

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERRI de Tizi- Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biochimie - Microbiologie



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

En vue de l'obtention du Diplôme de Master Académique

Filière : Biotechnologies

Spécialité : Biotechnologie Végétale et Valorisation des Plantes

THÈME

**Profils polliniques, propriétés physicochimiques,
antioxydantes et antibactériennes de divers miels
Algériens**

Présenté par :

M^{lle} STIET Dyhia & Mlle YOUSNADJ Amira

Devant les membres de jury :

President: **Mr. BOUAZZA. B**

MCA UMMTO

Promoteur: **Mr. OUELHADJ. A**

Professeur UMMTO

Examinatrice : **Mme BENAZZOUZ.K**

MCB à l'UMMTO

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

Nos remerciements s'adressent premièrement et avant tout au « bon dieu » tout puissant, qui nous a donné la santé pour réaliser ce travail.

Nous tenons à remercier vivement notre promoteur **Mr OUELHADJ Akli**, Professeur à l'UMMTO. Il a su orienter, conseiller, écouter et répondre à nos questions sans répit. Nous le remercions pour sa disponibilité à toutes heures pour mener temps notre, ses encouragements, et ses précieux conseils.

On remercie vivement **Mr BOUAZZA. B** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury et **Mme BENAZZOUZ. K**, d'avoir acceptée d'évaluer le présent travail. On vous doit beaucoup de respect et de reconnaissance.

Nous remercions Monsieur **SMAIL**, chaleureusement pour tout ce qu'il a fait pour nous, pour le temps qu'il nous a accordé.

Comment oublier de remercier les ingénieurs de laboratoire de physico-chimie et Microbiologie de département biochimie et microbiologie aussi nous remercions chaleureusement les ingénieurs de laboratoire chimie pharmaceutique département chimie qui nous ont accompagnés tout au long de notre stage pratique de fin d'études.

On remercie également tous nos collègues avec qui nous avons partagé des moments inoubliables, ils étaient d'une aide précieuse au laboratoire et ensemble nous avons appris l'esprit d'équipe, et on gardera de magnifiques souvenirs de cette année.

On remercie tous ceux qui nous ont aidés de loin la doctorante Mlle Harbane en Espagne.

Un grand merci à nos parents et à tous nos proches de leur soutien incontestable.

Dyhia et Amira.

Dédicaces

Avant tous je remercie mon dieu qui m'a donnée la volonté de continuer mes études et faire ce modeste travail.

Je le dédie :

A mon père qu'il m'accorder durant mes études et ses encouragement, merci pour ta patience, tu es mon modèle, grâce à toi j'ai trouvé mon chemin, que dieu accorde lui le bien-être et me bénisse à son âge.

A ma très chère maman la plus gentille des femmes, qui m'a encouragée, et qui m'a entouré d'amour, aucun mot ne peut exprimer ta valeur pour moi, que dieu accorde lui le bien-être et me bénisse à son âge.

A mes chère sœurs Lila et Thanina vous êtes mes meilleurs.

A ma chérie AMIRA et toute ma famille

Dyhia

Dédicaces

Avec mes sentiments de gratitude les plus profonds,

Je dédie ce modeste travail :

Toute d'abord je remercie mon dieu qui m'a permis d'apprécier cette étape de ma vie universitaire.

A mon soutien, mon modèle et mon honneur mon père qui nous a quitté, que dieu lui fasse miséricorde.

À Ma très chère maman la plus gentille des femmes, qui m'a encouragée, et qui m'a entourée d'amour, aucun mot ne peut exprimer ta valeur pour moi, Que Dieu lui accorde le bien-être et me bénisse à son âge

A ma sœur qui m'encourage toujours Yasmine et sa petite princesse Eline.

A mon frère Nour et toute ma famille YOUSNADJ.

Je dédie ce travail à mon mari Samir qui est toujours à mes côtés sans oublier la famille HACID.

Sans oublier ma chère binôme STIET DYHIA et toute sa famille.

Amira.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....01

1^{er} partie: Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur le miel

I.1. Définition du miel.....	03
I.2. Origine du miel	03
I.2.1. Nectar	03
I.2.2. Pollen	04
I.2.3. Miellat	04
I.2.4. Autre origines	04
I.3. Les types de miel	05
I.3.1. Miels mono floraux.....	05
I.3.2. Miels poly floraux.....	05
I.4. Composition du miel	05
I.4.1. Composant majeurs	06
I.4.1.1. Eau	06
I.4.1.2. Glucide.....	06
I.4.2. Composant mineurs	06
I.4.2.1. Acide amine et protéine	06
I.4.2.2. Sel minéraux	07
I.4.2.3. Enzyme	08
I.4.2.4. Autre élément.....	08

Chapitre II : Caractéristiques du miel

II.1. Caractéristique physico-chimique	10
II.1.1. pH	10
II.1.2. Acidité	10
II.1.3. Teneur d'eau	10
II.1.4. Densité	11
II.1.5. Viscosité	11
II.1.6. Conductivité électrique	11
II.1.7. Indice de Brix	11
II.1.8. Teneur en cendre	11
II.1.9. Hydroxymethylfurfural (HMF)	12
II.2. Caractéristique organoleptique du miel	12
II.2.1. Couleur	12
II.2.2. Odeur	12
II.2.3. Gout et arôme	13
II.2.4. Saveur	14
II.2.5. Consistance	14
II.2.6. Cristallisation	14
II.3. Caractéristiques biologiques du miel	15
II.3.1. Activité anti-tumoral et anti-inflammatoires	16
II.3.2. Activité antimicrobienne	17
II.3.3. Activité anti-oxydante	17
II.3.4. Propriété cicatrisantes	19
II.3.5. Propriété métabolique	20

