Republique Algerienne Democratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE Dr. YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté des sciences et de la technologie

Département de Génie des procédés et Envirennement

Mémoire de Fin d'Etude pour l'obtention du diplôme de Master
En chimie
Option : Norme et controle de qualité

Caractérisation physico-chimique et microbiologique de différentes variétés des miels du Nord d'Algérie

Proposé et dirigé par :

M^me^ Maachou Hamida
M^me^ Zouambia Yamina

Présenter par :

Benyahia Zahia
Ziadi Hanane

Année : 2014/2015

Remerciement

nous remercions tout d' abord, ALLAH le tout-puissant, de nous avoir Donné le courage et la volonté pour terminer ce travail.

nous remercions spécialement M^me^.Dr. MAACHO Hamida et ZOUAMBIA Yamina pour avoir accepté de devenir promotrices de cette memoire ainsi Que pour ses conseils et ses confiance qu'elle nos accordée.

nous remercions aussi Mr.Dr. BENKORTBI OTHMAN et Mr.Dr. HAMADCHE MABROUK pour avoir accepté de juger cette memoire

ainsi que tout nos enseignents, qui nous ont enseigné durant nos études

À la faculté de sciences et de technologies.

Sans oublie Mr .DJEKOUNE Halim, le responsable du laboratoire d'hygiène (DSP) qui nos aidons sincèrement Durant toute la période de Stage.

A la fin nous tenons à remercier tout nos collègues de promotion NCQ

Dédicace

Je dédie mon travail à ce qui m'ont encouragé et aidé pendant toute mes études,

A 'Ma grande mère' Om Keltoum

A mes chers parents qui m'ont éclairé le chemin de la vie par leur grand encouragement, et leur soutien, je les remercie pour tout ce qu'ils m'ont fait

A mes très chères sœurs Imen et sa ptite filles Khaoula et Takoua , Aziza et sa ptite fils Mouhamed et yacer et ma ptite sœur Asma

A mon frère Yacine, A Toute ma grande famille

A mon fiancé qui m'encourage par leur soutien,

A mes très chères amies B.zahia ,Z.nawel ,W.nawel,Y.sara.

A toute mes collèges de travail EPSP de Médéa

A toute la promotion Norme et control de qualité 2015

Zaidi Hanane

Dédicace

A mes très chers parents: houcine et B.leila qui mon aidé par leur soutien et leur encouragement à réaliser ce travail

A mes très chers frères : hamid abdeslem abdelkader et mouhamed

A mes très chères sœurs: siham hayet fatima et imane

A toute ma famille

A mes très chers professeurs de CEM mouhamed bouslimani

A ma maitresse de primaire M^me^ Akake farida

A mes très chers amies: Z.hanane, Z.nawel, Y.sarah, B.nawel, M.khadidja, B.hakima

Atout la promotion Norme et control de qualité 2015

A tous ceux qui me sont chers

Benyahia Zahia



Table des matières

Introduction……01

Chapitre I: Miel

I.1. Définition……..04

I.2. Classification des miels ……04

I.2.1. Classification des miels d'après leur origine botanique……..04
I.2 .1.1. Miel de nectar de fleur……..…….. 04
I.2 .1.2. Miel de miellat……05

I.2.2. Classification des miels selon le mode de récolte……06

I.2.2.1. Miel de rayon……06

I.2.2.2. Miel vierge (miel d'égouttage) ……...06

I.2.2.3. Miel coulé ……06

I.2.2.4. Miel pressé……07

I.2.2.5. Miel jeune (non mur)……07

I.3. Fabrication et technologie du miel…….. …….07

I.3.1. Fabrication du miel par les abeilles……07

I.3.1.1. Recueille du nectar ou du miellat …….....09

I.3.1.2. Concentration…….....09

I.3.1.3. Protection……..09

I.3.1.4.Transformation……..09

I.3.2. Fabrication industrielle du miel…….....10

I.3.2.1. Récolte……..10

I.3.2.2. Extraction…….....12

I.3.2.3. Maturation…….....13

I.3.2.4. Conservation……13

I.4. Composition chimique du miel…….....13

I.4.1. Les éléments majeurs …….....13

I.4.2. Les éléments mineurs …….....14

Chapitre II : Propriétés des miels

II.1. Propriétés physiques……20

II.1.1. Propriétés mécaniques……20

II.1.1.1. Poids spécifique (la densité)……20

II.1.1.2. Viscosité……..20

II.1.2.Propriétés thermiques……..20

II.1.2.1. Chaleur spécifique……...20

II.1.2.2. Conductivité thermique……21

II.1.3. Propriétés électriques……21

II.1.3.1. Conductibilité électrique ……21

II.1.4. Propriétés optiques……21

II.1.4.1. Indice de réfraction……..21

II.1.4.2. Pouvoir rotatoire……..21

II.1.4.3. Coloration……22

II.1.4.4.Turbidité……..22

II.1.4.5.Fluorescence……22

II.2.Propriétés nutritionnelles……22

II.3.Propriétés organoleptiques …… 23

II.3.1.Cristallisation ……..23

II.3.2.Couleur……..……23

II.3.3.Odeur et goût ……..23

II.4. Propriétés biologiques…….....25

II.4.1 Propriétés antioxydantes……..25

II.4.2. Propriétés antimicrobiennes……...26

II.4.3.. Propriétés thérapeutiques…… 26

II.4.4. Propriétés nutritionnelles……... 27

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Introduction……29

III.2. Matériels et produits……...29

III.2.1. Matériels biologiques……...29

III.2.1.1. Présentation des échantillons des mielsétudiés…….....29

III.1.1.2.Souches bactériennes……..30

III.2.2.Les produits ……...32

III.2.3.Petit matériel et verrerie…….....33

III.2.4. Grand matériel……...33

III.3.Méthodes…….34

III.3.1. Analyses physicochimiques……..34

III.3.1.1.Détermination de la densité…….34

III.3.1.2. Détermination du pH …….34

III.3.1.3. Acidité libre……35

III.3.1.4. Conductivité électrique……..35

III.3.1.5. Détermination de la teneur en cendre…….36

III.3.1.6. Détermination de l'indice de réfraction…….....37

III.3.1.7.Détermination de la teneur en eau……...37

III.3.1.11.Dosage des flavonoïdes totaux…….....38

III.3.2. Détermination de l'activité antimicrobienne des miels…….39

Chapitre IV :Résultats et Discussions

IV.1. Caractéristiques physico-chimiques…….....43

IV.1.1. Densité…….43

IV.1.2. pH…….44

IV.1.3. Acidité libre……..45

IV.1.4 Conductivité électrique…….....46

IV.1.5. Teneur en cendre …….....47

IV.1.6. Teneur en eau et indice de réfraction…….....48

IV.1.7. Dosage des flavonoïdes……50

IV.2. Détermination de l'activité antimicrobienne des miels……..52

IV.2.1. Identification des souches bactériennes ……..52

IV.2.1.1. Etude macroscopique……52

IV.2.1.2. Etude microscopique…….52

IV.2.2. Activité antibactérienne……..53

Conclusion……...56

Références bibliographique…….57

Annexe……65

Liste des abréviations

A : Acidité

AFNOR : Association Française de Normalisation

^{0}C**:** degré Celsius

CE : conductivité électrique

d : densité

DO : densité optique

E.coli : *Esherichia coli*

H : humidité

HMF : hydroxymethyl furfuraldehyde

max : maximum

meq : millie-quivalent

min : minimum

mn : minute

MS : Matières Sèches

N **:** normalité

nm : nanomètre

pH : potentiel d'hydrogène

s : seconde

S aureus : Staphylococcus aureus

T : Température

Te : Teneur en eau

UE : Union Européenne

UI : Unité internationale

UFC : Unité Formant colonies

UV-VIS : ultraviolet – visible

µl : microlitre

V : volume (ml, l)

% : pourcent

P: la masse volumique (g/ml)

Liste des tableaux

Numéro	Tableau	Page
I.1	Composition moyenne des miels européens…….	17
II.1	Caractéristiques organoleptiques des miles……	24
III.1	Identifications des miels étudiés……...	29
III.2	Présentation des souches bactériennes……..	30
III.3	Relation entre la teneur en eau et l'indice de réfraction du miel……..	38
IV.1	Valeurs de la densité des échantillons de miel……..	43
IV.2	pH des miels……..	44
IV.3	Teneur en eau et indice de réfraction……..	48
IV.4	Teneur en matière sèche……	50
IV.5	Teneurs en flavonoïdes en mg d'équivalent quercétine /100g du miel…….	50
IV.6	Caractères macroscopiques des bactéries utilisées……..	52
IV.7	Diamètre d'inhibition (mm) des trois souches……	54

Liste des figures

Numéro	Figure	Page
I.1	*Apis mellifer*……07	
I.2	Morphologie de l'abeille……..08	
I.3	Description d'une ruche d'abeille……11	
I.4	Une ruche d'abeille……..11	
I.5	Extraction de miel……12	
III.1	Les échantillons des miels étudiés…….....30	
III.2	*E.coli* en forme de bacille, observées au microscope…….....31	
III.3	Photo au microscope de bactéries type *Staphylococcus*……31	
III.4	*Pseudomonas aeruginosa*……..32	
III.5	pH mètre utilisé…….35	
III.6	Mesure de conductivité……..36	
III.7	Détermination de la teneur en cendre…….36	
III.8	Réfractomètre utilisé……..37	
III.9	Boites pétri coulée par la gélose Muller Hinton…….....40	
III.10	Applications des disques…….....40	
IV.1	Acidité libre des miels……45	
IV.2	Conductivité électrique des miels……...46	
IV.3	Teneur en cendre…….....47	
IV.4	Teneur en eau des miels……..49	
IV.5	Teneurs en flavonoïdes totaux des sept miels…….51	
IV.6	Inhibition de la croissance bactérienne par le miel M1 à trois souches……..53	

ملخص

ترتكز هذه الدراسة على تقييم جودة سبعة أصناف من العسل التي تم جمعها في مناطق مختلفة من شمال الجزائر ، أثبتت دراسة الخصائص الكيميائية و الفيزيائية أن كل عينات العسل ذات طبيعة حمضية، pH محصور بين 3.6 و 5.2 ودرجة الحموضة تصل الى 41.142 (meq/Kg) ، محتوى الماء فيه يصل الى 21.6 % ، و محتوى الرماد مابين 0.0295 % و 0.0714 % ، الناقلية الكهربائية ذات متوسط 1 (ms/cm) ،كثيرا ما تستخدم هذه الخصائص كأفضل مؤشرات لنوعية و أستقرار العسل ، محتوى الفلافونويد 14.7422 (mEQ/100g) و 24.6649 (mEQ/100g) في تراكيز العسل 0.2و 0.4 على التوالي .

أثبت تقييم تأثير مضادات الميكروبات من خلال طريقة النشر في وسط النمو ان مختلف عينات العسل التي حللت لها تأثيرات مضادة للبكتيريا على ثلاث سلالات ميكروبية (المكورات العنقودية الذهبية ، البكتيريا القولونية ، الزائفة الزينجارية) .

الكلمات المفتاحية : العسل ، الخصائص ، فلافونويد ،نشاط مضاد للبكتيريا

Résumé

La présente étude porte sur l'évaluation de la qualité de sept variétées de miel collectées au niveau de différentes régions du nord d'Algérie. L'étude des paramètres physico-chimiques montre que tous les miels ont un caractère acide avec un pH compris entre 3.6 et 5.2 une acidité de 41.142 (meq/kg), une teneur en eau allant jusqu'à 21.6 %, une teneur en cendres varie entre 0.0295 % et 0.0714 % et une conductivité électrique de l'ordre de 1 (mS/cm). Ces caractéristiques sont plus fréquemment utilisées comme meilleurs indicateurs de la qualité et la stabilité du miel. La teneur des flavonoïdes est de 14.7422 (mg EQ/100 g) et 24.6649 (mg EQ/100 g) respectivement à 0.2 et 0.4 (g/ml) du miel, Evaluation de l'effet antimicrobien par la technique de diffusion sur gélose montre que les différents miels analysés ont des effets antimicrobiens sur les trois souches microbiennes à caractère pathogène étudiées (*Staphylococcus aureus, Escherichia coli et pseudomonas aeroginosa).*

Mots-clés : Miel, caractérisation, Flavonoïde , Activité antimicrobienne.

Abstract

This study focuses on evaluating the quality of seven selections honey ,collected at different regions of north Algeria ,The study of physicochemical parameters shows that all honeys have an acidic character with a pH between 3.6 and 5.2, an acidity of 41,142 (meq / kg)

The maximum water content of honey is 21.6%, The ash content varies between 0.0295% and 0.0714%, and the medium value of electrical conductivity is 1 (ms/cm) . These characteristics are most frequently used as the best indicators of the quality and stability of honey. the content of flavonoid is 14,7422 (mg EQ/100 g) and 24.6649 (mg EQ/100 g) respectively to 0,2 and 0,4 (g/ml) of honey . Evaluation of the antimicrobial effect by the technique of diffusion in an agar medium shows that the analyzed honeys have antimicrobial effects on the three microbial pathogenicity strains studied (*Staphylococcus aureus, Escherichia coli and pseudomonas aeroginosa).*

Keywords: Honey, caractérisation, flavonoid, Antibacter activity.

تركز الدراسات الحديثة على تحديد الخصائص الكيميائية و الفيزيائية و الميكرو بيولوجية لسبع عيناث من العسل الطبيعي في شمال الجزائر للعسل اثبتت دراسة المعايير الفيزيو-كيميائية للعسل ان كل عينات العسل ذات طبيعة حمضية بحيث درجة الحموضة محصورة بين 3.6 و 5.2 و الحموضة ثقدر ب 41.112

محتوى الماء ا لعسل بالمئة بينما محتوى الرماد فيه محصورة بين0.0295 %و 0.0714 %و الناقلية النوعية 0.6 و1.5 (ms/cm) في الخصائص المذكورة غالبا ما تستخدم لنوعية و استقرار العسل

روقيمة الكتافة و معامل الانكسا1.4951.4019 على التوالي

معظم النتائج الكيميائية و الفيزيائية المتحصل عليها مطابقة للمعايير التي وضعتها هيئة الدستور الغذائي من الجانب الميكروبيولوجي يستند عملنا على تقييم تاتيرمضاادات البكتيريا بثقنية النشر على وسط النمو

Introduction générale

Avant l'apparition du sucre de canne, le miel était la seule substance sucrée disponible pour les préparations culinaires. Il était aussi considéré comme un remède capable de prévenir et de guérir de nombreux maux, et ce, dans diverses civilisations. Mais, avec l'avènement de la chimie moderne, son usage est tombé dans l'oubli. N'ont pas subsisté que des utilisations empiriques.

Des études scientifiques commencent à redonner au miel et aux produits de la ruche, la juste place que les anciens leur avaient attribuée. Des chercheurs ont récemment démontré scientifiquement les multiples vertus du miel: antibactérien, antifongique, antiviral, cicatrisant....A l'heure où la médecine moderne se trouve confrontée à divers problèmes (résistances aux antibiotiques, augmentation des dépenses de santé...), les thérapeutiques dites naturelles suscitent un regain d'intérêt.

Le miel est caractérisé par certains groupes de substances qui sont toujours présents mais en quantité variable selon la source : eau, glucides, protides ou substances azotées, acides organiques, lactones, substances minérales, oligo-éléments, vitamines, lipides, produits polluants comme le plomb, le cadmium et l'hydroxyméthylfurfural **[1].**La composition du miel varie en fonction de la source florale utilisée par les abeilles, la période de la récolte et les conditions géo-climatiques des régions concernées. Le miel est également précieux comme produit à valeur marchande tant sur les marchés nationaux qu'internationaux et joue un rôle important dans certaines traditions culturelles **[2].**

Les deux principales zones actuelles de production de miels en Algérie, l'Atlas tellien et les Hauts plateaux, se distinguent par leurs caractéristiques géo-climatique et floristiques qui influent sur la qualité du miel.

L'objectif de ce travail est basé sur la détermination des caractéristiques physico-chimiques de sept variétés du miel du nord d'Algérie tel que :la densité le pH, l'acidité libre, la teneur en cendre, l'indice de réfraction, la teneur en eau, la teneur en sucres réducteurs, la teneur en saccharose, les composés phénoliques et les flavonoïdes totaux. Puis la détermination de l'activité antimicrobienne de ces miels, cette dernière est basée sur l'évaluation de l'effet antimicrobien par la technique de diffusion sur gélose.

