité. Bull. Tech. Apic, 54, 13 (1) PP 17-36.
- ❖ Groupe de recherche de l'eau , institut national de santé publique de Québec, Mai 2003.
- ❖ Hermosin R.M, Chicon M et Dolores C, 2003. Free amino acid composition and botanical origin of honey. Food chemistry, 83.263-268

- ❖ Jean-prost, 1987 : « Apiculture, connaître l'abeille. Conduire le rucher » Ed. Lavoisier. P309-342.
- ❖ Jean-Prost P., 2005 : « Apiculture : connaître l'abeille, conduire le rucher ». 7^{ème} édition, Tec et Doc Lavoisier .Paris. p 380.
- ❖ Joffin christiane et Joffin jean Noel, 1999 : «Microbiologie alimentaire». 5^{ème} edition, Bordeaux : CRDP d'aquitaine 214 p biologie technique.
- ❖ Laudine L., 2010 : « Du nectar a un miel de qualité : contrôles analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteur amateur ». Ed. Ecole Nationale Veterinaire de Lyon. Thèse de Docteur Vétérinaire n°085, Univ. Lyon. PP 175.
- ❖ Lequet Laudine, 2010 : Du nectar a un miel de qualite : Contrôles analytiques du miel et conseils pratiques a l'intention de l'apiculteurs amateur, Thèse doctorat en étérinaire, l'universite Claude-Bernard - Lyon I (Médecine - Pharmacie).
- ❖ Lobreau-callen D.,Marmion V. and Clement M-C.(1999). Les miels.In « Technique de l'ingenieur» :1-20.
- ❖ Louveaux J. (1959) : La technologie du miel. *Ann. Abeille*, 2, (4), 343-354.
- ❖ 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. 389 p.
- ❖ Louveaux J., Maurizio A. et Vorwohl G., 1970 : « Les méthodes de la méliissopalynologie », commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B. 17p.
- ❖ Louveaux J., 1976 : « Caractéristiques de composition du miel ». Ed. INRA. PP 37-46.
- ❖ Louveaux J., 1985 : « Les abeilles et leur élevage ». Ed. Opida. PP 164-181.
- ❖ Makhloufi C., 2001 : « Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels du nord Algérien : Impact du rôle de l'abeille sur l'équilibre écologique ». Mémoire Magister en Agronomie, spécialité. Ecologie-Environnement. Tiaret. 99 P.
- ❖ Marchenay, et Brenard L, 2007 : « l'homme, l'abeille et le miel » Edition de Borée.Pp223.
- ❖ Mateo R, Bosch-Reig F, 1997. « Sugars profiles of Spanish unifloral honeys. *Food Chem*; 60: 33-40.
- ❖ Mehdi. Y, 2011 : Caractérisation physico-chimique, organoleptique et palynologique du miel de la région de Tiaret. Etude de l'effet immunomodulateur chez les souris. Memoire magister en Biologie, spécialité. Procédés immunochimiques de contrôle de qualité des aliments.
- ❖ Msda 2003 : « Produits apicoles : 23A Miel ». Revue par le groupe d'experts « Produits apicoles ». p 37.