2^{ème} partie : Partie expérimentale

1. Matériel	21
1.1. Appareillage et produit chimique	21
1.2. Matériel biologique	21
1.2.1. Echantillons de miel	22
1.2.2. Souche bactérienne	22
2. Méthodes	23
2.1. Identification de l'origine botanique des miels	24
2.2. Analyse physico-chimique	24
2.2.1. Potentiel hydrique (pH)	24
2.2.2. Acidité libre	25
2.2.3. Hydroxymethylfurfural (HMF)	26
2.2.4. Teneur d'eau	27
2.2.5. Indice de Brix	28
2.2.6. Dosage des composés phénoliques des miels (dosage des polyphénols).....	29
2.2.7. Evaluation de l'activité antioxydante par la méthode de (DPPH).....	30
2.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne.....	31

3^{ème} partie : Résultats et Discussion

1. Origine botanique des miels	34
2. Caractéristiques physico-chimique	35
2.1. pH.....	36
2.2. Acidité libre	37
3.3. Teneur en eau	38
2.4. Degré de Brix	39
2.5. Hydroxymethylfurfural(HMF).....	39
2.6. Dosage des polyphénols totaux	40

2.7. Activité antioxydante (DPPH)	40
3. Evaluation de l'activité antibactérienne.....	41
4. Analyses statistiques	50
4.1. Analyse de corrélation entre l'activité antioxydante (DPPH) et la concentration en polyphénol	50
4.2. Matrice de corrélation des paramètres étudiés	51
Conclusion.....	52

Références Bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

CE : Conductivité électrique

CMI : Concentration minimale inhibitrice

CLSI : Comité de l'antibiogramme de la société française de Microbiologie

DPPH : 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle

EAG : équivalent acide gallique

HMF : Hydroxyméthylfurfural

H₂O₂ : Peroxyde d'hydrogène

IR : Indice de réfraction

NaOH : Hydroxyde de sodium

NO: Monoxyde d'azote

pH : Potentiel Hydrogène

UV visible : Ultraviolet-visible

Liste des tableaux

Tableau I : Différences entre miel nectar et miellat

Tableau II : Taux d'acides aminés dans le miel

Tableau III : Teneur en minéraux dans le miel

Tableau IV : Quelque effet thérapeutique des miels étudiés

Tableau V : Présentation des miels étudié

Tableau VI : Préparation de la solution aqueuse de miel

Tableau VII : Souches bactériennes étudiés

Tableau VIII : Antibiotiques utilisés dans l'antibiogramme

Tableau IX : Représente les différents miels recombines

Tableau X : présentation des miels étudiant après une analyse pollinique

Tableau XI : Résultats des paramètres physico-chimique des miels analysés

Tableau XII : Résultats du dosage des polyphénols et de l'activité antioxydante(DPPH)

Tableau XIII : Diamètre des zones d'inhibition des témoins vis-à-vis des souches bactériennes

Tableau XIV : Diamètre des zones d'inhibition des miels vis-à-vis des souches bactériennes

Tableau XV : Diamètre des zones d'inhibition des effets de synergie des miels vis-à-vis des souches bactériennes

Tableau XVI : Résultats des paramètres physicochimiques

Tableau XVII : Matrice corrélation des paramètres étudiés

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des nectars sur une plante

Figure 2 : Composition moyenne du miel

Figure 3 : La rue des odeurs et des arômes des miels

Figure 4 : Propriétés des polyphénols

Figure 05 : Squelette de base des flavonoïdes

Figure 06 : Echantillons des miels étudiés

Figure 07 : différentes analyses effectuées sur les échantillons des miels

Figure 08 : Refractomètre utilisé pour mesure indice de réfraction et le degré de Brix

Figure 09 : Effet antibactérien des miels vis-à-vis de *Bacillus cereus*

Figure 10 : Effet des antibiotiques testés vis-à-vis de *Bacillus cereus*

Figure 11 : Effet antibactériennes des miels vis-à-vis d'*Escherichia coli*

Figure 12 : Effet antibactérien des recombinaisons des miels vis-à-vis d'*Escherichia coli*

Figure 13 : Effet antibiotique testes vis-à-vis de *Escherichia coli*

Figure 14 : Effet antibactérien des miels vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*

Figure 15 : Effet antibactérien combinaison des miels vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*

Figure16 : Effet des antibiotiques vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*

Figure17 : Effet antibactérien des miels vis-à-vis *Staphylococcus aureus*

Figure18 : Effet antibactérien combinaison des miels vis-à-vis *Staphylococcus aureus*

Figure 19 : Effet des antibiotiques testent vis-à-vis *Staphylococcus aureus*

Figure 20 : Représentation graphique de l'analyse corrélation entre DPPH et Polyphénols

Figure 21 : Courbe d'étalonnage (acide gallique)

Introduction

L'abeille est le symbole de l'activité laborieuse et de l'organisation. Dès l'antiquité, les Egyptiens, les Grecs et les Romains connaissaient déjà les vertus curatives des produits de la ruche dont le miel. Celui-ci est élaboré par les abeilles dites mellifère, que l'on retrouve un peu partout à travers le monde. Ce produit de la nature est le symbole à la fois de la vie, de l'abondance et de la pureté (Lefief-delcourt,2010).