Notre mémoire est divisé en deux parties :

1- Dans la première partie : chapitre I et chapitre II, nous avons résumé les principales données bibliographiques récentes relatives au thème abordé : généralités sur le miel et leurs propriétés.
2- Dans la deuxième partie : chapitre III et chapitre IV, nous présentons les matériels et les méthodes utilisés au cours de la réalisation ce travail, suivi par les résultats et leurs discussions.

Enfin, ce travail est terminé par une conclusion générale englobant les principaux résultats et quelques perspectives.

Chapitre I

Miel

I.1. Définition

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de plantes, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche**.[3]**

I.2. Classification des miels

I.2.1. Classification des miels d'après leur origine botanique

Selon **Sanz [4],**le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat recueilli sur les plantes.

Donc d'après leur origine botanique les miels peuvent être divisés en : miel de nectar de fleur et miel de miellat.

I.2.1.1. Miel de nectar de fleur

a. Définition, origine et composition du nectar

Le nectar est produit par des organes propres aux végétaux supérieurs, qui portent le nom de nectaires. Ce sont des structures glandulaires de petite dimension dont la localisation est très variable, qui reçoivent un canal (faisceaux libéro-ligneux) acheminant la sève de la plante. On distingue les nectaires floraux (à la base des fleurs), des nectaires extra floraux (sur les feuilles, les tiges ou les autres parties de la plante).

Le nectar reste accumulé sur le nectaire ou passe dans un organe spécialisé, le plus souvent un éperon dans lequel il est protégé de la dessiccation. Il se forme à partir de la sève de la plante, mais sa composition diffère de celle de la sève. C'est une solution aqueuse plus ou moins visqueuse en fonction de sa teneur en eau qui peut être très variable: la matière sèche représente de 5 à 80 % du nectar. Cette matière sèche est formée à 90% de sucres dont les plus courants sont le saccharose, le glucose et le fructose. Outre les sucres, largement majoritaires, on peut trouver des acides organiques (acide fumarique, acide succinique, acide malique, acide oxalique), des protéines dont des enzymes et des acides aminés (acide glutamique, acide aspartique, méthionine, sérine, tyrosine...), des substances aromatiques et des composés inorganiques (phosphate entre autre).Tous ces éléments vont donner au miel sa couleur et *ses* arômes **[5]**.

b. Récolte du nectar par les butineuses

Une butineuse effectue entre 20 et 50 voyages par jour, chacun demandant environ 15 minutes. Le rayon d'action moyen se situe entre 500 m et 2 km **[site 1]**.Les nectaires sont généralement situés au fond de la corolle des fleurs. Pour y accéder, la butineuse doit pénétrer dans la fleur et allonger sa langue. Elle aspire le nectar, par pompage et par capillarité. Lorsque son jabot est rempli, elle rentre à la ruche où elle transfère le nectar "prédigéré" aux ouvrières manutentionnaires; cet échange de nourriture se nomme trophallaxie. Chaque fleur butinée laisse dans le miel sa carte d'identité, au travers de son nectar mais surtout de ses micro éléments (pigments, arômes, grains de pollens...).

Selon Nair **[6]**, les miels de nectar de fleurs peuvent être divisés en deux groupes :

- **Miels mono floraux :** Un miel uni florale est un miel récolté par les abeilles sur une espèce végétale unique, de tels miels sont exceptionnels, car il est rare que l'abeille ne butine qu'une seul espèce mellifère. On peut donc considérer que ces miels unis floraux naturels, sont des miels provenant d'une plante déterminé mais non à 100%.
- **Miels multi floraux :** Miels donnés par plusieurs espèces végétales ou sans origine florale précise, il peut y avoir la dominance d'un pollen accompagné par d'autres, en petites quantités ou bien il peut présenter une mosaïque de pollens.

I.2.1.2. Miel de miellat

Pour certains miels (le miel de sapin par exemple) la principale source sucrée est le miellat, il s'agit d'un liquide sucré produit par plusieurs espèces d'insectes parasites vivant sur la plante.

a. Types du miellat

- **Miellat d'origine animale :** Produit par des pucerons qui attaquent les feuilles particulièrement riche en liquide sucré, ces pucerons ne digérant qu'une faible partie de matière absorbée, et expulsent la plus grande portion de liquide qui retombe sur les feuilles en gouttes.
- **Miellat d'origine végétale ou miellée :** Provient d'exsudation des feuilles, on peut alors la voir perler par toutes les orifices stomatiques et se réunir en gouttelettes sucrées sur toute la surface da la feuille, surtout sur la face inférieure **[7]**.

b. Les insectes producteurs de miellat et leurs plantes Hôtes

Les insectes producteurs de miellat sont tous des hémiptères homoptères, c'est-à-dire que ce sont des insectes qui possèdent des pièces buccales leur permettant de piquer les tissus végétaux pour en prélever la sève. Ce sont des cigales, des psylles, des cochenilles et surtout des pucerons. Ils perforent les tissus végétaux de la plante pour atteindre les faisceaux dans les quels circule la sève. Celle-ci passe dans le tube digestif de l'insecte où elle est transformée en miellat qui est ensuite excrété par l'anus.

Les plantes hôtes de ces insectes sont surtout des arbres forestiers ou d'ornementation. Il s'agit principalement du sapin, de l'épicéa, du pin sylvestre, du mélèze et du chêne. Bien d'autres arbres peuvent héberger des insectes producteurs de miellat: le châtaignier, l'érable, le bouleau, l'aulne, le frêne, le charme... mais, ces miellats sont produits en plus petite quantité et sont de qualité inférieure à celle des miellats de sapin ou d'épicéa **[5].**

c. La récolte du miellat par l'abeille

Les récoltes de miellat ont lieu entre la fin du printemps et l'été. Les quantités récoltées sont très variables d'une année à l'autre. En effet, les pucerons sont très sensibles aux conditions météorologiques défavorables, et sont exposés à de multiples prédateurs (coccinelles, punaises, guêpes).Il faut noter qu'en présence d'une abondance de nectar, cette source est délaissée par les abeilles. Les butineuses recueillent le miellat par léchage et remplissent progressivement leur jabot. Ce dernier plein, elles regagnent la ruche **[5].**

I.2.2. Classification des miels selon le mode de récolte

Bogdanov **[8]** ont distingué plusieurs sortes de miel:

I.2.2.1. Miel de rayon

C'est le miel contenu dans les alvéoles fraichement constituées operculées, sans couvains, de couleur blanchâtre ou une très belle récolte. Ce miel est vendu en rayon ou une partie en rayon.

I.2.2.2. Miel vierge (miel d'égouttage)

Il s'écoule naturellement sans intervention, alvéoles non operculés, et exemptes de couvain.

I.2.2.3. Miel coulé

Il est obtenu par centrifugation des alvéoles exemptes de couvain alors qu'il a encore la température de ruche.

I.2.2.4. Miel pressé

Est le miel obtenu par pressage de rayons ne contenant pas de couvain.

I.2.2.5. Miel jeune (non mur)

C'est le produit retiré des alvéoles non encore operculées, sa teneur en eau est généralement supérieur à celle du miel parvenu à maturité (plus de 20%).

I.3.Fabrication et technologie du miel

Le matériel brut pour produire du miel est le nectar ou le miellat. La différence de composition entre ces deux matériels se reflète dans les produits finaux : miel de fleur oude nectar et miel de miellat.

I.3.1. Fabrication du miel par les abeilles

L'abeille la plus connue et la plus étudiée est *Apis mellifera* (Fig. I.1). Son nom signifie "qui fabrique du miel**" [9]**.



Figure I.1. *Apis mellifera*

- ***Systématique de l'abeille***

  -Règne : *Animal*

  - Embranchement : *Arthropodes*

  - Classe : Insectes

  - Ordre : *Hyménoptères Aculéates*

  - Superfamille : *Apoidea*

  - Famille : *Apidae*

  - Tribu : *Apinae*

  - Genre : *Apis*

  - Espèce : *mellifera*

- Race : *unicolor*

- ***Biologie des abeilles***

Les abeilles vivent en société organisée ou colonie composée d'une reine, de 10 à 50000 abeilles (butineuse, gardienne, nourricière,…) qui composent 95% des individus de la ruche et de quelque bourdons. Les défauts et qualités de la colonie (travailleuse, douée, agressive, paresseuse, fragile,…) sont déterminés par la reine. La colonie d'abeille se développe ou se multiplie par essaimage. La biologie de l'abeille est illustrée par la figure I.2.

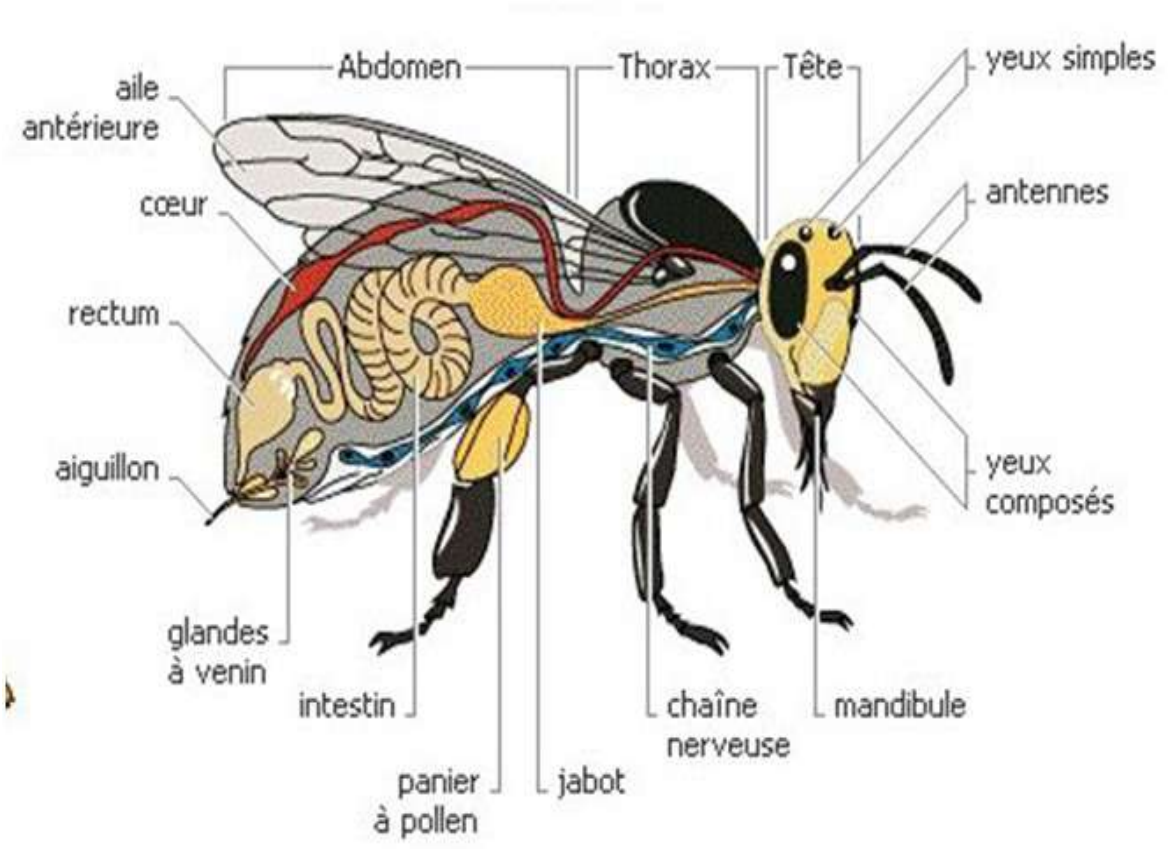


Figure I.2.Morphologie de l'abeille

Les abeilles collectent du nectar et du pollen, s'en nourrissent et participent sans relâche à la pollinisation des plantes et au maintien des équilibres naturels. C'est l'abeille mellifère et ses races que l'on retrouve un peu partout à travers le monde, car c'est la plus intéressante à élever, c'est elle qui assure les meilleurs rendements. De nombreux rôles sont définis à l'intérieur de la ruche comme gardiennes, ouvrières, butineuses... Chaque abeille accomplira au cours de sa vie toutes ces fonctions **[10]**.

I.3.1.1. Recueille du nectar ou du miellat

Une butineuse effectue entre 20 et 50 voyages par jour, chacun demandant environ 15 minutes. Le rayon d'action moyen se situe entre 500 mètres et 2 kilomètres, d'où l'importance, en plus des conditions climatiques et de la nature du sol, de la végétation des alentours du rucher. Les abeilles butineuses ajoutent de la salive au nectar ou au miellat qu'elles recueillent, ce qui le rend fluide et surtout l'enrichit en enzymes, catalyseurs biochimiques à l'origine de la transformation des sucres dans le miel. Elles remplissent leur jabot puis transportent miellat ou nectar jusqu'à leur ruche. Là, elles distribuent aux ouvrières d'intérieur et aux mâles. Miellat et nectar passent à plusieurs reprises d'une abeille à une autre en subissant chaque fois une addition de salive qui transforme les sucres. De retour à la ruche, Déposé dans les alvéoles, le miel sera concentré, protégé ; il achèvera sa transformation biochimique **[11].**

I.3.1.2. Concentration

Elle s'opère en deux temps. Une abeille refoule le contenu de son jabot dans une alvéole; la goutte de liquide sucré s'étale et perd de l'eau par évaporation; elle est resucée, refoulée, resucée, etc. plusieurs fois pendant 15 à 20 min. Ces manœuvres étalent la goutte et la concentrent jusqu'à une teneur en eau de 40 à 50%.Dans les rayons, pendant plusieurs jours, le liquide laisse évaporer passivement son eau; sa concentration croît jusqu'à atteindre 70 à 80% de sucres pour 14 à 25% d'eau **[12].**

I.3.1.3. Protection

Les abeilles recouvrent le miel suffisamment concentré d'un opercule de cire. Malgré cette protection, des miels contenant 21% d'eau ou davantage peuvent fermenter dans les rayons, sous les opercules. Seuls se conservent bien les miels à moins de 18% d'eau **[12].**

I.3.1.4.Transformation

Les sucres se transforment. En particulier, le saccharose devient un mélange de glucose et de fructose sous l'action d'une enzyme, l'invertase, incorporée au nectar par la salive des abeilles. Ceci représente 90% des sucres totaux du miel **[12]**. La transformation, ou inversion, s'exprime par l'équation suivante :

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$$

Saccharose Eau Glucose Fructose

En effet, certains du pollen de la fleur tombe dans le nectar récolté par les abeilles est stockée dans l'estomac, elles sont régurgités avec le nectar. En outre, certains grains de pollen attachent souvent eux-mêmes aux différentes parties du corps comme les jambes, les poils d'antenne, et aussi dans les yeux des abeilles. Ce pollen sera ensuite s'emmêler dans la ruche et par conséquent pénétrer dans le miel **[11].**

I.3.2. Fabrication industrielle du miel

L'évolution générale s'est faite dans un sens favorable à l'hygiène du miel et à l'amélioration du rendement du travail de l'apiculteur grâce à une mécanisation plus importante. Ainsi, le miel étant un produit acide, il est susceptible de corroder les parties métalliques des appareils. C'est pourquoi tous les appareils destinés à le recevoir sont confectionnés en matière plastique alimentaire ou en métal inoxydable **[13]**.

I.3.2.1. Récolte

La récolte du miel peut se pratiquer dès la fin de la miellée quand la ruche est devenue très lourde (mi-avril, mi-mai). En pratique, il est conseillé de ne récolter que les rayons entièrement garnis et operculés, on peut retirer un cadre operculé au ¾ **[14].** L'apiculteur retire les cadres du miel, il ne laisse que les provisions nécessaires pour que les abeilles puissent nourrir les jeunes larves et éventuellement passer l'hiver. C'est pourquoi la ruche est divisée en deux parties : une partie inférieure, le corps, qui contient de hauts rayons garnis non seulement du miel, mais aussi de pollen et de couvain, il ne faut pas y toucher. Au-dessus est placée la hausse garnie de cadres moitié moins hauts, qui ne contient en général que du miel : c'est d'elle que l'apiculteur va obtenir sa récolte (Figure. I.3) et (Figure. I.4).