- ❖ Nagai T., Inoue R., Kanamori N., Suzuki N. et Nagashima T., 2006 :
« Characterization of honey from different floral sources. Its functional properties and effects of honey species on storage of meat ». Ed. *Food Chemistry* 15 (2): 256-262.
- ❖ Obaseiki-Eborre.E., Afonya T.C.A. In vitro evaluation of the anticandidiasis activity of honey distillate (IYY-1) compared to that of some antimycotic agents. *J. Pharm. Pharmacol.*, 1984, 36,283-4
- ❖ Perrin. N et Caché. P, 2009. Conduire ses ruches. Educagri. P 136
- ❖ Phillippe J.M. 1999 : « Le guide de l'apiculture ». 3^{ème} édition. Edisud. La Calade. Pp 203-216.
- ❖ Sackett W. G., 1919 : « Honey as a carrier of intestinal diseases », *Bulletin of the Colorado State University Agricultural Experimental Station No. 252*: 18pp.
- ❖ Schweitzer.P, 2004 : un miel étrange. Revue, abeille de France, laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. pp3-6.
- ❖ Schweitzer P., 2005 : « Un miel étrange... ». Revue : Abeille de France. Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 3-6 P
- ❖ Sesta G., Piana L., Persano Oddo I., Lusco L., Belligoli P. (2008)
Methyl anthranilate in *Citrus* honey. Analytical method and suitability as a chemical marker. *Apidologie*, 39, (3), 334-342.
- ❖ Swellam T., Miyanaga N., Onozawa M., Hattori K., Kawai K., Shimazui T. et Akaza H., 2003 : « Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: *in vivo* and *in vitro* studies », *International Journal of Urology*, 10(4): 213-9.
- ❖ Tabouret. A, 1979, Role de l'activité de l'eau dans la cristallisation du miel, *apologie*,10c4 ; 341-358
- ❖ Theunissen F., Groblers et Gedalia I., 2001 : « The antifungal action of three South African honey on *Candida albicans* ». Ed. INRA/DIB.AGIB/EDP science. 9 P.
- ❖ Vear F., Pham-Delegue M.H., Tourvieille Delabrouhe D., Marileau R., Loublie Y., Le Metayer M. *et al.* (1990) Genetical studies of nectar and pollen production in sunflower. *Agronomie*, 10, (3), 219-231.
- ❖ White J. et Louveaux J., 1962 : « Composition, propriétés et technologie du miel ». In *Traité de biologie de l'abeille*. Tome 3. Les produits de la ruche. p 276-328.
- ❖ Wykes G.R. (1952): An investigation of the sugars present in the nectar of flowers of various species. *New Phytol.*, 51, 210-215.

Annexes

Tableau 10 : Résultats d'analyses physico-chimiques du miel

Paramètre	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
L'acidité (meq/kg)	54,92	33,88	32,39	33,36	34,93	31,94	30,37	38,61
Teneur en eau(%)	17	14,6	14,6	15,8	14,6	15,8	16	15,8
Matière sèche (%)	81,1	83,3	83,2	82,15	83,2	82,2	82,1	84,3
Indice de réfraction à 20°C	1.4940	1.5002	1.5002	1.4971	1.5002	1.4971	1.4966	1.4971
Teneur en cendre (%)	0,29	0,2	0,24	0,23	0,35	0,30	0,32	0,63
Le pH	3,4	3,75	3,95	3,86	3,81	3,80	4,80	5,46
Conductivité électrique (mS/cm)	0,452	0,443	0,53	0,533	0,488	0,679	0,63	0,822
Densité	1,39	1,39	1,39	1,44	1,42	1,4	1,41	1,43

Tableau 11: Correspondance entre l'indice de réfraction et la teneur en eau du miel
(Commission Internationale du miel 2009).

Teneur en eau g/100g	Indice de réfraction 20°C	Teneur en eau g/100g	Indice de réfraction 20°C
13.0	1.5044	19.0	1.4890
13.2	1.5038	19.2	1.4885
13.4	1.5033	19.4	1.4880
13.6	1.5028	19.6	1.4875
13.8	1.5023	19.8	1.4870
14.0	1.5018	20.0	1.4865
14.2	1.5012	20.2	1.4855
14.4	1.5007	20.4	1.4850
14.6	1.5002	20.6	1.4845
14.8	1.4997	20.8	1.4840
15.0	1.4992	21.0	1.4835
15.2	1.4987	21.2	1.4830
15.4	1.4982	21.4	1.4825
15.6	1.4976	21.6	1.4820
15.8	1.4971	21.8	1.4815
16.0	1.4966	22.0	1.4800
16.2	1.4961	22.2	1.4795
16.4	1.4956	22.4	1.4795
16.6	1.4951	22.6	1.4790
16.8	1.4946	22.8	1.4785
17.0	1.4940	23.0	1.4790
17.2	1.4935	23.2	1.4785
17.4	1.4930	23.4	1.4780
17.6	1.4925	23.6	1.4775
17.8	1.4920	23.8	1.4770
18.0	1.4915	24.0	1.4765
18.2	1.4910	24.2	1.4760
18.4	1.4905	24.4	1.4755
18.6	1.4900	24.6	1.4750
18.8	1.4895	24.8	1.4745
		25.0	1.4740

Correction de température – indice de réfraction

T > à 20°C – ajouter 0.00023 par °C

T < à 20°C – soustraire 0.00023 par °C.