Ce dernier est un produit naturel préparé par les abeilles, généralement à partir des fleurs. Sa composition et sa saveur varient principalement en fonction de la source du nectar dont il provient et dans une moindre mesure étendue à certains facteurs externes. Il a été reconnu comme une source d'énergie précieuse.

Le miel est consommé depuis longtemps en raison de sa valeur nutritionnelle et de ses avantages pour la santé. C'est une source riche en sucres (fructose, glucose, maltose et saccharose) ainsi que de nombreuses autres substances telles que les antioxydants, les minéraux, les protéines, et les vitamines (Boussaid *et al.*, 2018).

L'Algérie possède des capacités mellifères très abondantes et variées, et un climat favorable pour toute exploitation apicole. L'apiculture joue un rôle important dans le nord du pays.

En Algérie la production apicole annuelle de miel est de l'ordre 30.000 tonnes (Badren, 2016) et la production mondiale annuelle est de l'ordre 1.1 million de tonnes. La Chine est le premier pays producteur de miels (217 000 tonnes), viennent les Etats-Uni (87000 tonnes), le Mexique (56 000 tonnes) et la Russie (48 000 tonnes).

Différentes qualités des miels monofloraux sont produites en Algérie. Les abeilles butinent les fleurs et donnent la propriété du miel. Ainsi les spécialistes on dénombre dans notre pays pas moins de dix sortes différentes. Le miel monofloral est le couronnement de la sélection de la récolte et la pureté. Ce type des miels développent des propriétés organoleptique, microscopique et physicochimique.

En effet, le miel était utilisé dans le traitement des plaies ou encore certaines affections, il est connu pour ses propriétés inhibitrice et thérapeutiques pour lutter contre les agents pathogènes multi-résistantes ; son pouvoir antioxydant qui prévient les pathologies induites par le stress oxydatif et sa valeur nutritionnelle (Ashok *et al.*,2016).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre présente étude, qui consiste à :

- Analyse du pollen par la méthode méliissopalynologie pour l'identification de l'origine botanique des miels.
- Caractérisation de certains paramètres physicochimiques de certains miels produit dans diverses régions d'Algérie, afin d'évaluer leurs qualités ;
- Evaluation des activités biologiques de ces miels : activités antioxydante et antibactérienne.

Pour cela trois parties sont développés dans la présente étude :

- **La première partie** : Partie théorique sur les généralités du miel.
- **La deuxième partie** : Elle est consacrée à la présentation du matériel et les méthodes analytiques utilisés pour les analyses physico-chimique, et les activités biologiques.
- **La troisième partie** : Présentions des résultats obtenus et leurs discussions.

Synthèse Bibliographique

I. Généralité sur le miel

I.1. Définition de miel

Le miel est une substance sucrée naturelle produite par l'abeille « *Apis Mellifera* » à partir du nectar des plantes de la sécrétion de parties vivantes des plantes, ou excréments d'insectes qui sucent les parties vivantes des plantes et que les abeilles récoltent transforment en les associant à des substances spécifiques qu'elles produisent, déposent, déshydratent, stockent et font mûrir dans rayons à miel (Koechler, 2015).

Selon Koudegnan (2021), Le miel est un produit naturel par excellent, très abondants en sucres assimilables de différentes sortes ; qui contient de l'eau, des minéraux et des enzymes, et dont la composition chimique varie beaucoup en fonction de son origine florale.

I.2. Les origines du miel

I.2.1. Nectar

Le nectar est une exsudation sucrée plus ou moins visqueuse, destinées à attirer les insectes pollinisateurs tels que les abeilles contiennent environ 90% de sucres, les plus courants étant les saccharoses, le glucose et le fructose, le nectar contient également des acides organiques (acide fumarique, succinique, ocalique, malique, etc.), des protéines, notamment des enzymes, des acides aminés libre, et des composés inorganique (Bonté et Des moulière, 2013) (Figure1).

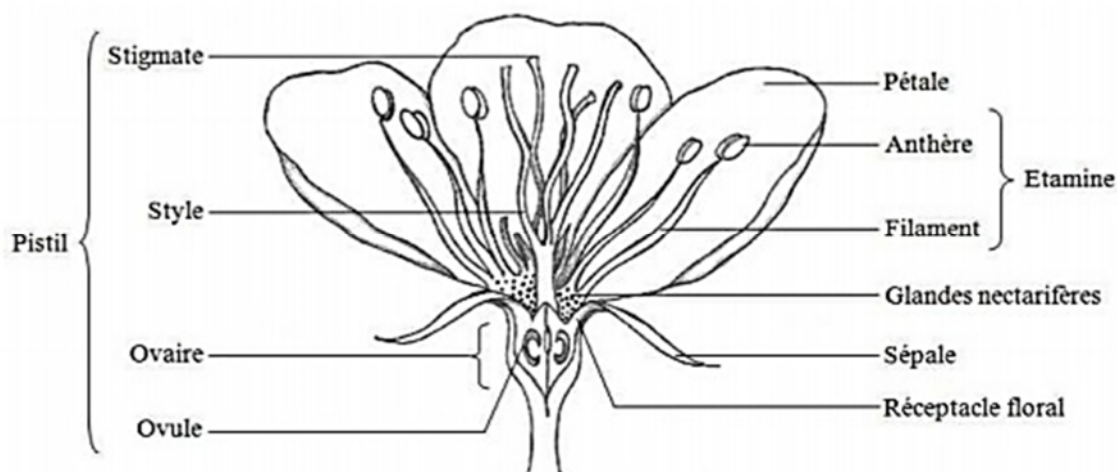


Figure 1 : Localisation des nectars sur une plante (Lequet,2010).