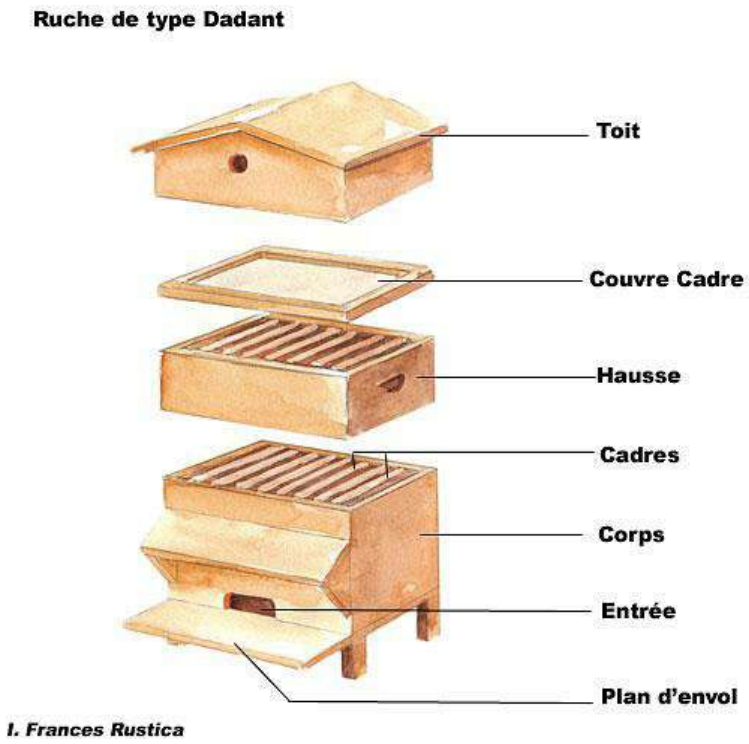


Figure I.3. Description d'une ruche d'abeille



Figure I.4. Une ruche d'abeille

Après avoir chassé les abeilles par enfumage, les hausses sont transportées dans la miellerie, les opercules ensuite enlevées à l'aide d'un couteau à désoperculer **[13].** Il est préférable de choisir une journée calme, ensoleillée. On peut intervenir soit le matin, les butineuses sont encore nombreuses dans la ruche mais le calme règne, soit en fin d'après-midi **[14].**

I.3.2.2. Extraction

Le miel est extrait des cellules par la force centrifuge (Fig. I.5) et séparé ensuite de ses impuretés par une épuration qui s'effectue généralement par filtration, centrifugation, ou décantation **[13].** Les rayons récoltés sont transportés à la miellerie pour être extraits de suite, pendant que le miel est encore chaud. La miellerie est un local propre, sec, bien ventilé avec possibilité de chauffage et de déshumidification. Il devra posséder une source d'eau si possible chaude et être inaccessible aux abeilles. Ce local doit être aménagé de façon à faciliter le travail de l'apiculteur au maximum. L'outillage minimum comprend un extracteur en inox, des seaux inox ou en plastique alimentaire, un bac à désoperculer, un maturateur inox; des éponges et chiffons pour nettoyer les bavures de miel.

Les cadres sont désoperculés sur les deux faces avec une herse ou un couteau électrique, placés dans l'extracteur et centrifugés sur les deux faces également. Le miel recueilli passera par un tamis à double filtre : un premier à mailles larges pour recueillir les plus grosses impuretés (des fragments de cire), un second à mailles plus fines permet de retenir les plus petites particules **[14]**.



Figure I.5. Extraction de miel

I.3.2.3. Maturation

La maturation a lieu dans de grands conteneurs cylindriques, maintenus à 25°C au moins, de manière que les bulles d'air et les impuretés cireuses montent à la surface pour que l'on puisse les enlever. Mais les impuretés microscopiques, comme les grains de pollen ne remontent qu'au bout de quelques mois; or il est impraticable de laisser le miel quelques mois dans les maturateurs. Aussi, les Américains préfèrent-ils filtrer le miel sous haute pression, ce qui donne un produit parfaitement limpide. Il existe une pratique qui tend à se répandre largement : c'est la pasteurisation du miel. Cette pasteurisation, très rapide, n'altère aucunement le miel et a l'avantage de détruire les levures, agents de fermentation **[14]**.

I.3.2.4. Conservation

Le miel est un produit périssable qui subit au cours du temps un certain nombre de modifications aboutissant inévitablement à la perte de ses qualités essentielles **[13].**La conservation du miel se fait à l'abri de l'humidité, la chaleur et la lumière. La température élevée provoque la dégradation des sucres, une perte d'arôme et une augmentation de l'acidité **[15]**.

I.4. Composition chimique du miel

La composition du miel varie en fonction de l'origine florale. PROST **[16]**, signale que plusieurs facteurs peuvent influencer la composition chimique du miel tels que, la nature du sol, la race d'abeille, l'état physiologique da la colonie.

Les miels de miellats ont très souvent une couleur foncée, ils cristallisent généralement peu, et contiennent moins de glucose et de fructose, mais d'avantage des sucres supérieurs que les miels de nectar.

La composition chimique varie d'un échantillon à l'autre, généralement, le miel contient des éléments majeurs et des éléments mineurs.

I.4.1. Les éléments majeurs

I.4.1.1. L'eau

La teneur en eau est une caractéristique importante des miels, elle conditionne la conservation du produit, son poids spécifique, et dans une certaine mesure sa cristallisation, sa saveur ; en un seul mot, sa qualité **[17]**.

Selon Gonnet **[18]**, lorsque les abeilles operculent les contenants du miel au niveau des alvéoles, la teneur en eau de celui-ci est de l'ordre de 17 à 18 %. Louvaux **[19],** ajoute que la teneur en eau des miels varie assez largement en fonction de leur origine florale, de la saison, de l'intensité de miellée, de la force de colonies d'abeilles, et de la technique de récolte.

I.4.1.2. Les Glucides

Les glucides représentent 95 à 99 % de la matière sèches du miel. C'est-à-dire que l'eau et les sucres ensemble forment la quasi-totalité du miel **[19].**On trouve des monosaccharides (glucose et fructose) qui représentent 85 à 95% des sucres du miel mais c'est le fructose qui est presque toujours dominant, avec une teneur de 38% du poids du miel, tandis que la teneur en glucose est de 31%. On y trouve également du saccharose (1.5%) et du maltose (7.5%) ainsi que d'autres sucres présents à l'état de traces:isomaltose, nigérose, turanose, maltulose, isomaltulose, leucrose, kojibiose, néotréhalose, gentiobiose, laminaribiose, mélézitose, erlose, 1-kertose, dextrantriose, raffinose, isopanose, isomaltotétraose, 6-a-glucosylsaccharose, arabogalactomannane, maltotriose, isomaltopentaose, panose, isomaltotriose, 3-a-isomaltosylglucose, centose**[13]**.

I.4.2. Les éléments mineurs

I.4.2.1. Les acides

Tous les miels ont un caractère acide. Ils contiennent des acides organiques, dont certains volatiles, et des lactones **[17].**Le plus important est l'acide gluconique dont l'origine serait une bactérie, appelée *gluconobacter*, qui lors de la maturation du miel, transforme le glucose en acide gluconique. On y trouve également une vingtaine d'acides organiques comme l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide butyrique, l'acide pyroglutamique et l'acide succinique. On y trouve des traces d'acide formique (un des constituants du venin), d'acide chlorhydrique et d'acide phosphorique. Les lactones dont la présence est constante, ont également une fonction acide. Le pH, qui peut varier de 3.2 à 4.5, est égal, en moyenne, à 3.9 **[20]**.

I.4.2.2. Les protéines

Les miels convenablement récoltés sont pauvres ou très pauvres en protéines **[21],** cité par Louveaux **[17]** Les protides sont présents en faible quantité (1.7 gramme par kilogramme de miel soit une teneur de 0.26%) et la teneur en azote est négligeable (de l'ordre de 0.041%). Il s'agit essentiellement de peptones, d'albumines, de globulines et de nucléoprotéines qui

proviennent soit de la plante, soit de l'abeille. On y trouve également des acides aminés libres dont la proline, qui provient des sécrétions salivaires de l'abeille **[13].**Selon Gonnet**[18]**, Les recherches les plus récentes ont permis de mettre en évidence dans différents miels la présence de 19 acides aminés libres.

I.4.2.3. Les matières minérales

La teneur en sels minéraux, selon White **[21],** est de l'ordre de 0.169 % en moyenne. Elle est donc faible ou très faible et sujette à des variations très importantes. Louveaux **[17],** signale que, d'une façon générale, les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés. Les études de White **[21]**, montrent qu'il existe une relation entre la couleur des miels et leur teneur en cendres. Gonnet **[18],** 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...

I.4.2.4. Les enzymes

Le miel contient plusieurs enzymes dont la présence est liée à l'origine double du miel : animal ou végétal. Le nectar contient, dès sa récolte, des enzymes qui agissent sur les sucres; les secrétions de l'abeille viennent y ajouter les enzymes secrétés par les glandes pharyngiennes **[17]**.

De nombreuses enzymes se retrouvent dans le miel : Gluco-invertase, α-amylase, la β-amylase, et la glucose-oxydase capable de transformer le glucose en acide gluconique. Le miel contient aussi une catalase et une phosphatase. Ces diastases sont détruites par un chauffage exagéré du miel, il y a donc lieu d'éviter ce chauffage de miel si on veut bénéficier de leur action. Ainsi, leur dosage permet de détecter les fraudes liées au chauffage du miel **[20]**.

I.4.2.5. Les vitamines

Le miel est relativement pauvre en vitamines, si on le compare à d'autres aliments. Les vitamines du miel ont presque toujours leur origine dans les grains de pollen **[19]**.Donadieu **[22]** 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.4.2.6. Les substances aromatiques

Les substances aromatiques ne sont pas importantes quant à leur poids. On dénombre plus de cinquante substances aromatiques qui peuvent permettre l'identification de l'origine des miels, car elles proviennent presque exclusivement de la plante **[20].**Donadieu **[22]**, ajoute que ces substances donnent l'arôme et le goût spécifique d'un miel déterminé, mais qui ont par ailleurs des vertus thérapeutiques.

I.4.2.7. Matières pigmentaires

Le miel contient des produits pigmentaires qui donnent la couleur au miel et qui n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies Donadieu **[22].** Louveaux **[19],** 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.4.2.8.Les lipides

Le miel est pauvre en lipides: ceux qu'on y trouve sont probablement des microparticules de cire qui échappent à la filtration **[20]**.Louveaux **[19]**, identifie cependant, des glycérides et des acides gras tels que l'acide palmitique, les acides oléiques et linoléiques.

Tableau I.1 : Composition moyenne des miels européens **[23]**

Composition	**Pourcentage total**	**Type de composés**	**Type de composés**
Hydrates de carbone	75 à 80 %	Monosaccharides	Fructose (38 %), Glucose (31 %)
		Disaccharides	Maltose (7,3 %), Saccharose (1,3 %), Isomaltose
		Polysaccharides (1,5 à 8 %)	Erlose, Raffinose, (Mélézitose, Kojibiose, Dextrantriose, Mélibiose)...
Eau	15 à 20 % (moyenne 17 %)		
Substances diverses	1 à 5 % (moyenne de 3,5 %)	Acides organiques (0,1 à 0,5 %)	Gluconique (0,1 à 4 %), Formique (0,01 à 0,05 %), (Succinique),(Maléique),(Oxalique), (Citrique),(Glutamique), (Pyroglutamique),(Glucuronique),
		Protéines, peptides et acides aminés (0,2 à 2 %)	Matières albuminoïdes, matières azotées, la défensine-1, (Proline, Tyrosine, Leucine, Histidine, Alanine, Glycine, Méthionine, Acide aspartique).
		Vitamines	B1, B2, B3 ou PP, B5, B6, B8 ou H, B9, C.
		Enzymes provenant des glandes hypopharyngiennes	Amylases α et β, Gluco-invertase, Glucose-oxydase
		Enzymes provenant du nectar	(Catalase, Amylases, Phosphatases acides).
		Minéraux	K, Ca, Na, Mg, Mn, Fe, Cu, Se, S, Cl, Zn, (Co, B, Si, Cr, Ni, Au, Ag, Ba, P, Cs).

		(Acétylcholine)	
Arômes		Esters	Méthylantranylate, Méthyléthylcétone, Acétates,
		Aldéhydes et acétones	Formaldéhyde, Acétaldéhyde…
		Alcools	Méthanol, Ethanol, Isobutanol, 2-Phényléthanol…
Pigments		Caroténoïdes et flavonoïdes	Flavanol, Catéchine, Quercétine, Pinocembrine, Pinobanksine, Lutéoline, Chrysine, Galangine, Kaempférol, Isorhamnétine, Méthylflavonol.
(Lipides)	Traces	Acides gras	(Acide palmitique, butyrique, caprique, caproïque, valérique, oléique, linoléique).

- Les substances indiquées entre parenthèses sont à l'état de traces ; les pourcentages sont donnés par rapport au poids total du miel.

Chapitre II

Propriétés des miels

II.1. Propriétés physiques

II.1.1. Propriétés mécaniques

II.1.1.1. Poids spécifique (la densité)

La densité d'un miel homogène est le rapport, exprimé en nombre décimal, de la masse volumique de ce miel à la masse volumique de l'eau pure à 4°C. La masse volumique s'exprime en kg/dm^3. La densité du miel varie approximativement de 1,39 à 1,44 à 20 °C **[18].** Le miel est donc un produit relativement dense. Les variations de la densité proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense.

On peut pratiquement se servir de la densité comme moyen de connaitre la teneur en eau d'un miel **[19].**

II.1.1.2. Viscosité

La majorité des miels ont une viscosité normale, c'est-à-dire qu'ils suivent les lois de Newton sur l'écoulement des fluides **[19].** Selon Huchet **[20],** La viscosité du miel dépend de trois facteurs qui sont, sa teneur en eau, sa composition chimique et de sa température.

La viscosité est très élevée à basse température. Elle décroit rapidement lorsque la température augmente **[19].** Pour 30 à 35°C, la viscosité est minimale, c'est d'ailleurs la température de la ruche. C'est pourquoi les apiculteurs sont contraints, au cours des opérations de centrifugation, d'extraction et de mise en pots, d'opérer à température suffisamment élevée **[20].** La viscosité est également accrue par la quantité de la matière colloïdale contenue dans le miel : les miels foncés ont une viscosité plus élevée que les miels clairs.

II.1.2.Propriétés thermiques

II.1.2.1. Chaleur spécifique

La chaleur spécifique d'un corps est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1°C la température d'une unité de poids de ce corps.

Un mielà17 % d'eau, a une chaleur spécifique de **0.54** à **20** °C. Cela veut dire qu'il faut approximativement deux fois moins d'énergie (de joules) pour réchauffer du miel que pour réchauffer la même masse d'eau **[16 ,19].**

Louveaux **[17],** ajoute que la chaleur spécifique varie très peu d'un miel à l'autre.

II.1.2.2. Conductivité thermique

La conductivité thermique est une mesure du transfert de chaleur. Elle est aussi désignée en tant qu'indice thermique. Le miel est mauvais conducteur de la chaleur, sauf quand il est déshydraté.

La formule qui l'exprime est (L=La conductibilité) : L=1.29 X 10^{-4}°C à 20 °C, pour un miel à 20 % d'eau et finement cristallisé **[20]**.

Selon Gonnet **[18],** le miel est mauvais conducteur de la chaleur, donc bon isolant thermique.

II.1.3. Propriétés électriques

II.1.3.1. Conductibilité électrique

La conductibilité électrique est la propriété d'un corps de permettre le passage du courant électrique. C'est donc l'inverse de la résistivité **[18]**.

Donadieu **[22],** signale que le miel a une conductivité électrique dans de fortes proportions suivant sa teneur en eau et sa teneur en matières minérales.

II.1.4. Propriétés optiques

II.1.4.1. Indice de réfraction

L'indice de réfraction est une propriété optique qui caractérise toute substance transparente. Il est en fonction de la teneur en eau et de la température. L'indice de réfraction de miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse **[18]**.

L'indice de réfraction varie de façon presque linéaire avec la teneur en eau, de telle sorte qu'il est possible de connaitre très rapidement cette teneur en mesurant l'indice de réfraction **[19]**.

II.1.4.2. Pouvoir rotatoire

Le Pouvoir rotatoire des miels concerne leur action sur la lumière polarisée **[16]**. La majorité des miels font tourner à gauche la lumière polarisée, mais il existe des miels dextrogyres, qui par conséquent font tourner le plan de polarisation à droite. Le pouvoir rotatoire du miel est une donnée peu significative, car les divers sucres qu'il contient ont tous un pouvoir rotatoire différent **[19]**.

II.1.4.3. Coloration

La coloration est une caractéristique physique importante des miels car elle est en rapport avec leur origine florale et avec leur composition **[18]**.

La coloration des miels est due à la présence des substances encore mal identifiées, mais parmi lesquelles semble bien figurer le carotène. La couleur d'un miel étant un caractère très important sur le plan commercial **[19]**.