Tableau 12: Normes concernant la qualité du miel selon le projet du Codex alimentarius 2001 et selon le projet de l'UE 96/0114 (CNS)

Critères de qualité	projet du codex	Projet de l'UE
Teneur en eau		
Général	≤ 21 g/100g	≤ 21 g/100g
Miel de bruyère, de trèfle	≤ 23 g/100g	≤ 23 g/100g
Miel industriel ou miel de pâtisserie	≤ 25 g/100g	≤ 25 g/100g
Teneur en sucres réducteurs		
Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	≥ 65 g/100g	≥ 65 g/100g
Miel de miellat ou mélange de miel et de nectar	≥ 45 g/100g	≥ 60 g/100g ≥ 53 g/100g
Xanthorrhoea	≥ 53 g/100g	≥ 53 g/100g
Teneur saccharose apparent		
Miels qui ne sont pas mentionnés ci-dessous	≤ 5 g/100g	≤ 5 g/100g
<i>Robini, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Zitus, Medicago</i>		
<i>Eucalyptus cam., Eucalyptus luc., Banksiamenz.</i>	≤ 10 g/100g	≤ 10 g/100g
<i>Calothamnus san., Eucalyptus scab., Banksia gr., Xanthorrhoea pr.</i>	≤ 15 g/100g	≤ 15 g/100g
Miel de miellat et mélanges de miel de miellat et de nectar		

Teneur en matière insoluble dans l'eau		
Général	0,1g/100g	0,1g/100g
Miel pressé	0,5 g/100g	0,5 g/100g
Teneur en matière minérales (cendres)		
Miel de miellat ou mélanges de miel de miellat et de nectar, miel de châtaignier	≤ 0,6 g/100	≤ 0,6 g/100
	1,2g/100g	1,2g/100g
Acidité		
	≤ 50 meq/kg	≤ 40 meq/kg
Activité diastasique , (indicediastasique en unités de Schade)		
Après traitement et mise en pot (Codex)	≥ 8	≥ 8
Tous les miels du commerce (UE)	≥ 3	≥ 3
Général		
Miel avec une teneur enzymatique naturellement faible		
Teneur en hydroxyméthylfurfural		
Après traitement et mise en pot (Codex)	≤60 mg/kg	≤60 mg/kg
Tous les miels du commerce		

Tableau 13 : Teneur en sucre en conductivité électrique (proportion d'une nouvelle norme par [Bogdanov et al., 2001])

Nouveaux critères de qualité proposés	Valeur proposée
Teneur en sucre	≥ 60 g/100
Somme de fructose et du glucose	≥ 45 g/100
Miel de miellat ou mélange de miel de miellat et de nectar	≤ 5 g/100g
Saccharose	≤ 10 g/100g
Miels qui ne sont pas énumérés ci-dessous	≤ 15 g/100g
<i>Banksia, Zitus, Hedysarum, Medicago, Robinia, Rosamarinus, lavandula</i>	
Conductivité électrique	
Miel de nectar à l'exception des miels énumérés ci-dessous et des mélanges de ceux-ci, mélanges de miel de miellat et de nectar.	$\leq 0,8$ mS/cm
Miel de miellat et de châtaignier, à l'exception des miels énumérés ci-dessous et des mélanges de ceux-ci.	$\leq 0,8$ mS/cm
Exception: <i>Banksia, Erika, Eucalyptus, Eucryphia, Leptospermum, Melaleuca, Tilia.</i>	

Lames de préparations [Mehdi Y., 2011]



Fleur de Papaver rhoeas



Pollen de Papaver rhoeas(400X)