I.2.2. Pollen

Les grains de pollen représentent les gamètes mâles chez les plantes supérieures.

En moyenne, on trouve dans un grain de pollen : 20% de protides dont 50% sont des acides aminés indispensables, 36% de glucides, 11% d'eau, 5% de lipides et 3% de sels minéraux (K, Mg, Ca, Fe, Cu...). On trouve également de nombreux pigments (caroténoïdes, rutine) et des vitamines des groupes A, B, C, D et E.

Le pollen constitue la principale source de protéines pour l'abeille (Tezine, 2011).

I.2.3. Miellat

Le miellat est un liquide sucré produit par plusieurs espèces d'insectes parasites vivant sur la plante, tels que des pucerons, des cochenilles ou de cicadelles par exemple (Bruneau, 2004). Il est constitué d'azote, de minéraux, d'acides organiques, de glucose et fructose ainsi que d'autres sucres tels que la mélézitose, raffinose et maltose (Bogdanov, 2004).

Le miel de miellat est caractérisé généralement par une forte saveur, une couleur très foncée et une cristallisation très lente (Bonté et Desmoulière, 2013). Son goût est agréable il est riche en sels minéraux, contrairement aux nectars, les miellats contiennent beaucoup d'éléments indigestes pour l'abeille y compris certains sucres polyholosides (Schweitzer, 2004).

I.2.4. Autres origines du miel

Il existe aussi du « miel de sucre » miel produit par des abeilles nourries à l'aide de sucre et quelque fois de fruits, de cannes à sucres (Schweitzer, 2004). (Tableau I)

Tableau I : Différences entre miel de nectar et de miellat (Cordinault, 2016).

	Miel nectar	Miel de miellat
Acidité	22.4 milliéquivalent /kg	33 milliéquivalent /kg
pH	3,9	4,5
Minéraux	0,26 %	0,58%
Fructose + glucose	74%	61,6%

I.3. Type de miel

I.3.1. Miels mono floraux

Ils sont élaborés à partir d'une seule espèce végétale, qu'il s'agisse de miel de nectar ou de miellat. Pour l'obtention d'un miel mono floral (compose de 80% d'une même espèce végétale), il faut placer la ruche près de l'espèce végétale considéré au cours de sa floraison et la récolte doit avoir lieu dès la fin de la miellée (Élodie, 2013).

Les miels mono floraux possèdent des caractéristiques palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques spécifique (Moussaoui,2011).

I.3.2. Miels Poly floraux (multi-floraux)

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Pour valorises leur spécificité et permettre aux consommateurs de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique. Celle-ci indique soit aire de production, région, département, massif (Chouia,2014).

I.4.La composition du miel

Le miel constitue de plus de 181 substances différentes (Al Mamary *et al.*, 2002).

Sa composition varie d'un échantillon à un autre en fonction de : l'origine florale, conditions météorologique, contribution de l'apiculteur et l'état physiologique de l'abeille (Figure2).

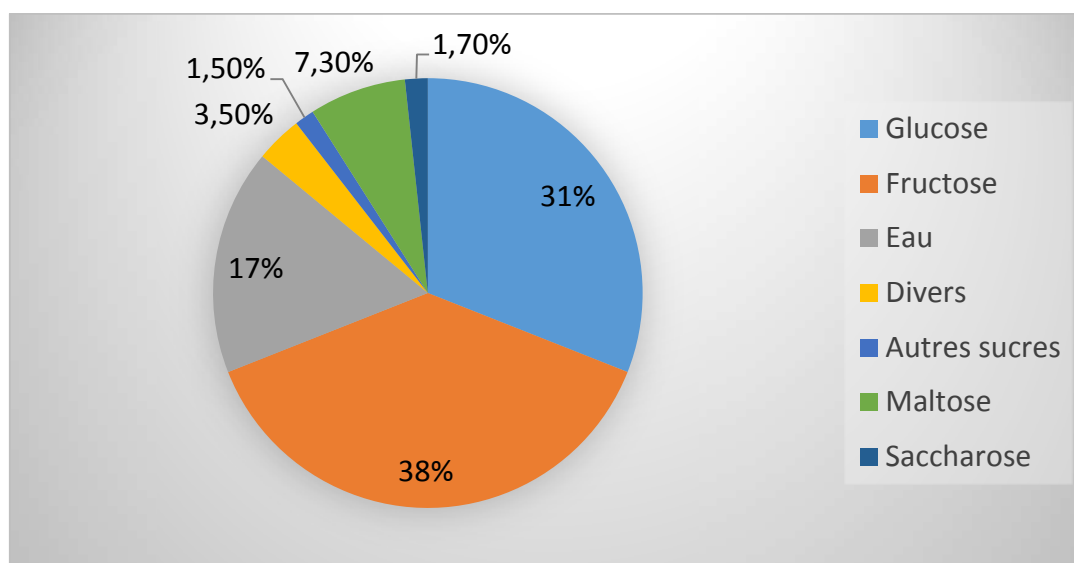


Figure 2 : Composition moyenne du miel (Bruneau,2002).