II.1.4.4.Turbidité

A moins d'avoir été filtrés d'une façon parfaite, les miels sont toujours plus ou moins troubles, même lorsqu'ils ont été très bien refondus. Cette turbidité est due aux particules en suspension : grains de pollen, poussière, levures, particules de cire et de propolis, colloïdes, protéines, etc .... **[19]**.

II.1.4.5. Fluorescence

Sous l'action des rayons d'ultra-violet, beaucoup de miels présentent une fluorescence dont les couleurs sont très variables selon la composition de miel examiné **[22]**.Selon Louveaux **[19],** L'origine de cette fluorescence est mal connue.

II.2.Propriétés nutritionnelles

Le miel est apprécié partout comme aliment sucré et au goût agréable. En temps de pénurie alimentaire, c'est une source précieuse de glucides qui contient des oligo-éléments et apporte une diversité nutritionnelle dans les régimes alimentaires trop pauvre. Le miel occupe souvent une place importante dans la préparation des plats traditionnels .De plus, il peut prétendre à de nombreux avantages nutritionnels et énergétiques **[15].**Si sa composition précise peut varier en fonction de son origine florale, le miel reste un produit riche en nutriments.

Il contient :

- ✓ Des glucides qui représentent 95 à 99% de la matière sèche. La plupart sont des sucres simples dont le fructose (environ 40% de la matière sèche) et le glucose (environ 30 à 40% de la matière sèche).
- ✓ Des acides aminés.
- ✓ Des vitamines et minéraux : vitamine C, vitamine B, potassium, calcium, cuivre, fer, zinc, manganèse, phosphore….

II.3.Propriétés organoleptiques

II.3.1.Cristallisation

La cristallisation du miel est un processus naturel, sa vitesse 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. Les miels à cristallisation rapide se cristallisent le plus souvent très finement, alors que les miels à cristallisation lente ont tendance à avoir une cristallisation grossière **[25].** La cristallisation se fait à partir de cristaux primaires de glucose qui sont présents dès la récolte et faciles à mettre en évidence en lumière polarisée sous le microscope. La croissance de ces cristaux aboutit à la formation de 2 phases : une phase solide constituée de glucose cristallisé et une phase liquide enrichie en eau.

La cristallisation est la plus rapide à la température de 14°C. Les basses températures retardent la croissance des cristaux. Les hautes températures entraînent la dissolution des cristaux qui disparaissent totalement à 78°C **[13].**

II.3.2.Couleur

La couleur constitue un critère de classification notamment d'un point de vue commercial. Plus il est clair, moins il est riche en minéraux et inversement **[15].** La couleur du miel est un autre paramètre de qualité. Les miels sont divisés en sept catégories de couleurs **[11],** elle va du jaune très pâle (presque blanc) au brun très foncé (presque noir) en passant par toute la gamme des jaunes, oranges, marrons et même parfois des verts; mais le plus souvent le miel est blond **[26].** Elle est due aux matières minérales qu'il contient. La teneur en cendres des miels est inférieure à 1%, la moyenne étant 0.1%, la variabilité est grande puisque les miels les plus pauvres en matières minérales contiennent 0.02% de cendres. Il s'agit des miels très clairs ; les plus foncés étant les plus minéralisés **[13]**.

II.3.3.Odeur et goût

L'odeur du miel est variable **[15].** L'arôme, le goût et la couleur du miel dépendent des plantes où les abeilles ont récolté le nectar. Les tournesols, par exemple, donne un miel jaune d'or; le trèfle donne un miel sucré et blanc. Le miel foncé a généralement un goût plus prononcé et sa teneur en sels minéraux est élevée; le miel clair a une saveur plus délicate

Le tableau II.1 donne quelques caractéristiques organoleptiques des miels.

Tableau II.1. Caractéristiques organoleptiques des miles

Type de Miel	Couleur	Consistance	Goût/ Arome
Lavande	Ambré	Liquide à crémeux	Très aromatique
Oranger	Clair à brun clair	Crémeux	Fruité
Romarin	Foncé	Se durcit avec le temps.	Très aromatique
Eucalyptus	Ambré	Tendance à se cristalliser	Caractéristique
Bruyère	Jaune orangé	Crémeux comme de la gelée, se durcit avec le temps.	Arome délicat
Jujubier	Jaune brun (caramel)	Epais	Caractéristique.
Toutes fleurs	Brun clair	Crémeux	Agréable
Sapin	Brun foncé à noir verdâtre	Liquide à crémeux	Caractéristique.
Tournesol	Jaune or	Se cristallise rapidement en forment de gros grain	Saveur prononcée
Thym	Brun à Brun clair	Crémeux	Aromatique.
Acacia	Très clair.	Reste des années liquide	Aromatique.
Châtaignier	Brun foncé	Durcit très vite.	Goût fort et légèrement amer
Montagne	Foncé, presque noir.	Crémeux	Aromatique.
Tilleul	Jaune orangé	Durcit après quelques mois d'extraction.	Aromatique.
Arbousier	Vert pâle.	Cristallise rapidement	légèrement amer.

II.4. Propriétés biologiques

Le miel est non seulement un aliment mais on peut le considérer comme un médicament car il possède maintes propriétés biologiques (nutritionnelles, antibactériennes, antioxydantes et thérapeutiques). Ces propriétés sont dues essentiellement à sa composition qui est variable en fonction des plantes butinées, des conditions climatiques et environnementales **[27].**

II.4.1. Propriétés antioxydantes

Les antioxydants jouent un rôle important dans la préservation des aliments et la santé humaine, par désactivation et stabilisation des agents d'oxydations (espèces réactives oxygénées) responsables de nombreuses maladies telles que le cancer, la cataracte, le diabète, les maladies cardiovasculaires et les différents processus d'inflammation **[28].**

Le miel est utilisé comme source naturelle d'antioxydants qui sont efficaces pour la réduction des risques de ces maladies **[29]**.D'après Bertoncelj **[30],** les composés responsables de l'activité antioxydante dans le miel sont : les flavonoïdes (Chrysine, pinocembrine, pinobanksine, quercètine, Kaempférol…etc.), les acides phénoliques (caféique, coumarique, ferrulique, éllagique et chlorogénique), l'acide ascorbique, la catalase, la peroxydase et les caroténoïdes. Cependant, cette activité est variable d'un miel à un autre selon la source botanique et la présence de différents composés antioxydants **[31].**

En général, l'activité antioxydante d'un miel pourrait être la combinaison d'une large gamme d'activité des composés suivants :

- Phénols, peptides, acides organiques, enzymes, produits de la réaction de Maillard et autres composés mineurs [**32].**
- Ainsi, les composés phénoliques sont des piégeurs efficaces des radicaux pyroxyles à cause de leur structure contenant un anneau aromatique et un groupe hydroxyle possédant un hydrogène mobile. L'action des composés phénoliques est peut-être liée à leur capacité de réduire et chélater l'ion ferrique qui catalyse la peroxydation des lipides **[31].**

II.4.2. Propriétés antimicrobiennes

Les hommes ont depuis toujours utilisé le miel non seulement comme nourriture, mais aussi pour ses propriétés antiseptiques, comme médicament, comme substance servant à la conservation des fruits et des graines, et jadis dans les embaumements (Egypte, Ancien Empire). Cette utilisation repose sur l'observation de son action anti purifiante. Les notions empiriques de la valeur antiseptique du miel ont été confirmées scientifiquement ces dernières années **[33].**

L'activité antimicrobienne varie d'un miel à un autre et elle a été longuement traitée par plusieurs auteurs (Westo **[34]**; Taormina **[35]** ; Bogdanov et Blumer **[36]**).Plusieurs facteurs contribuent à l'activité antimicrobienne : la haute pression osmotique, l'oxydation enzymatique du glucose, la faible activité de l'eau et l'acidité **[37,35]**.

Avec l'augmentation de la prévalence des bactéries résistantes aux antibiotiques, le miel est de plus en plus apprécié pour son activité antibactérienne. La puissante activité *in vitro* du miel contre les bactéries résistantes aux antibiotiques et les résultats prometteurs obtenus lors de l'application du miel sur des plaies, ont attiré l'attention de nombreux chercheurs qui ont tenté de caractériser les pouvoirs bactéricide et bactériostatique du miel.

On ne connaît pas encore précisément toutes les composantes antibactériennes du miel et ses vertus curatives constituent partiellement une énigme.

Une étude récente a utilisé une nouvelle approche de neutralisation successive des différents facteurs bactéricides sur un miel de qualité médical, afin de les caractériser **[37]**.

Chacun des facteurs pris isolément a été testé sur plusieurs types de bactéries résistantes aux antibiotiques : *Baccillus subtilis*, *Staphyloccocus aureus* résistant à la méthicilline, *Escherichia coli* producteur de β-lactamase, *Pseudomonas aeruginosa* résistant à la ciprofloxacine et *Enterococcus faecium* résistant à la vancomycine. Tous les tests bactériens ont été sensibles à différentes combinaisons de facteurs bactéricides, indiquant la multiplicité des mécanismes mis en jeu.

II.4.3.. Propriétés thérapeutiques

Depuis des millénaires déjà, le miel a été utilisé dans la médecine populaire dans de nombreux domaines et Aristote (env. 350 av. J.C.) le recommandait pour soulager divers maux **[38**,**36]**.

Le miel est non seulement considéré comme une substance sucrée, savoureuse, mais également comme une partie de la médecine traditionnelle. Il a été rapporté qu'il est efficace contre les désordres gastro intestinaux, la guérison des blessures et des brûlures, et

pour produire une protection gastrique contre les lésions gastriques aiguës et chroniques **[39].**

Les propriétés cicatrisantes du miel tiennent à ses caractéristiques physiques, chimiques et enzymatiques. Le miel, par sa saturation en sucres entretient une pression osmotique trop élevée pour inhiber la croissance des microbes **[40]**. Cette action est à la base du traitement des plaies par le miel. Ainsi, cette pression entraine une résorption de l'œdème péri lésionnel et un appel local de macrophages qui favoriseraient le nettoyage des plaies. Il y a en plus une augmentation secondaire des fibroblastes producteurs de collagène qui favoriserait une cicatrice de bonne qualité **[41]**.

II.4.4. Propriétés nutritionnelles

Le miel est un aliment glucidique à haute valeur énergétique (320 calories par 100 grammes de miel) assimilable par l'organisme par sa haute teneur en glucose et fructose **[42]**.

D'autre part, le miel est une source de différentes matières minérales comme le calcium, le magnésium, le soufre et le phosphore qui sont utiles au métabolisme. Différentes études ont révélé l'action bénéfique des sucres des miels, favorisant l'assimilation et la fixation par l'organisme des sels minéraux et notamment du calcium **[43]**.

De part sa richesse en éléments biologiques, le miel intensifie les capacités du système immunitaire. Le miel contribue aussi à l'élévation du taux d'hémoglobine dans le sang. Ainsi, le miel peut être introduit dans certains régimes alimentaires. Par conséquent, il est adapté aux personnes âgées, les sportifs et les enfants. Mais il n'est pas un aliment complet car il est pauvre en protides, lipides et vitamines **[18]**.

III.1. Introduction

Ce travail, réalisé au niveau du laboratoire d'hygiène d'eau de la direction de la santé publique (DSP), wilaya de Médéa et du Hall technologique de l'université « Yahia Farès » de Médéa, a pour objectif l'évaluation des caractéristiques de sept variétés du miel. Pour ce faire, nous avons réalisés les points :

- Caractérisations physicochimiques des miels collectés : densité, teneur en sure, teneur en eau, cendres……
- Evaluation de l'activité microbiologique des miels étudiés en utilisant la technique de diffusion sur gélose.

III.2. Matériels et produits

III.2.1. Matériels biologiques

III.2.1.1. Présentation des échantillons des miels étudiés

Nous avons travaillés sur7échantillons de miel récoltés en 2014 provenant de différentes régions des wilayas de Bouira, Alger, Blida, Tizi ouazou**…….**Pour faciliterle travail, les échantillons sont numérotés et codés par des abréviations : M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 (Fig. III.1) comme indiqué dans le tableau III.1.

Tableau III.1 : Identifications des miels étudiés

N° de l'échantillon	Date de récolte	Lieu de récolte (la zone)	Origine florale présumée
M1	07 /2014	Bouira : sadrania, frontière Médéa-Bouira	Jujubier
M2	07 /2014	Bouira	Eucalyptus
M3	07 /2014	Magraoua : frontière Medéa –Bouira	Toutes fleurs (chêne, caroubier, thym)
M4	09/2014	Jujubier(laghouat)+Agrumes ;oranges(Blida)+Romarin(Bouira)+dryas(elbayad)+Euplorbe(elbayad)+Thym(elbayad)	Toutes fleurs (oranges,jujubier,romarin,dryas,euplorbe, thym)
M5	04/2014	Alger	Agrumes
M6	09/2014	Blida (hammam malouan)	Thym,carottesauvage,autre plantes
M7	05/2014	Tizi ouazou(périphériede l'akfati)	Lavande



Figure III.1.les échantillons des miels étudiés

III.2.1.2.Souches bactériennes

Le travail a été effectué sur 3 souches d'origine clinique obtenues à partir de différents prélèvements testés au niveau du service de bactériologie de laboratoire d'analyses médicales de l'hôpital Mouhamed Boudiaf (Médéa). Les souches ont été isolées sur différents milieux de culture sélectifs (voir tableau III.2), identifiées par la galerie biochimique**[71]** et conservées dans des milieux de conservations avant de procéder aux différents tests.

Tableau III.2. Présentation des souches bactériennes

La souche	Milieu de culture
Esherichia coli	Muller-Hinton
Staphylococcus Aureus	Chapman
Pseudomonas aeruginosa	Hektoen

- ***Escherichia coli***

Escherichia coli est l'espèce type du genre *Escherichia* des entérobactéries. Appelée communément "colibacille" c-à-d "bacille à côlon", cette espèce qui a fait l'objet d'un très grand nombre d'études constitue le modèle des bacilles à Gram- aérobies (Figure III.2).

Cette bactérie est connue depuis longtemps comme commensale du tube digestif (présente à raison de 10^7 à 10^9 corps bactériens/g de selle des anaérobies) et pathogène pour l'appareil urinaire et qui se transmet par voie fécale. Certaines souches d '*E.Coli*sont capables de causer des dommages au niveau de la muqueuse Digestive se traduisant par un syndrome infectieux **[44].**

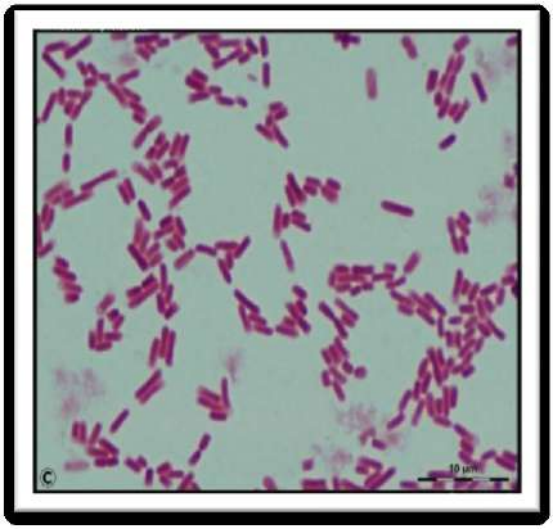


Figure III.2.*E.Coli* en forme de bacille, observées au microscope

- ***Staphylococcus aureus***

Staphylococcus aureus est une coccobactérie Gram positif (Figure III.3), est un pathogène opportuniste qui peut causer diverses maladies chez les humains, allant des affections qui évoluent spontanément vers la guérison à des pathologies mortelles.

Cette bactérie est une des principales causes de toxi-infections alimentaires, résultant de la consommation d'aliments contaminés par des entérotoxines. L'intoxication alimentaire par les staphylocoques se caractérise par une apparition brutale de nausées, de vomissements, de douleurs abdominales, de crampes et de diarrhée.

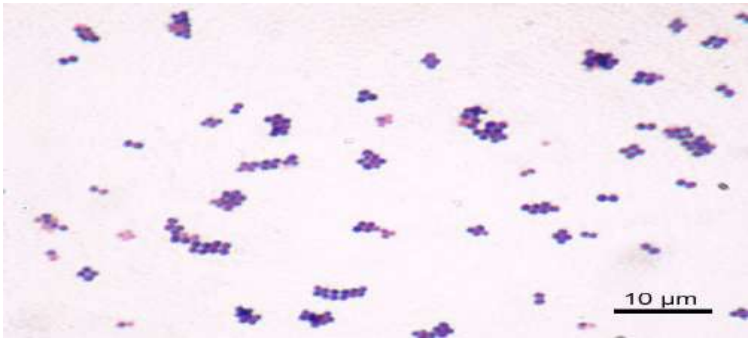


Figure III.3. Photo au microscope de bactéries type *Staphylococcus*

(ATCC25923).