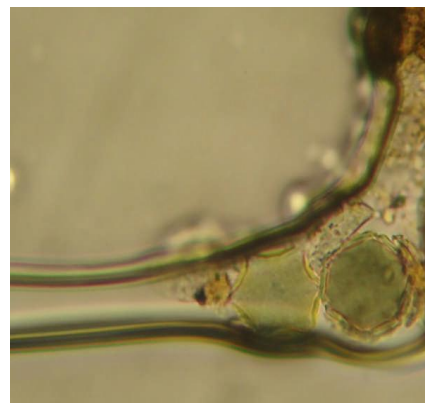
Fleur de Rosmarinus Officinalis



Pollen de Rosmarinus Officinalis(400X)



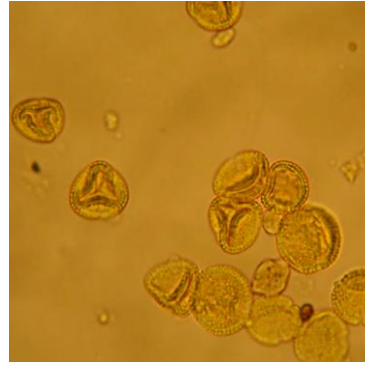
Fleur de Lavandula stoechas



Pollen de Lavandula stoechas (400X)



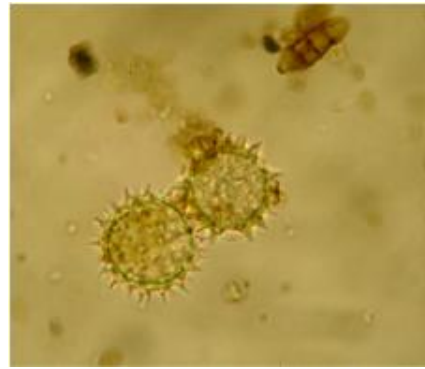
Fruit d'Olea Europea (olive)



Pollen d'Olea Europea (400 X)



Fleur de Helianthus annuus(Tournesol)



Pollen de Helianthus annuus (400 X)



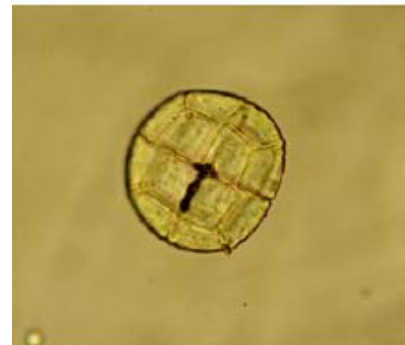
Fleur d'Eucalyptus sp.



Pollen d'Eucalyptus sp(1000X)



Fleur de Mimosa



Pollen de Mimosa (400X)



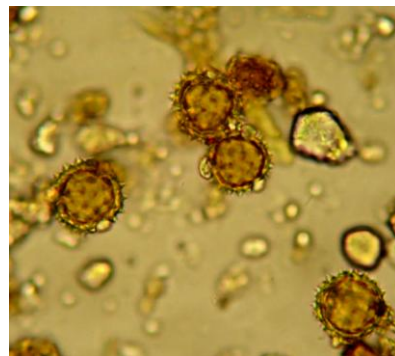
Fleur de Galactites tomentosa



Pollen de Galactites tomentosa (400X)



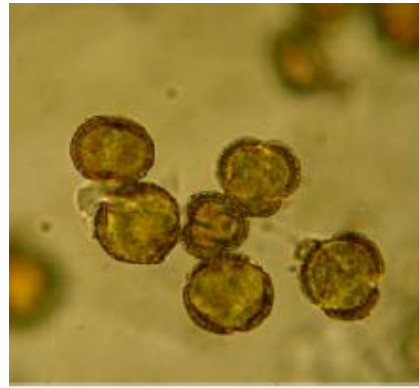
Fleur de Matricaria recutita (Camomille)



Pollen de Matricaria recutita (400 X)



Fleur de Brassica napus (Colza)



Pollen de Brassica napus (400 X)