I.4.1. Composants majeurs

I.4.1.1. Eau

La teneur en eau à un pourcentage optimum de 17 à 18 % qui garantira une bonne conservation du miel, plus cette teneur est élevée plus y'a risque de fermentation. Elle conditionne son poids spécifique et sa cristallisation.

Elle dépend de plusieurs facteurs tels que : les conditions météorologiques lors de la production, de l'humidité dans la ruche, ainsi que des conditions de récoltes (Balas,2015).

I.4.1.2. Glucides

Constituent les composants plus importants du miel, varient en moyenne de 78 à 80%. Une vingtaine de glucides différentes ont été identifiés dans les miels par chromatographie liquide à haute pression (Pham- Délègue, 1999), mais ils ne sont jamais tous présents simultanément parmi eux, il existe :

- ✓ Des monosaccharides : 31 à 38 % en moyenne pour le glucose et fructose respectivement.
- ✓ Des disaccharides comme le maltose 7,3% et le saccharose 1,3%.
- ✓ Des tris et polysaccharides qui représentent 1,5 à 8% parmi eux : la raffinose, le mélézitoze, le kojiboise et le dextrantriose.

I.4.2. Composants mineurs

I.4.2.1. Acide aminé et protéine

Les acides aminés et les protéines sont présents en faible quantité dans le miel (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 nucléoprotéine qui proviennent soit de la plante (nectar et grains pollen), soit des sécrétions de l'abeille.

Il y'a également des acides aminés présente ont quantité importante comme la proline, l'histidine, l'alanine, la glycine et la méthionine (Rossant,2011).

La proline est la plus abondante des acides aminés du miel. Sa quantité donne une indication sur la qualité du miel et elle ne doit pas être inférieure à 180 mg / kg (Meda *et Al*, 2005). (Tableau II).

Tableau II : Taux d'acides aminés dans 100 g du miel (White, 1980)

Acide aspartique	0,06 à 17,0 mg
Acide glutamique	0,50 à 19,0 mg
Alanine	0,32 à 10,5 mg
Arginine	0,00 à 5,8 mg
Cystine	0,00 à 6,1 mg
Glycine	0,20 à 5,9 mg
Histidine	0,56 à 10,7 mg
Isoleucine	0,12 à 4,60 mg
Leucine	0,15 à 5,3 mg
Lysine	0,40 à 38,2 mg
Méthionines	0,00 à 2,7 mg
phénylalanine	0,28 à 16,6 mg
Proline	6,20 à 249,0 mg
Sérine	0,34 à 23,6 mg
Thréonine	0,20 à 4,5 mg
Tyrosine	0,18 à 6,9 mg
Tryptophane	0,00 à 0,1 mg

I.4.2.2. Sels minéraux

Les matières minérales ne sont présentes qu'à un taux d'environ 0,05% dans les miels, mais sont plus abondantes dans les miels foncés (0, 17%). Les sels de potassium représentent près de la moitié des matières minérales contient aussi du calcium, sodium, magnésium, cuivre, chlore, soufre, silicium, et du fer (Clément,2015).(Tableau III).

Tableau III : Teneurs en minéraux dans 100g de miel (White ,1980)

Minéraux	Teneur dans 100 g de miel
Calcium	4,0 à 30,0 mg
Chlore	0,002 à 0,02 mg
Cuivre	0,01 à 0,1 mg
Fer	0,1 à 3,4 mg
Magnésium	0,7 à 13,0 mg
Manganèse	0,02 à 10,0 mg
Phosphore	2,0 à 60,0 mg
Potassium	10,0 à 470,0 mg
Sodium	0,6 à 40,0 mg
Zinc	0,2 à 0,5 mg

I.4.2.3. Enzymes

Les principales enzymes du miel sont : les α et β amylases et la saccharase. Elles facilitent la digestion des aliments. Elles sont de deux origines : végétale et animale, le nectar contient des enzymes produites par les nectaires de la plante, les abeilles y ajoutant des enzymes de leurs glandes salivaires ces enzymes sont détruites par la chaleur, leur présence ou leur absence peut servir d'indication sur chauffage du miel (Rossant, 2011).

I.4.2.4. Autres éléments présents

Vitamines : Le miel ne contient pas beaucoup de vitamines, elles sont apportées via les grains de pollen. On trouve essentiellement les vitamines hydrosolubles, du groupe B stimulent la régénération cellulaire et contribuent à l'hydratation de la peau. On retrouve également les vitamines liposolubles A, D, E, et K présente occasionnellement notamment dans miel de menthe (Clément, 2015).

De très faible quantité des lipides ont été isolés à partir du miel, principalement l'acide palmitique, oléique, très peu d'acide l'aurique, myristoléique, stéarique, et linoléique (Nair,2014).

Le miel renferme des substances aromatiques qui sont à l'origine de l'arôme. Ce sont des mélanges de plusieurs dizaines de composés, alcools, cétones, acides et aldéhydes (Lachman *et al.*, 2010).

II.1. Caractéristique physico-chimique

II.1.1. pH

Le pH du miel varie entre 3,2 et 5,5. Il est généralement inférieur à 4 dans les miels de nectar, supérieur à 5 dans ceux de miellat (sapin = max 5,3). Les miels à pH bas (type lavande= min 3,3) se dégradent plus facilement : il faudra alors prendre un soin particulier à leur conservation (Gonnet, 1985).