- ***Pseudomonas aeruginosa***

Les souches de cette espèce sont constituées de bacilles de 0,5 à 0,8 µm de diamètre sur 1,5 à 3,0 µm de longueur à Gram- , mobiles , aérobies stricts , se présentant de manière isolée ou groupée par deux ou en courtes chaînes, mobiles grâce à une ciliature monotriche (quelques rares cellules portent cependant plusieurs flagelles polaires) (Figure III.4), *P.aeruginosa* constitue une cause majeure d'infections nosocomiales diverses chez des personnes fragilisées ou immunodéprimées comme les grands brûlés, les personnes âgées ou les nouveau-nés ainsi que les cancéreux **[45].**

Le pathogène opportuniste qu'est *P. aeruginosa* peut engendrer des infections urinaires, oculaires ou pulmonaires et infecter des plaies profondes en entraînant un choc septique. En fait, *P. aeruginosa*re présente l'une des trois plus grandes causes d'infections opportunistes chez l'homme **[44].**



Figure III.4. *Pseudomonas aeruginosa*

III.2.2.Les produits

Les produits utilisés lors de la réalisation de ce présent travail sont

- Solutions étalons de pH(s) connus pour l'étalonnage de pH-mètre,
- Gélose Muller-Hinton,
- Chloride d'aluminium,
- Méthanol,
- Réactif de Folin Ciocalteu,
- Solution de CO_3Na_2 à 4,25%,
- Acide gallique,
- Glycérine gélatine,
- NaOH 0,1N,
- Acétate de zinc,

- Acide acétique
- Ferrocyanure de potassium,
- Sulfate de Cuivre $CuSO_4$ (40g/l),
- Tartrate double de Sodium et de Potassium,
- Liqueur de Fehling,
- Eau physiologique stérile,
- Eau distillée,
- Désinfectants (eau de javel, alcool…).

III.2.3.Petit matériel et verrerie

III.2.3.1.Verrerie

Béchers, Burettes, Eprouvettes, Erlenmeyers, Mortier, Spatules, Pipettes graduées, Tubes à essai en verre, barreau magnétique, fioles (100ml).

III.2.3.2.Matériels microbiologiques

Lames et lamelles, Pipettes pasteurs, Anse de platine, Bec Bunsen, Micropipettes à volumes réglables, Boites de pétrie en plastiques, Disque en papier filtres stériles, Papiers filtres, Thermomètre, Règle, Marqueur.

III.2.4. Grand matériel

- Balance analytique (Type sartorius),
- pH-mètres (Type : HANNA instrument),
- Réfractomètre (Type : exacta + optech),
- Etuve (Type : Memmert),
- Bains marie (Type GFL 1083),
- Agitateur (type Heidolph MR Hei-standard),
- Conductimètre (Type HANNA instruments),
- Spectrophotomètre UV-VIS (type SHIMADZU),
- Four à muffles(type Nabertherm),

III.3.Méthodes

Les différents miels colletés ont été soumis à des analyses physicochimiques et des tests microbiologiques appropriés.

III.3.1. Analyses physicochimiques

III.3.1.1.Détermination de la densité

a. **Principe :** La densité d'un liquide est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique de l'eau, elle est obtenue en calculant le quotient de la masse volumique d'un miel et de la même masse volumique d'eau distillée.

b. **Mode opératoire :** 1ml de miel (à 40°C) est pesé à l'aide d'une balance analytique, la masse volumique et la densité sont ensuite calculées.

c. **Mode de calcul :** la densité (sans unité) est calculée par la formule suivante :

$$d_{miel} = \frac{\rho_{miel}}{\rho_{eau}} \qquad \textbf{(III.1)}$$

Où :

- d: la densité,
- ρ miel : la masse volumique du miel en g/cm^3: ρ miel = m miel / V miel
- ρ eau : la masse volumique de l'eau en g/cm^3: ρ eau = m eau / V eau
- m: la masse en g,
- V : le volume en cm^3

III.3.1.2. Détermination du pH

a. **principe :** Le pH ou «potentiel Hydrogène», encore appelé indice de «Sorensen». C'est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu, il représente la concentration des ions H^+ d'une solution. Il se situe entre 3,5 et 4,5 pour les miels de nectars et entre 4,5 et 5,5 pour les miels de miellats **[19].**

b. **Mode opératoire:** Le pH d'un miel est mesuré en solution dans l'eau à 10 % à l'aide d'un pH-mètre (voir figure III.5).L'échantillon est remué par un agitateur magnétique, le pH est noté par des électrodes déposées dans l'échantillon **[19]**.



Figure III.5.pH mètre utilisé

III.3.1.3. Acidité libre

a. **Principe :** L'acidité libre du miel est le contenu de tous les acides libres, elle est déterminée par la méthode titrimétrique **[46].**
b. **Mode opératoire:** L'échantillon du miel (solution 10%) est titré avec une solution d´hydroxyde de sodium (0,1 N), en présence de 2 ou 3 gouttes de phénolphtaléine. Le virage final de la coloration doit persister pendant 10 secondes.
c. **Mode de calcul :** L'acidité est exprimée en milliéquivalent/Kg du miel, et elle est égale au volume (ml) de NaOH (0,1 M) x 10 **[46, 47]**.

III.3.1.4. Conductivité électrique

a. **Principe :** La mesure de la conductivité électrique d'un produit permet de mesurer la capacité de celui-ci à transmettre un flux électrique ou conductance. Les miels foncés sont les plus riches en matières minérales ionisables, donc sont de bons conducteurs de courant **[18]**. Les sels sont apportés par le pollen, par le nectar des fleurs ou par les miellats **[48]**.
b. **Mode opératoire :** La conductivité du miel en solution à 10 % est déterminée par un conductimètre à 20°C. La lecture est faite directement après l'immersion de la cellule dans la solution comme le montre la figure (III.6) Les résultats sont exprimés en millisiemens/cm.



Figure III.6: Mesure de conductivité

III.3.1.5. Détermination de la teneur en cendre

a. **Principe :** La teneur en cendres est un critère de qualité qui dépend de l'origine botanique du miel **[17]**. D'une manière générale, les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés. Le miel est incinéré à une température ne dépassant pas 600°C et le résidu pesé et exprimée en pourcentage.

b. **Mode opératoire :** L'échantillon du miel est chauffé à 50 °C dans un bain marie (lorsqu'il contient des cristaux), 1 g (m_1) sont déposés dans une capsule de platine préalablement lavé et séché, le poids calculé est (mt). Les échantillons sont incinérés dans un four à moufle à 600°C pendant 3 heures, suivi par l'opération de refroidissement, (mf) est le résidu obtenu (voir figure III.7).

c. **Calcul :** La teneur en cendre (%) est calculée selon la formule suivante:

$$\text{Cendre (\%)} = \frac{m_t - m_f}{m_t} \times 100 \quad \textbf{(III.2)}$$



Figure III.7: Détermination de la teneur en cendre

III.3.1.6. Détermination de l'indice de réfraction

a. **Principe :** L'indice de réfraction est une propriété optique qui caractérise toute substance transparente. L'indice de réfraction du miel est d'autant plus élevé que sa teneur en eau est plus basse **[18]**. Il varie de façon presque linéaire avec la teneur en eau, de telle sorte qu'il est possible de connaitre très rapidement cette teneur en mesurant l'indice de réfraction **[19]**.

b. **Mode opératoire :** Dans cette expérience l'échantillon du miel est placé dans un flacon fermé après homogénéisation, le flacon est placé dans un bain marie à 50 °C jusqu'à ce que les cristaux des sucres sont dissous. Le réfractomètre (figure III.8) est étalonné avec de l'eau distillé (1,3330) à 20 °C et il faut assurer la propreté du prisme du réfractomètre, la surface de ce dernier est couvert par une goutte du miel, l'indice est affiché après 2 minutes. Les mesures sont prises 2 fois et prendre la moyenne **[46]**.



Figure III.8.Réfractomètre utilisé

III.3.1.7.Détermination de la teneur en eau

a. **Principe :** C'est un paramètre de qualité car la teneur en eau conditionne la cristallisation et la fermentation du miel. En effet, le risque de fermentation est d'autant plus élevé quand la teneur en eau est grande. D'un côté, un miel trop liquide (humidité > 18 %) risque de poser des problèmes de fermentation et de l'autre côté, un miel trop sec (humidité ≤ 15%) sera trop visqueux et ralentira l'étape de diffusion des molécules de sucres et la cristallisation.

b. **Calcul :** La relation entre la teneur en eau et l'indice de réfraction est donnée dans le tableau III.3.

Tableau III.3.Relation entre la teneur en eau et l'indice de réfraction du miel **[46]**

W (g /100g)	R.I (20°C)	W (g /100g)	R.I (20°C)	W (g /100g)	R.I (20°C)
13.0	1.5044	17.2	1.4935	21.4	1.4830
13.2	1.5038	17.4	1.4930	21.6	1.4825
13.4	1.5033	17.6	1.4925	21.8	1.4820
13.6	1.5028	17.8	1.4920	22.0	1.4815
13.8	1.5023	18.0	1.4915	22.2	1.4810
14.0	1.5018	18.2	1.4910	22.4	1.4805
14.2	1.5012	18.4	1.4905	22.6	1.4800
14.4	1.5007	18.6	1.4900	22.8	1.4795
14.6	1.5002	18.8	1.4895	23.0	1.4790
14.8	1.4997	19.0	1.4890	23.2	1.4785
15.0	1.4992	19.2	1.4885	23.4	1.4780
15.2	1.4987	19.4	1.4880	23.6	1.4775
15.4	1.4982	19.6	1.4875	23.8	1.4770
15.6	1.4976	19.8	1.4870	24.0	1.4765
15.8	1.4971	20.0	1.4865	24.2	1.4760
16.0	1.4966	20.2	1.4860	24.4	1.4755
16.2	1.4961	20.4	1.4855	24.6	1.4750
16.4	1.4956	20.6	1.4850	24.8	1.4745
16.6	1.4951	20.8	1.4845	25.0	1.4740
16.8	1.4946	21.0	1.4840		
17.0	1.4940	21.2	1.4835		

III.3.1.8. Dosage des flavonoïdes totaux

a. **Principe :** La teneur de flavonoïdes est déterminée selon Djeridane **[50]**. Cette méthode est basée sur la formation du complexe flavonoïde-alumium avec un maximum d'absorption à 430 nm. La quercétine est utilisée pour la courbe d'étalonnage (**Annexe I)**.

b. **Mode opératoire :** 1 ml du miel (0,1-0,4 g/ml) dilué dans l'eau distillée est mélangé avec 1 ml de chloride d'aluminium (2%) dilué dans le méthanol. L'échantillon est incubé pendant 15minutes à une température ambiante. L'absorbance est mesuré à 430 nm avec un spectrophotomètre UV-VIS.

c. **Calcul:** La gamme d'étalonnage de quercétine permet de déterminer la quantité des flavonoïdes totaux, les résultats sont exprimés en mg d'équivalent quercétine/ g du miel **[51]**.

III.3.2. Détermination de l'activité antimicrobienne des miels

La détermination de l'activité antibactérienne des miels a été effectuée en utilisant la méthode de diffusion sur gélose. Cette dernière est méthode qualitative permettant de tester l'existence de l'activité antimicrobienne, qui se traduit par la formation d'une zone d'inhibition autour du disque contenant la substance à tester. Pour ce faire trois souches bactériennes ont été sélectionnées:

- *Escherichia coli*
- *Staphylococcus aureus*
- *Psedomonas aeruginosa*

III.3.2.1. Mode opératoire

a. Préparation de la suspension

- ✓ A partir d'une culture pure de 18 heure sur milieu d'isolement, racler à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques.
- ✓ Décharger l'anse dans 5 à 10 ml d'eau physiologique stérile à 0,9%.
- ✓ Bien homogénéiser la suspension bactérienne, son opacité doit être équivalente à 0,5 Mc Farland ou à une DO de 0,08 à 0,10 lue à 625 nm.
- ✓ L'inoculum peut être ajusté en ajoutant, soit de la culture s'il est trop faible, ou bien de l'eau physiologique stérile s'il est trop fort.
- ✓ L'ensemencement doit se faire dans les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum.

b. Préparation des dilutions des miels

Pour entamer l'étude de l'effet antimicrobien du miel, nous avons préparé plusieurs dilutions pour chaque variété de miel. Les dilutions sont : 25 %, 50 %, 75 % et 100%.

c. Préparation du milieu de culture

- ✓ Gélose Muller Hinton (MH), coulée en boites de Pétri sur une épaisseur de 4 mm (Figure III.7).

- ✓ Les géloses sont séchées avant l'emploi.



Figure III.09.Boites pétri coulée par la gélose Muller Hinton

d. Ensemencement

Ensemencer une boite de pétri stérile coulée précédemment par le milieu Muller-Hinton en utilisant un écouvillon trompé dans la suspension de la souche à tester, de façon à couvrir toute la surface.

d. Application des disques

- ✓ À l'aide d'une pince stérile, placer les disques en papier de 9mm de diamètre sur chaque milieu précédemment ensemencé en nappe (Figure III.8),
- ✓ À l'aide d'une micropipette munie d'un embout stérile, déposer 50µl d'une dilution de miel sur un disque. Chaque disque porte une dilution.



Figure III.10. Applications des disques

e. Incubation

Les boites sont incubées 18h à 24h à 37°C.

f. Lecture

Elle consiste à mesurer avec précision les diamètres des zones d'inhibition en millimètre à l'aide d'une règle à l'extérieur de la boite Pétri.

Chapitre IV

Résultats et Discussions

Chapitre IV résultats et discussions

IV.1. Caractéristiques physico-chimiques

Le miel contient un très grand nombre de substances, mais il existe entre les miels des variations de composition relativement importantes qui sont liées à leurs origines florales et géographiques.

Les principaux paramètres de miel sont la coloration, l'humidité, la teneur en matières insolubles dans l'eau, la conductivité électrique, le pH et l'acidité……

Dans cette étude, nous avons sélectionné certains paramètres qui nous permettrons d'apprécier la qualité des miels étudiés, ces paramètres sont :

- ✓ La densité ;
- ✓ La teneur en eau ;
- ✓ L'acidité ;
- ✓ Le pH ;
- ✓ La conductivité électrique ;
- ✓ Le taux de cendres ;
- ✓ Les sucres.

IV.1.1. Densité

Les densités des différents miels utilisés dans notre étude sont données dans le tableau IV.1.

Tableau IV. 1: Valeurs de la densité des échantillons de miel

Echantillons	m(g)	v (ml)	ρ (g/ml)	d
Eau distillée	0.995	1	0.9953	0.9953
M1	1.3930	1	1.3930	1.3995
M2	1.3752	1	1.3752	1.3816
M3	1.3626	1	1.3626	1.3690
M4	1.4106	1	1.4106	1.4172
M5	1.3597	1	1.3597	1.3661
M6	1.4478	1	1.4478	1.4546
M7	1.4190	1	1.4190	1.4257

La densité des 7 échantillons de miel analysés est comprise entre 1.3661 et 1.4546.

Nous pouvons donc dire que presque tous les échantillons de miel répondent aux normes. Louveaux **[19]**, indique que les variations de la densité des miels proviennent surtout des variations de la teneur en eau. Plus un miel est riche en eau et moins il est dense, c'est ainsi que l'échantillon M6 présente le miel le plus dense (d=1.4546) avec une teneur en eau de 20.6%**(voir section IV.1.5)**. En revanche, on observe que l'échantillonM5 est le moins dense avec une densité de 1.3661, ce miel présente une teneur en eau la plus élevée de **21.6%**.

IV.1.2. pH

Les resultats obtenus lors cette analyse sont regroupés dans la tableau IV.2.

Tableau IV.2. pH des miels

Le type de miel	pH
M1	5.2
M2	3.6
M3	3.8
M4	3.8
M5	4.5
M6	4.5
M7	4.7
La moyenne	4.3

Les valeurs du pH obtenues oscillent entre 3.6 et 5.2 avec une moyenne de 4.3. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par Donadieu **[22],** et Gonnet **[18]** avec des valeurs de pH variant entre 3.5 et 6 justifiant ainsi le caractère acide de leurs miels étudiés.

Comparativement à la Norme decrite par Bogdanov **[25]**, nous pouvons conclure que les sept variétés des miels étudiés ont un caractère acide et que le miel M2 est le plus acide avec un pH=3.6.Le pH acide du miel est un facteur antibactérien pour les bactéries qui ne tolèrent pas des pH acides, donc le miel d'eucalyptus pourrait avoir une activité antibactérienne plus prononcée que celle des autres miels.

De plus, le pH d'un miel est en relation avec la quantité d'acides ionisables qu'ils renferment (ions H^+), ainsi de sa composition minérale .Gonnet **[52],** ajoute que le pH est une mesure qui permet la détermination de l'origine florale du miel. Ainsi les miels issus de nectar ont un pH faible compris entre 3.5 et 4.5, tandis que ceux provenant des miellats ont un pH un peu plus élevé (5 à 5.5).

Nous remarquons que seul l'échantillon M1 possède un pH de 5.2 donc, ce miel pourrait être d'origine de miellat. Alors que les autres échantillons (M2, M3, M4, M5, M6 et M7) pourraient être d'origine de nectar.

IV.1.3. Acidité libre

L'acidité libre, exprimée en milliéquivalent par kg de miel, de chaque échantillon est récapitulée sur la figure IV.1.

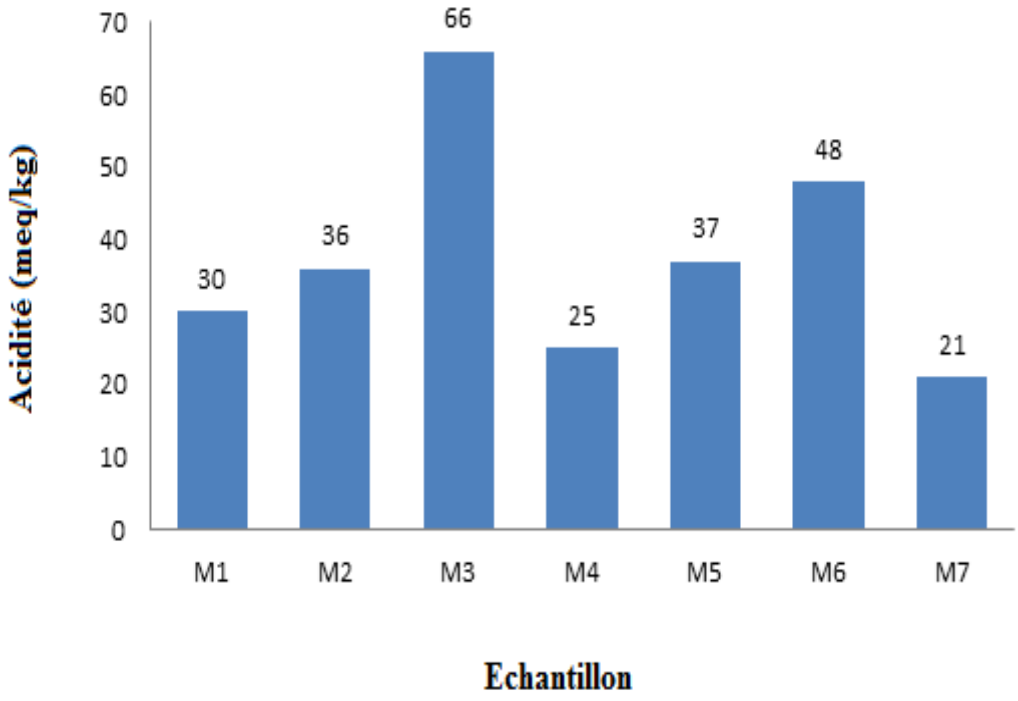


Figure IV.1. Acidité libre des miels

Les taux d'acidité libre varient de 21 à 66meq/kg avec une moyenne de 37,57 meq/kg (voir figure IV.1). L'ensemble des échantillons a démontré des teneurs en acidité en accord avec les critères de conformité **[53, 54]** à l'exception d'un seul échantillon (M3) présentant une acidité très élevée par rapport à la norme (50 meq/kg). Ces résultats concordent avec les données rapportées par Chouia **[55]**.

De ce fait le miel M3 est considéré comme un produit fragile pour la conservation car l'acidité forte de milieu favorise la dégradation des hexoses en HMF qui déprécie la qualité du miel comme le suggère Ajlouni et Sujirapinyokul **[56].**

D'un autre côté, si on se réfère à la classification de miels selon les valeurs des paramètres de qualité (Révision de la Norme Malagasy NM020 / 2004 sur le miel **[72],** cet échantillon (M3) est considéré comme un miel de qualité moyenne (40≤Acidité≤80) et les autres échantillons (M1, M2, M4, M5, M6 et M7) sont qualifiés de qualité supérieure.

IV.1.4 Conductivité électrique

Les valeurs de la conductivité électrique (C.E), exprimées en ms/cm, sont représentées sur la figure IV.2.

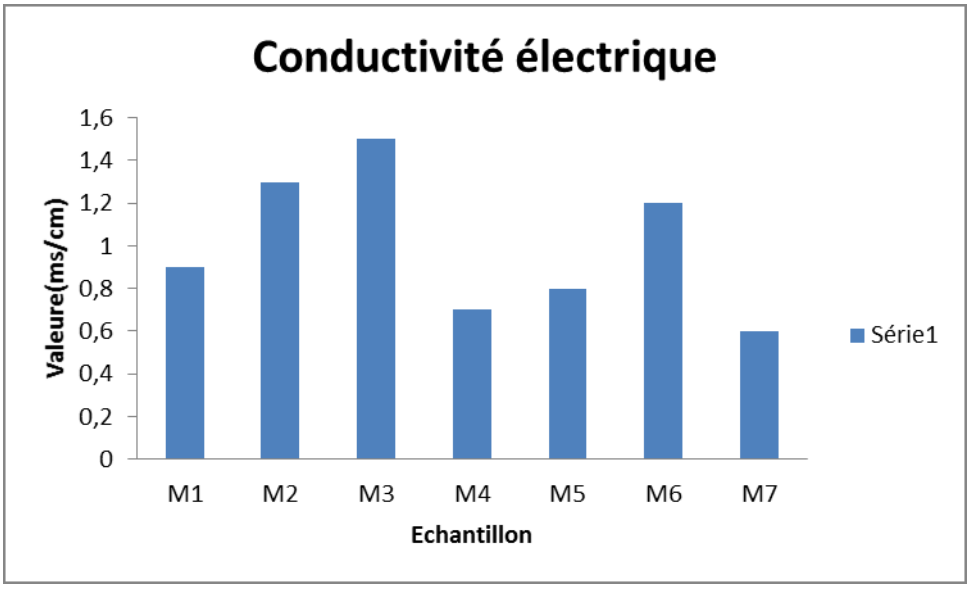


Figure IV.2. Conductivité électrique des miels

La mesure de la conductivité électrique d'un produit permet de mesurer la capacité de celui-ci à transmettre un flux électrique ou conductance. Les miels foncés sont les plus riches en matières minérales ionisables, donc sont des bons conducteurs de courant **[18]**.

La figure IV.2 montre que la conductivité électrique des miels étudiés est assez élevée avec une moyenne de 1mS/cm; 57,14% des échantillons ont des valeurs supérieures à la norme fixée de 0,8 ms/cm Codex *Alimentarius* et de l'UE **[72].**La conductivité électrique de nos miels est similaire à celle obtenue pour 151 miels algériens (0,10 à 1,61 ms/cm) **[57, 58, 59**].

D'autre part, la conductivité électrique permet de distinguer aisément des miellats des miels de fleurs, d'après Dawneyh **[57]**; les miels de miellat, possèdent une conductibilité électrique beaucoup plus élevée que les miels de fleurs. Donc les miels M1, M2, M3 et M6 pourrait être d'origine de miellat.

IV.1.5. Teneur en cendre

L'incinération du miel est donc le procédé qui permet de connaître sa teneur en constituants minéraux, cette teneur est très variable. Celle des miels clairs est plus faible que les miels foncés **[17].**

Les principaux résultats relatifs à la détermination de la teneur en cendres des miels étudiés sont présentés sur la figure IV.3.

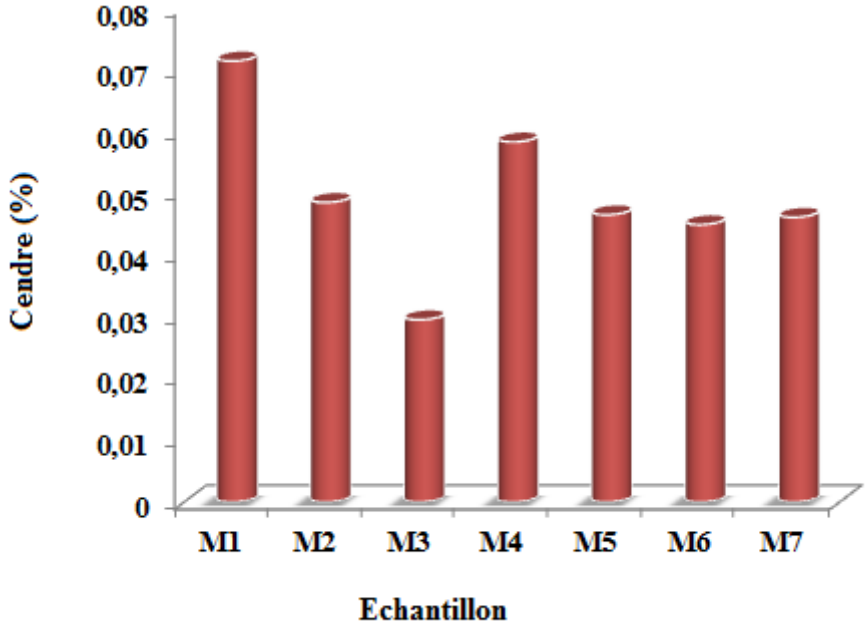


Figure IV.3. Teneur en cendre.

Les résultats obtenus, révèlent que nos échantillons sont minéralisés (0.0295 à 0.0714%) (Figure IV.3). Ces résultats se rapprochent de ceux rapportés par Alqarniet **[58]** qui trouvent des teneurs en cendre allant de 0.043 à1.723 %**.**

Les valeurs de cendres obtenues ont été dans tous les cas inférieures à 0.6% sauf pour un échantillon M1. Ceci indiquerait que tous les miels étudiés sont d'origine florale,
à l'exception de l'échantillon M1 qui peut être d'origine d'un mélange de deux origines (nectar et miellat); puisque cette valeur est supérieure à celle exigée par le Codex Alimentarius, qui établit un maximum de 0.6% pour les miels de fleurs et de 1% pour les miels de miellat **[59].**

De plus, l'échantillon M3 a une très faible teneur en cendre (0.0295%) par rapport aux autres miels, donc ce miel peut être d'origine de nectar.

Enfin, nous pouvons dire que la différence, en cendres, observée entre les sept échantillons des miles étudiés est attribué aux caractéristiques du sol et du climat de la région d'origine du miel comme le suggère Nair **[59].**

IV.1.6. Teneur en eau et indice de réfraction

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et peut renseigner sur sa stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours du stockage ; donc elle conditionne la conservation du produit. Le risque de fermentation est très faible pour les miels qui contiennent moins de 18% **[59].**

L'indice de réfraction permet de calculer une variable très importante, la teneur en eau, bien plus rapidement que pour les autres méthodes. Les indices de réfraction sont convertis selon le tableau de IHC **[46],** Les principaux résultats de cette analyse sont regroupés dans le tableau IV.3.

Les valeurs de l'indice de réfraction varient de 1.493 à 1.499. Ces résultats sont conformes aux normes fixées de 1.47 à 1.50 **[70].**

Tableau IV.3. Teneur en eau et indice de réfraction

Le miel	Indice de refraction	Teneur en eau (%)
M1	1.495	20.6
M2	1.493	21.4
M3	1.498	19.4
M4	1.499	19.0
M5	1.493	21.6
M6	1.496	20.2
M7	1.497	19.8

Les valeurs de la teneur en eau des échantillons de miel analysés oscillent entre 19,0 et 21,6%, correspondant à des indices de réfraction compris entre 1,4260 à 1,5660 (Tableau IV.4). Tous les miels étudiés présentent une teneur en eau supérieurs à 18 % qui sont le maximum permis par le Codex Alimentaire Européen. Ceci pourrait être dû à la manière de la récolte de ces miels.

L'analyse de la figure IV.4 montre que, moins de 50% des miels étudiés ont présenté une teneur en eau inférieurs à 20 % qui sont le maximum préconisé par les normes européennes

[60]. Ces résultats sont révélateurs d'un bon stockage des miels étudiés. Par contre, les échantillons M1, M2, M5 et M6 possèdent des teneurs en eau supérieures à la norme. Ces résultats peuvent être à l'origine de l'hygroscopicité des miels.

En général, nous pouvons dire que la teneur en eau du miel dépend des conditions environnementales et de la période de récolte, et elle peut varier d'une année à une autre.

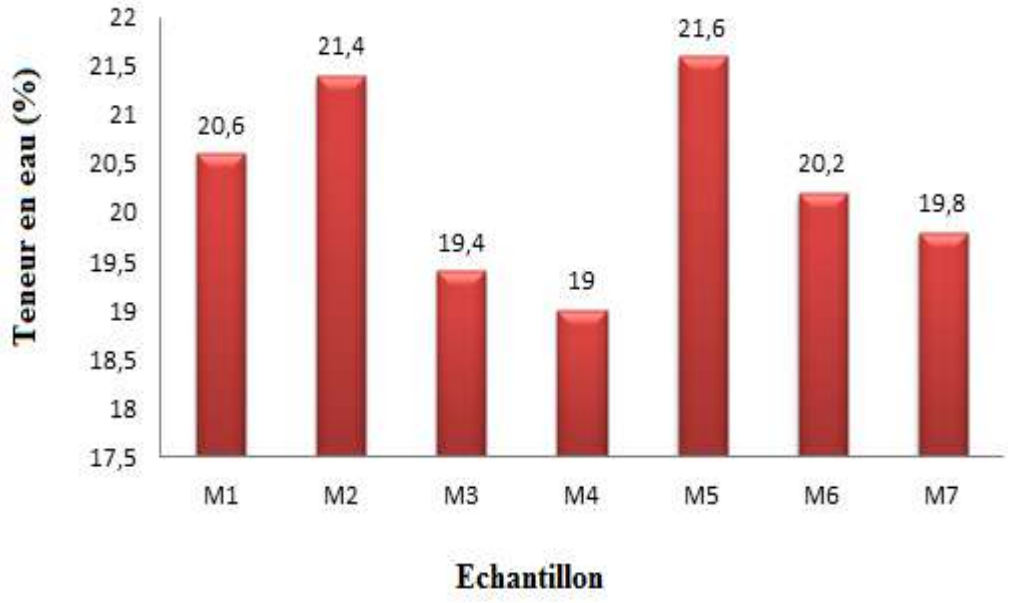


Figure IV.4. Teneur en eau des miels

La teneur en matière sèche a été calculée à partir de la teneur en eau. Les principaux résultats sont donnés dans le tableau IV.4.

Tableau IV.4. Teneur en matière sèche

Le miel	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**	**M5**	**M6**	**M7**
MS%	79.4	78.6	80.6	81	78.4	79.8	80.2

L'échantillon M4 avec la plus faible teneur en eau (19.0%) présente le plus de matières sèches (81%) par rapport aux autres miels, contrairement à l'échantillon M5 qui présente la plus forte teneur en eau (21.6 %) et de ce fait, contient la plus faible quantité en matières sèches. La teneur en matière sèche peut influencer la cristallisation des miels ; plus la teneur en matière sèche est élevée, plus la tendance de ce miel à se cristalliser est importante.

IV.1.7. Dosage des flavonoïdes

Les résultats obtenus pour le dosage des flavonoïdes totaux sont présentés dans le tableau IV.5.

TableauIV.5. Teneurs en flavonoïdes en mg d'équivalent quercétine /100g du miel

Le miel	**Concentration (g/ml)**			
	0.1	**0.2**	**0.3**	**0.4**
M1	6.4690	10.9020	13.2474	15.0515
M2	3.2989	7.7577	11.7010	14.2783
M3	6.6494	14.7422	19.7164	24.6649
M4	5.9278	10.2061	13.6597	17.9639
M5	8.8402	9.0206	9.2010	13.9175
M6	7.8608	8.1958	12.2164	12.2938
M7	3.9948	6.1340	6.9587	9.8711

L'analyse du tableau IV.5 montre tous les miels étudiés présentent des teneurs appréciables en flavonoïdes totaux allant jusqu'à 24.6649 mg EQ/100 g. De plus, le miel M3 possède la teneur la plus élevée en flavonoïdes totaux avec une valeur de l'ordre de 24,6649 mg EQ/100g enregistrée avec une concentration de 0,4 g/ml en miel.