II.1.2. Acidité

L'acidité de miel est due à la présence d'acide organique, en particulier de l'acide gluconique, en équilibre avec leurs lactones ou leurs esters et d'ions inorganiques tels que les phosphates et les chlorures (Al-Khalifa ; Al- Arify, 1099). Certaines de ces acides proviennent du nectar et d'autre de miellat, mais leur origine principale est recherchée du côté des sécrétions salivaires de l'abeille et dans les processus enzymatiques et fermentatifs (Bogdanov *et al.*,2004).

L'acidité libre c'est un paramètre due à la présence de certains acides organiques et indice de fermentation de miel qui est un critère important de qualité. La valeur moyenne de l'acidité autorisée proposée par le (Codex Alimentarius, 2004) ne dépassait pas 50 milliéquivalent d'acide/Kg.

L'acidité libre de solutions aqueuses à 20% est mesurée en neutralisant les composants acides du miel avec une solution standard d'hydroxyde de sodium (AOAC, 1995).

II.1.3. Teneur d'eau

La teneur en eau est très importante pour la durée de conservation du miel pendant le stockage (Bogdanov *et al.*,1997), et ça dépend de leur origine florale, de la saison, de l'intensité de miellée, la force des colonies d'abeilles et de la technique de récolte (Louveaux, 1985). Les fortes teneurs en eau proviendraient d'une récolte trop précoce (Tchoumboue *et al.*, 2001) ou sont seulement dues à l'hygroscopicité du miel. En excès, l'humidité est souvent responsable de la fermentation du produit et provoque donc un goût désagréable d'alcool de prune (Cereser, 2010). Lorsque les abeilles opercules le miel au niveau des alvéoles, la teneur en eau de celui-ci est de l'ordre de 17% à 18%. L'humidité dans le miel est déterminée avec un réfractomètre à 20°C (Chataway, 1935).

II.1.4. Densité

Selon Bogdanov *et al.*, (2003), le miel a une densité plutôt importante qui varie entre 1,40 et 1,45 g/cm. C'est une information très utile qui peut être employée pour évaluer la teneur en eau des miels. On peut ainsi admettre une valeur moyenne de 1,4225 à 20°C.

II.1.5. Viscosité

Selon Donadieu (2014), la viscosité du miel est essentiellement déterminée par sa teneur en eau, sa structure chimique et la température à laquelle il est préservé.

Les sucres du miel sont susceptibles de cristalliser partiellement sous l'influence de certains facteurs (température, agitation et composition chimique), entraînant alors une modification totale de son aspect son apparence mais sans rien modifier à sa couleur.

II.1.6. Conductivité électrique

La conductivité électrique s'exprime en micro siemens /cm. la mise en évidence de la conductivité permet d'avoir très vite une idée sur la concentration de sels fondus dans l'eau. Une conductivité élevée indique soit un pH anormal, soit plus souvent une salinité élevée (Rodier,1996).

II.1.7. Degré de Brix

Au 19^{ème} siècle, le scientifique allemand Adolf Brix a mis au point une échelle hydrométrique permettant de mesurer directement le pourcentage de sucre et d'autres solides dissous dans des solutions. Dans de nombreux cas, on suppose que tout le soluté dissous soit du sucre (Mc Gee, 2004). La lecture est faite par un réfractomètre, sur l'échelle qui indique le degré de BRIX qui se trouve en parallèle avec l'échelle de l'indice de réfraction.

Toutes les mesures effectuées à la température ambiante et les lectures ont été corrigées pour une température standard de 20°C (AOAC, 1990).

II.1.8. Teneur en Cendres

La teneur en cendre est un critère de qualité pour l'origine botanique du miel, les miels des fleurs ayant une teneur en cendres inférieure à celle des miels de miellat (Vorwohl,1964).

La variabilité de la teneur en cendre a été associée de manière qualitative à différentes origines botaniques et géographique des miels, (; Crane, 1975 El-Sherbiny ; Rizk, 1979).

II.1.9. Hydroxymethylfurfural (HMF)

C'est un excellent indicateur de la qualité ; cette molécule apparaît au cours du processus de vieillissement naturel du miel. L'analyse de la quantité d'HMF est donc une excellente méthode pour apprécier la qualité de miel (Gharbi, 2011).

Le miel frais contient de faibles quantités de HMF (Tosi *et al.*, 2002), par conséquent, le HMF est utilisé comme indicateur de la fraîcheur et de degré de traitement thermique appliqué lors de traitement de miel (Fallico *et al.*, 2003).

La teneur légale ne doit pas dépasser 40mg/kg et un miel de bonne qualité ne devrait pas avoir un taux supérieur à 25 mg /kg (Nair, 2014).

II.2. Caractéristique organoleptique du miel

Le terme organoleptique représente toutes les descriptions des caractéristiques physiques en générale du miel, telles qu'elles sont perçues par nos sens : couleur, l'odeur, goût, saveur, consistance et cristallisation.

II.2.1. La couleur

La couleur constitue un critère de classification notamment d'un point de vue commercial. Plus le miel est clair, moins riche en minéraux et inversement (Blanc,2010).

La couleur du miel est un autre paramètre de qualité. Les miels sont divisés en sept catégories de couleurs (Alvarez,2010). Elle va du jaune très pâle (presque blanche) au brun très foncé (presque noir), en passant par toutes la gamme des jaunes, oranges, marrons, et même parfois des verts ; mais le plus souvent le miel est blanc (Donadieu, 2008). Il 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 cendre. Il s'agit de miel très clairs ; les plus foncés étant les plus minéralisés (Emmanuelle *et al.*,1996).