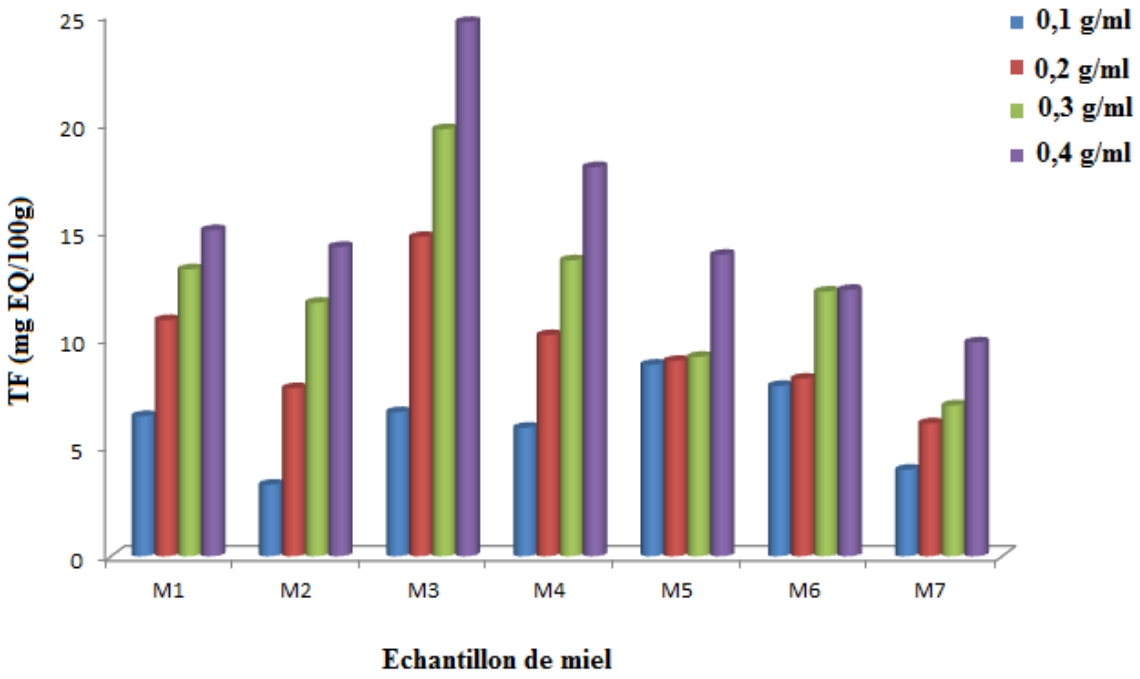


Figure IV.5. Teneurs en flavonoïdes totaux des sept miels

La figure IV.5 montre clairement que la teneur en flavonoïdes totaux augmente de façon significative avec la concentration du miel où nous enregistrons une différence maximale de l'ordre de 18 mg EQ/100g entre la concentration de 0,1 g/ml et 0,4 g/ml pour le M3. De plus, la valeur moyenne de la teneur en flavonoïdes totaux des miels étudiés est de 5.578 (mg EQ/100g) pour une concentration du miel de 0,1 g/ml, de 9.565 (mg EQ/100g) pour 0,2 g/ml, de 12.386 (mg EQ/100g) pour 0.3g/ml et de 15.434 (mg EQ/100g) pour 0.4g/ml. Ces résultats sont similaires à ceux obtenue par Chouia en 2013. Elle détermine les valeurs initiales de la teneur en flavonoïdes totaux du miel d'Ain Zaâtout, qui varient de 14,97 mg QE/100 g pour une concentration de 0.2g/ml à 24,39 mg QE/100 g pour une concentration de 0.4 g/ml [**55**].

IV.2. Détermination de l'activité antimicrobienne des miels

IV.2.1. Identification des souches bactériennes

IV.2.1.1. Etude macroscopique

Les observations des colonies sur leurs milieux sélectifs sont représentées sur le Tableau IV.6

Tableau IV.6 : Caractères macroscopiques des bactéries utilisées.

Souches	Photos	Forme	Opacité	Aspect de surface
E.coli sur milieu MH		Circulaire à Bord régulièr	Opaque	Lisse
Staphylococcus aureus sur Chapman		Circulaire à Bord régulièr	Opaque	Lisse
Pseudomonas aeruginosa sur Hektoen		Bacille	Opaque	Lisse

IV.2.1.2. Etude microscopique

Les résultats de l'étude microscopique sont décrits ci-après:

a. Observation à l'état frais

***E coli* :** Bacilles aux extrémités arrondies (coccobacilles), regroupés deux par deux (diplo-bacilles) et parfois en amas et elles sont mobiles.

***S aureus*:** Cocci, ils appariassent le plus souvent en amas dit « grappes de raisin » et ils sont immobiles.

Pseudomonas aeruginosa: Les bacilles sont fins, droits et très mobiles grâce à un flagelle polaire : ciliature monotriche, dépourvus de spores et de capsules. Ils apparaissent la plupart du temps isolés ou en diplobacilles.

b. Observation après une double coloration (Coloration de Gram)

En ce qui concerne *E.coli*, nous avons remarqué une coloration rose, ce qui indique qu'elle est une bactérie à Gram négative. Par contre, dans le cas *S.aureus* et *Psudomonas aerugenisa* sont des bactéries à Gram positif car la couleur développée était violette.

IV.2.2. Activité antibactérienne

L'objectif de cette partie est d'étudier l'effet antibactérien des différents types de miels vis-à-vis trois souches bactériennes. Les résultats des antibiogrammes obtenus sont décrits, ci-après, pour chaque type de miel et en variant la concentration du miel. D'après **Ahmed [73]**, une bactérie est considérée sensible si le diamètre de la zone d'inhibition est supérieur à 8 mm. Cette sensibilité augmente avec l'augmentation du diamètre de la zone d'inhibition.

IV.2.2.1. Activité antibactérienne des miels

A titre indicatif, les résultats de l'activité antibactérienne du miel M1 sont représentés dans la **Figure IV.6** On remarque l'absence de la croissance bactérienne autour des disques imbibés de miel. Cette inhibition de croissance est due à la diffusion du miel dans le milieu de culture. Les mêmes résultats ont été trouvés avec tous les types de miel.



Figure IV6. Inhibition de la croissance bactérienne par le miel M1 à différents pourcentages, de gauche à droite *P.aeruginosa* (100%,75%**),** *P.aeruginosa* (50%, 25%), *E.coli* (100%,75%), *E.coli* (50%,25%)

Les diamètres des zones d'inhibition des trois souches utilisées pour les solutions à des teneurs de miel de 100%, 75%, 50% et 25% sont présentés dans le **Tableau IV.7** et en annexe sous forme d'histogrammes.

Tableau IV.7: Diamètre d'inhibition (mm) des trois souches par les miels.

	Souche	***E.coli***	***P.aeruginosa***	**S.aureus**
Type de miel	**Teneur en miel (%)**	**Diamètre d'inhibition (mm)**		
M1	100	40	41	16
	75	23	19	14
	50	15	12	13
	25	13	13	13
M2	100	55	15	20
	75	34	15	14
	50	15	14	12
	25	13	13	12
M3	100	34	15	24
	75	16	15	14
	50	12	12	12
	25	12	12	12
M4	100	-	35	35
	75	16	22	15
	50	13	13	15
	25	-	12	12
M5	100	24	37	43
	75	12	17	38
	50	15	14	13
	25	12	13	13
M6	100	30	33	12
	75	13	19	13
	50	12	15	12
	25	12	15	12
M7	100	13	-	30
	75	12	24	12
	50	21	27	15
	25	12	16	13

L'analyse de ces résultats nous a permis de tirer les remarques suivantes :

- une sensibilité très élevée des différentes souches vis-à-vis les miels purs a été observée. Cette sensibilité diminue en fonction de la dilution des miels.
- les différents types de miels étudiés ont un large spectre d'action (Gram- et Gram+)
- M1 a un effet inhibiteur plus élevé sur *E.coli* et *P.aeruginosa* (44 et 41 mm respectivement) que sur *S. aureus* (16 mm).
- M2 et M3 donne un effet inhibiteur moyennement élevé vis-à-vis *P.aeruginosa* par comparaison avec les deux autres souches
- M4, M5 et M7 ont un effet inhibiteur notoire sur *S. aureus* (35, 43 et 30 mm respectivement) par comparaison avec les autres miels. Tandis que M6 présente un effet inhibiteur moyen vis-à-vis *S. aureus* (13 mm).
- L'inhibition de la croissance bactérienne est variable d'un germe a un autre pour le miel analysé.
- Plus l'origine florale du miel est variée, et plus son effet antibactérien vis-à-vis des trois souches étudiées est plus élevé.
- Enfin, les trois souches étudiées sont peu sensibles aux solutions diluées avec une teneur de 25 % de miel.

Conclusion

L'analyse des paramètres physico-chimiques est un bon critère de qualité du miel, souvent utilisé dans la routine de contrôle, Elles dépendent de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche, les facteurs climatiques, l'origine botanique et l'espèce d'abeille.

L'objectif de ce travail a été basé sur la détermination des caractéristiques physico-chimiques et l'activité antimicrobienne de sept variétés de miel du nord Algérien. Pour ce faire, plusieurs tests ont été réalisés tel que la teneur en eau, la teneur en cendre, le pH, l'acidité libre, conductivité, activité antibactérienne. . .

La teneur en eau est au maximum de 21.6 %, une valeur acceptable pour la conservation du miel. La teneur en cendre varie entre 0.0295 % et 0.0714 % et une conductivité électrique de l'ordre de 1.5 (mS/cm).

Les différents types de miel ont un caractère acide avec une valeur moyenne de pH de 4.3 et une acidité libre moyenne de 37,57 meq/kg. Ces valeurs sont en accord avec les critères de conformité.

La teneur des flavonoïdes est de 14,7422 (mg EQ/100 g) et 24.6649 (mg EQ/100 g) respectivement à 0,2 et 0,4 (g/ml) du miel.

L'évaluation de l'effet antibactérien a été effectuée par la technique de diffusion sur gélose. Les résultats ont montré que les différents miels analysés ont une activité inhibitrice vis-à-vis des trois souches microbiennes à caractère pathogène étudiées (*Staphylococcus aureus, Escherichia coli et pseudomonas aeruginosa).*

Suite à ces résultats, nous pouvons conclure que les différentes variétés de miel étudiées répondent aux normes décrites par le Codex Alimentarius **[3]** et Union Européen.

Références bibliographiques

[1] Bogdanov S., Vit P.et Kilchenmannv (1996): Sugar profiles and conductivity of stingless bee honys from Venezuela, Apidologie, 27,445-450.

[2] Canini A., de Santis L., Leonardi D., DI Giustino P., Abbale F., Damesse E. et Cozzani R(2005) : Qualificazione dei mielie e piante nettarifere del Camerun Occidentale. La Rivista di Scienza dell'Alimentazione, anno 34 n, 4.

[3] Codex Alimentaire : codex norme pour le miel (*codex stan 12-1981).*

[4] Sanz M.L., de Lorenzo C., Sanz J., Martinez-Castro I. (2005) : A contribution to the différentiation between néctar honey and honey dew honey.Food Chemistry 91(2005) 313-317.

[5] Clémence Hoyet (2005) ; Le miel :de la source a la thérapeutique ,le diplôme d'état de docteure en pharmacie, université Henri poincaré.

[6] Nair Samira (2006) : Biodiversité végétale et qualité du miel dans la région nord ouest Algerienne, Mémoire de magister d'ecologie.

[7] Bendahou H, Hasnat N(2005) : Contribution à l'étude de l'influence de durée de conservation sur la qualité du miel dans la wilaya de Mascara ; Mémoire d'ingéniorat en sciences alimentaires, centre universitaire de Mascara. 22-28 p.

[8] Bogdanov (1995) :Miel : définition et directive pour l'analyse et l'appréciation centre suisse de recherche apicoles. Libefeld .ch-3003 Berne.

[9] Guerzou (2002) : Etude comparative entre quelques miels locaux et autres importes. Ingénieur d'état en Agronomie. Université Ziane Achour de Djelfa-Algérie. Mémoire online.

[10] RabeharifarA Zoelinoro Patricia (2011) : caracterisation alimentaire des miels malgaches en vue d'une authentification : cas des miels d'eucalyptus. diplome d'etudes approfondies de biochimie. Universite d'antananarivo.

[11] Alvarez L.M (2010): Honey Proteins and their Interaction with Polyphenols. Submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science, Univ. Brock, 93 p.

[12] Gonnet M. and Vache G(1985): Le goût du miel. Edit, U.N.A.F, Paris, 146 p.

[13] Emmanuelle H., Julie C. et Laurent G (1996) : Les Constituants Chimiques du Miel. Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicole

[14] Anchling F(2009) :Raconte-moi le miel. L'abeille de France. APISERVICES, Galerie Apicole Virtuelle.

[15] Blanc M (2010): Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 142 p.

[16] Jean-Prost. P, (1987): *L'apiculture. Connaître l'abeille* .conduire le rucher. 6éme édition Lavoisier.597p.

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

[18] Gonnet. M, (1982) : *Le miel ; composition, propriétés, conservation.* INRA station expérimentale d'apiculture. Pp : 1-18.

[19] Louveaux. J, (1985) : *Les abeilles et leur élevage*. **E**dition Opida. Pp : 165-181.

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

[21] White .J . (1962) : cite par Lauveaux J : composition , propriétés et technologie du miel intraité de la biologie de l'abeille. Tome 3 les produit de la ruche.

[22] Donadieu. Y, (1982): *Pollen : thérapeutique naturelles*. 5éme Ed Maloine S.A Paris. 31p.

[23] Lobreau-Callen D., Clement M.-C., Marmion V(2000) : Les miels *Techniques de l'ingénieur, traité Agroalimentaire*, , n° F 7000, p. 1-20.

[24] Bogdanov. S, Bieri. K, Gremaud. G, (2004) : *Produits apicoles, Pollen,* Agroscope Liebefeld-Posieux, Station fédérale de recherches en production animale et laitière (ALP), Centre de recherches apicoles, Liebefeld-Berne, 6p.

[25] Bogdanov. S, Ruoff. K, Oddo PL, (2004) : *Physicochemical methods for the characterisation of unifloral honeys.* Apidologie 35. 17p.

[26] Djerd. A, (2008) : *Contrôle de qualité des miels de la région de Djelfa, comparaison avec des miels nationaux et des miels importés.* Thèse d'Ingéniorat en biologie, Université de Djelfa.

[27] Lobreau-Callen ET Clement (2000) : Les miels. Techniques de l'ingénieur, traité Agroalimentaire,, n° F 7000, p. 1-20.

[28] Ames N.B.,Shigenaga M.K. and Hagen T.M (1993) : Oxidants, and the degenerative diseases of aging.Proceedings of the National Academy of Sciences, 90 :7915-7922.

[29] Meda A, Charles Euloge Lamien, Marco Romito, Jeanne Millogo, Odile Germaine Nacoulma (2005): Determination of the total phenolic, Flavonoide and proline contents in Burkina Fasan hony, as well as radical scavenging activity. Food Chemistry .91 :571-577.

[30] Bertoncelj J., Dobersek U., Jamnik M. and Golob T. (2007). EVALUATION OF Bhuigan, M.M. Hosain, MN. Bariand M.R. Khanam (2002) : Identification of Bee Plants and Analysis of Honey Collected from Different Plant Sources Pakistan Journal of Biological sciences.

[31] Al-mamary M., Al-habori M. (2002) : Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. Nutrition Research 22, 1041-1047.

[32] Gheldof N. and **Engesth N.J (2002) :** Antioxidant Capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance Capacity and inhibition of in vitro lipoprotien oxidation in human serum samples. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 50 :3050-3050.

[33] Roopal V Patel , Vidhi T Thaker , VK Patel (2011) : Antimicrobial activity of ginez and honey on isolates of extracted carious teeth during or thodontic treatment. Asain pacific Journal of Tropical Biomedicine , Volume 1, Issue 1, Supplement ,page S58-S61.

[34] Weston R .J.Mitchell K.M and Allenk. L (1999) : Antibacterial phenolics components of New Zealand munuka honey . food Chemistry, 64 :295-301.

[35] Taormina P.J. , Neimira B.A. and Beuchat L.R.(2001): Tnhibitory activity of honey against food borne pathogens as infleunced by presence of hydrogen peroxide and level of antioxidant power. International journal of food Microbiology , 69 :217-225.

[36] Bogdanov S.and Blumer P.(2001) : Propriétés antibiotiques naturelles du miel. Revue suisse d'Apiculture, 98(3) : 107-114.