II.2.2. Odeur

L'odeur du miel est variable et dépend des fleurs (Blanc,2010). En générale, le miel a une odeur très appréciée par les consommateurs à l'exception de quelques-uns qui dégagent une odeur peu appréciable. La plante mellifère dominante confère au miel une odeur qui lui

spécifique. En principe, cette odeur permettrait de reconnaître l'origine botanique du miel (Mahouachi, 2008). (Figure3).

II.2.3. Gout et arôme

Le gout et l'arôme varient et dépend de l'origine végétale (Lequet,2010). En générale le miel mono floral à une valeur plus que le miel mélange car il offre un choix de caractéristique de gout et de qualité distinctes (Mehryar,2011). Chaque miel uni floral à un arôme distinct en raison de composés volatils spécifiques pouvant être dérivé de nectar floral, sa qualité organoleptique dépend principalement de la source florale d'origine (Kasoniene *et al.*,2010).

Les miels mono floraux développent des propriétés organoleptique, microscopique et physico-chimique typique, découlent des caractéristiques spécifiques des fleurs ou plantes correspondante (Bogdanov *et al.*, 2008). (Figure 3)

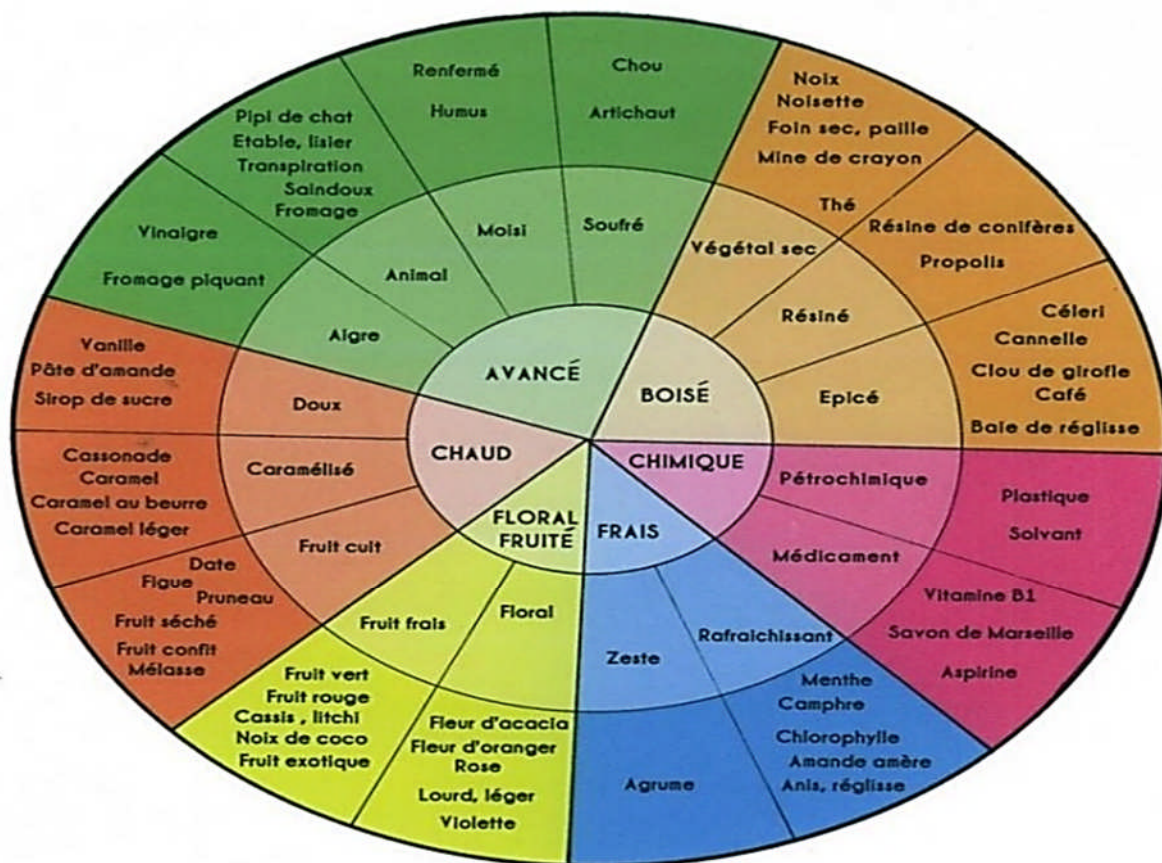


Figure 3 : La rue des odeurs et des arômes des miels (Clement, 2002).

II.2.4. Saveur

La saveur de miel est fortement sucrée, bien entendu, la saveur spécifique à chaque variété lui étant donné par les caractères aromatiques de la fleur dominante. Le miel d'acacia, à la saveur merveilleusement douce (Darrigol,2007).

II.2.5. Consistance

La consistance du miel est variable et dépend de sa teneur en eau et sa composition chimique et la température à laquelle il est conservé (Donadieu,2004).

Le miel peut être fluide ou solide, avec tous les états intermédiaires possibles. Cette consistance varie selon la variété (en fonction de la richesse en glucose et en lévulose), elle varie notablement dans le temps, comme nous verrons plus loin, avec une cristallisation progressive qui débute dans la plupart des cas dès la mise en pot, toutes les variétés, la mise en pot n'est possible que si le miel est liquide (Darrigol,2007).