[37] Cortopassi-Laurino M. and **Gelli d.S. (1991) :** Analyse polinique, propriétés physico-chimiques et action antibacterienne des miels d'abeilles africanisées Apis mellifera et de Méliponinés du Brésil.Apidologie, 22 :61-71.

[38] Kwakman P.H., Te Vel de A.A.,De Boer L. [et al.](*2010)* : How honey kills bacteria. FASEB journal .vol .24,N 7.p. 2576-2581.

[39] Gomez- Caravaca.A.M ., Gomez –Romero M.,Arraez-Roman,Segura-Carretro A and Fernandez-Gotierez A. (2006) : Advances in analysis of phenolics comounds derived from bees. Journal of pharmaceutical and biomedical Analysis,41 :1220-1234.

[40] Candiracci Hanila,Citterio Barbara,Piati Elina (,2012) : Antifungal activity of the hony Flavonoide extrat against canadida albicans, Food chemistry, 131 :493-499.

[41] Attipou K., Koum T., Ayite A. and Missouhou K (1998) : Traitment des plaies au miel. Experience de CHU de lomé. Médecine d'afrique Noire,1 :45-47.

[42] Eleni Melliou and Ioanna Chinou (2011) : Chemical constituents of selected unifloral greekbee honeys with antimicrobial activity. Food chemistry 129 :284-290.

[43] Chauvin R.(1987) : Le miel .In[la ruche et l'homme] . Edition calmann. Lévy :47-45.

[44] Avril J.L. (2000) : Bactériologie clinique. 3ème Edition.

[45] Delarras C. (2007) : Microbiologie Pratique pour le laboratoire d' analyses ou de contrôle sanitaire. Edition Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

[46] HARMONISED METHODS OF THE INTERNATIONAL HONEY COMMISSION (I.H.C) (2002) : International Honey Commission, Swiss Bee Research Centre, 62 p.

[47] Journal Officiel du GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG (J.O.L) (1970) : Règlement ministériel du 5 février 1970 fixant les méthodes d´analyse de référence en matière de miel et des produits similaires. Le Ministère de la santé Publique, N°. 12, 292-321.

[48] Louveaux. J, Maurizio. A et Vorwohl. G., (1970) : Les méthodes de la mélissopalynologie.*Commission internationale de botanique apicole de l'U.I.S.B.* 17p.

[49] AE, **(2007)** : Chimie des denrées alimentaires/Analyses, 13 pages

[50] Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N (2006) : Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compound. Food Chem, 97, 654-660.

[51] Saba Z.H., Yusoff K.M., Makpol S. and Yusoff M.A. Y., (2011) : Antioxidant Capacities and Total Phenolic Contents Increase with Gamma Irradiation in Two Types of Malaysian Honey. Journal molecules, 16, 6378-6395.

[52] Gonnet. M, (1986) : *L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de qualité*. Bul. Tech. Apic, 54, 13(1). Pp 17-36.

[53] Acquarone Carolina, BueraPilar, Elizalde Beatriz. (2006): Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys Original. Food Chemistry,Volume 101, Issue 2, Pages 695-703.

[54] Bogdanov S. (1999) : Stockage, Cristallisation et liquéfaction du miel. Centre Suisse de Recherche Apicole : 1-5.

[55] Chouia Amel. (2004) : Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout, mémoire de magistère en Biologie

Université Mohamed Khider- Biskra.

[56] Ajlounisaid and Puripastsujirapinyokul. (2010): Hydroxymethyl furfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. Food Chemistry. Volume 119, Issue 3, 1 April 2010, Pages 1000–1005.

[57] Ouchemoukh S., Louaileche H. and Schweitzer P. (2007): Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. Food Control, 18: 52-58.

[58] Makhloufi C, Kerkvliet D, RicciardelliD'albore G, Choukri A, Samar R (2010): Characterization of Algerian honeys by palynological and physicochemical methods. Apidologie 41:509-521.

[59] Benaziza-Bouchema D., Schweitzer P. (2010). Caractérisation des principaux miels des regions du Nord de l'Algerie. CahAgric, vol. 19, N° 6.

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

[58] AlqarniAbdulaziz S., Owayss Ayman A., Mahmoud Awad A., Hannan Mohammed A. (2012): Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia Journal of Saudi Chemical Society, In Press,Corrected Proof, Available online 8 December 2012.

[59] Nair Samira, (2014) : Identification des plantes mellifères et analyses physicochimiques des miels Algériens, thèse doctorat en biologie, biochimie, université d'Oran .

[60] Journal officiel des Communautés européennes, DIRECTIVE 2001/110/CE DU CONSEIL relative au miel du 20 décembre 2001.

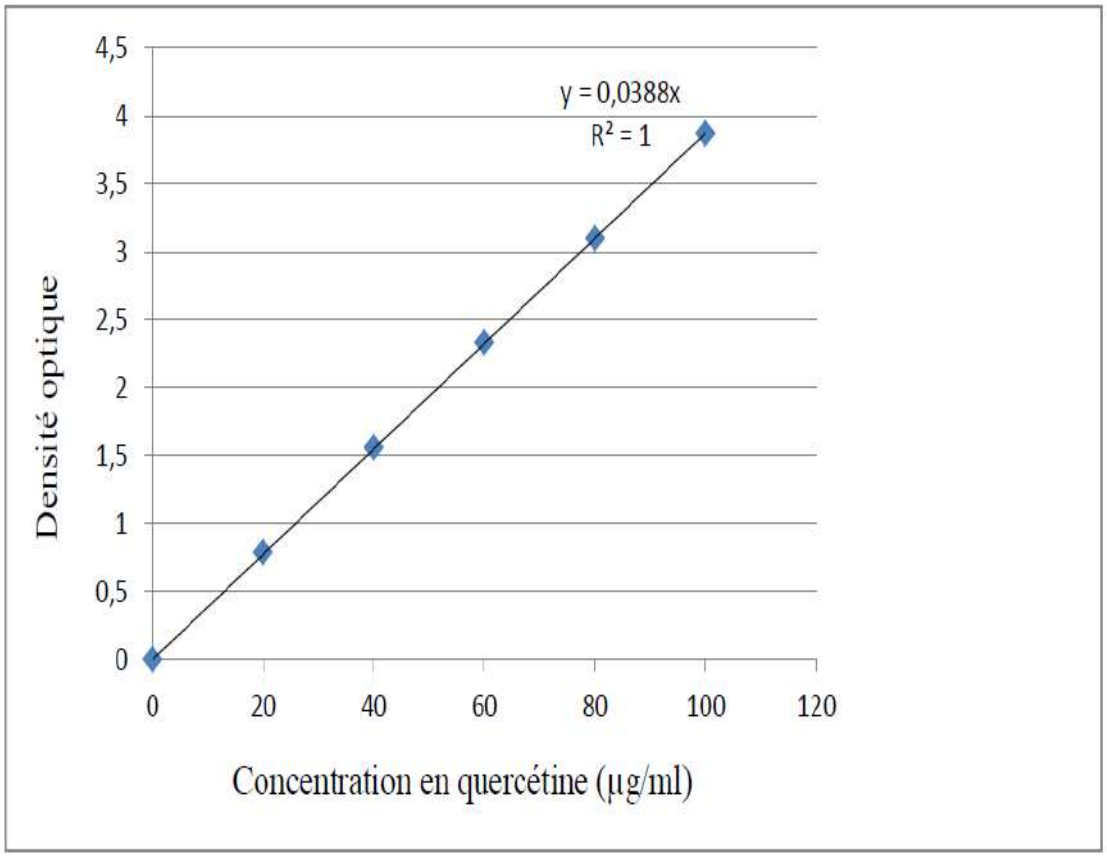
[70] Donadieu Y, (1978) : le miel thérapeutique, 2^{éme} Ed Maloine S.A ,Paris ,28P.

[71] Cheikh Touhami *Selma*, (2013) : Etude de l'activité antimicrobienne de certains types de miel en association avec certains extraits de plantes, mémoire pour l'obtention du diplôme de master en génie des procédés, Université Yahia Fares de Medea.

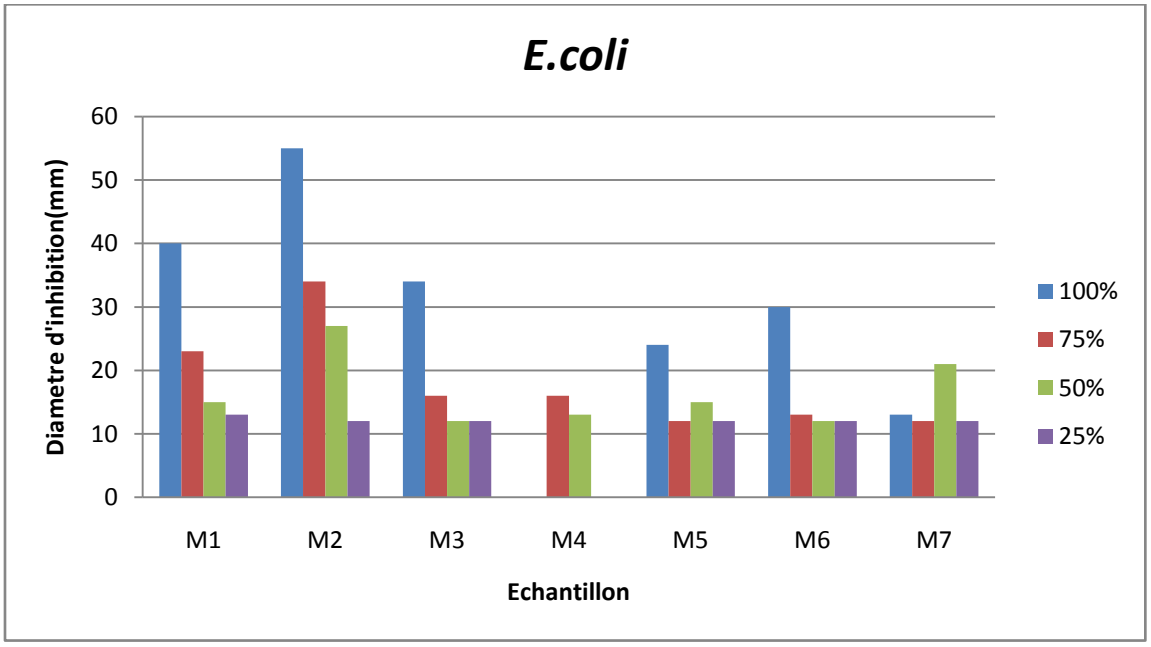
[72] Ranoeliarivao Voary Mino, (2011) : Caractérisation alimentaire des miels malgaches en vue d'une authentification : cas des miels de Niaouli, mémoire pour l'obtention du diplome d'etudes approfondies de biochimie, Université d'antananarivo.

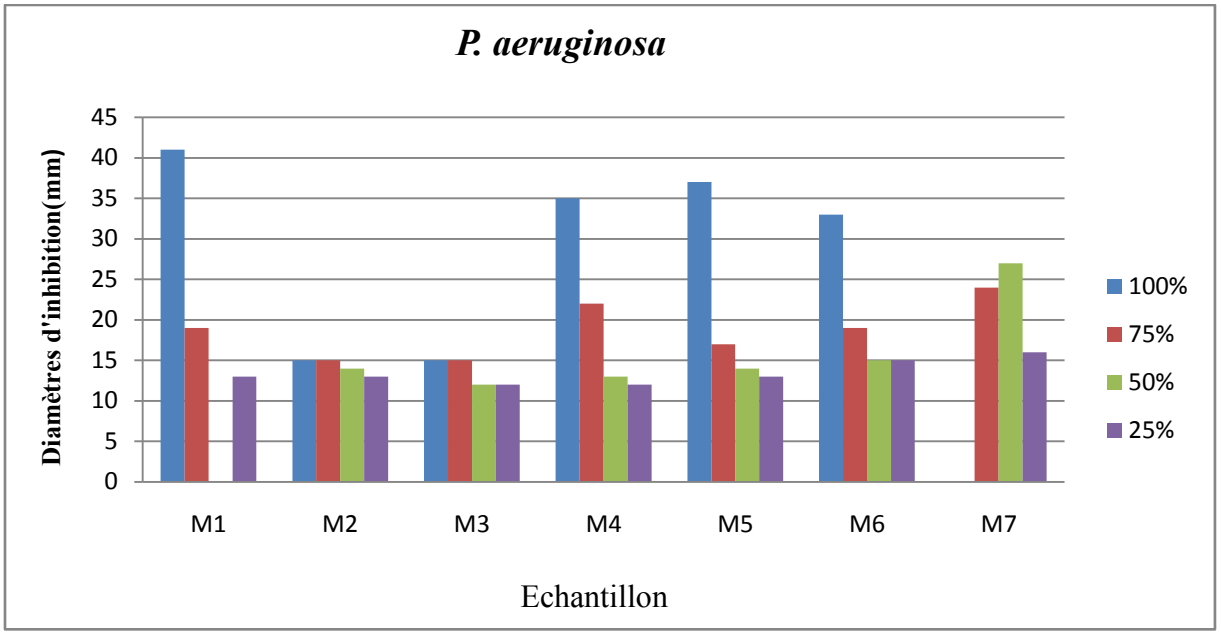
[73] Ahmed Moussa, Djebli Noureddine, Hammoudi Si Mouhamed, Meslem Abdelmelek, Aissat saad. (2012): Antibacterial activity of various honey types of Algeria against Staphylococcus aureus and Streptococcus pyogenes. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine .773-776.

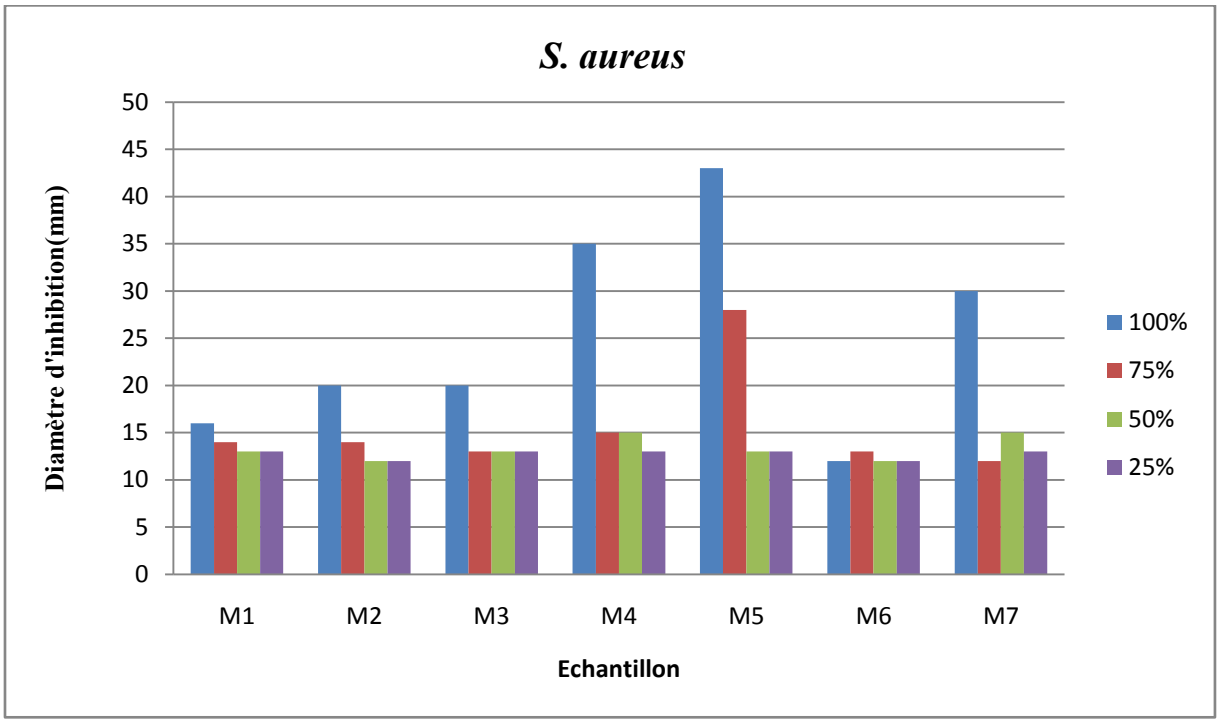
Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes.



Inhibition de la croissance bactérienne par les miels à différents pourcentages




P. aeruginosa
Diamètres d'inhibition(mm)
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
M1
M2
M3
M4
M5
M6
M7
100%
75%
50%
25%
Echantillon


S. aureus
Diamètre d'inhibition(mm)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
M1
M2
M3
M4
M5
M6
M7
100%
75%
50%
25%
Echantillon