II.2.6. 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 (BOGDANOV *et al.*, 2003). 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 (Emmanuelle *et al.*, 1996)

II.3. Caractéristique biologique de miel

Le miel utilise en médecine traditionnelle dans des nombreuses régions depuis des milliards d'années, Aristote le recommandait pour soulager divers maux. Le miel n'est pas seulement considéré comme une substance sucrée et délicieuse, mais il fait également partie de la médecine traditionnelle. Il a été rapporté qu'il est efficace pour les maladies gastro-intestinales aiguës et chronique (Nair,2014).

Le miel est une source de guérison, il est facilement digéré, les estomacs les plus sensible le tolèrent ainsi très bien, malgré son taux d'acidité élevé. Ils contribuent à un meilleur fonctionnement des reins et des intestins, comme il diffuse rapidement dans le sang. Ses molécules de sucre contribuent à un meilleur fonctionnement de cerveau, c'est le moyen plus efficace pour éliminer la fatigue et augmenter les performances sportives. Il contribue aussi à la production de sang. De plus, il permet sa purification, régulation et sa circulation (Nair,2014). (Tableau IV).

Tableau IV : Quelques effets thérapeutiques des miels étudiés (Fanny, 2012).

Echantillon de miel	Quelque effet thérapeutique
Romarin	<ul style="list-style-type: none"> - Agit positivement sur l'estomac. - Stimule la fonction des intestins. - Permet une meilleure digestion. <li style="padding-left: 20px;">- Antiseptique naturel. - Anti-inflammatoire et antispasmodique.
Chardon	<ul style="list-style-type: none"> <li style="padding-left: 40px;">- Il protège le foie. - Aide à prévenir la croissance des bactéries. - Il augmente le taux d'hémoglobine dans le sang. - Guérir différents maladies : diabète certaines cancers.
Rethm	<ul style="list-style-type: none"> <li style="padding-left: 40px;">- Antibactérienne. <li style="padding-left: 40px;">- Anti-inflammatoire. <li style="padding-left: 40px;">- Antioxydant. - Un régulateur cardiaque et sanguine.
Cresson	<ul style="list-style-type: none"> <li style="padding-left: 40px;">- Fort pouvoir antioxydant. - Problème digestifs et respiratoires. <li style="padding-left: 40px;">- Maladies hépatiques et anémie.
Euphorbe	<ul style="list-style-type: none"> - Régulateur de l'hypertension et les maladies cardiovasculaires. - Excellent source de vitamines A,K et C.

II.3.1. Activité anti-tumorale et anti-inflammatoire

Les antioxydants confèrent une activité antioxydante et des effets antimutogènes potentiels au miel.

Le mécanisme putatif est l'effet de la production des radicaux libres sur l'inflammation des tissus. Il a été cliniquement observée lorsque le miel était appliqué sur les plaies, l'inflammation était considérablement réduite, l'œdème et l'exsudat étaient réduits. La douleur est une autre composante de l'inflammation que le miel peut également atténuer, (Balas,2015).

II.3.2. Activité antimicrobienne

Le miel inhibe la croissance des micro-organismes et des champignons. Activité antibactérienne du miel, principalement contre les bacilles à gram positif abondamment documenté. Les activités bactériostatiques et bactéricides sont éprouvées sur de nombreuses souches dont certaines sont résistantes aux antibiotiques (par exemple *Staphylococcus* résistant à la méthicilline) (Balas,2015).

D'autre part, des études ont démontré qu'il y avait une action combinée entre les propriétés du miel et ses propriétés chimiques ce qui lui procure une capacité antibactérienne. Ce dernier possède un taux de flavonoïde et des composés phénoliques mais surtout son acidité élevée et sa viscosité qui contribuent largement à l'inhibition de nombreuses espèces bactériennes (Avisse,2004).

L'augmentation de la prévalence des bactéries résistantes aux antibiotiques, le miel est de plus en plus apprécié pour son activité antibactérienne qui est influencée par son origine florale (Hoyet,2015).

II.3.3. Propriété antioxydant

Les antioxydants sont des molécules capables d'interagir avec les radicaux libres produits lors des réactions d'oxydation lorsqu'ils se trouvent en excès dans notre organisme. Les antioxydants présents dans les plantes médicinales, les fruits et légumes et étant donné que le miel est élaboré à partir des plantes, les principaux agents antioxydants du miel sont : les composés phénoliques, les flavonoïdes, les caroténoïdes, la vitamine C, les proanthocyanidines et les oligo-éléments. Cette activité antioxydante du miel permet à l'organisme de lutter contre certains problèmes de santé et certaines maladies liées au vieillissement (Massaux, 2012).

1- Composés phénoliques

Les composés phénoliques appelés aussi polyphénols regroupent plus de 8000 molécules, divisées en une dizaine de classes chimiques qui présentent toutes dans leur structure

au moins un cycle aromatique à 6 atomes de carbone, lui-même porteur d'un nombre variable de fonction hydroxyles (OH) (Boussahel,2011).

Les composés phénoliques sont des substances provenant des sécrétions de bourgeons et des exsudats de divers organes des plants, ils sont représentés essentiellement par les flavonoïdes et les acides phénoliques (Amiot *et al.*, 1989).(Figure 4).

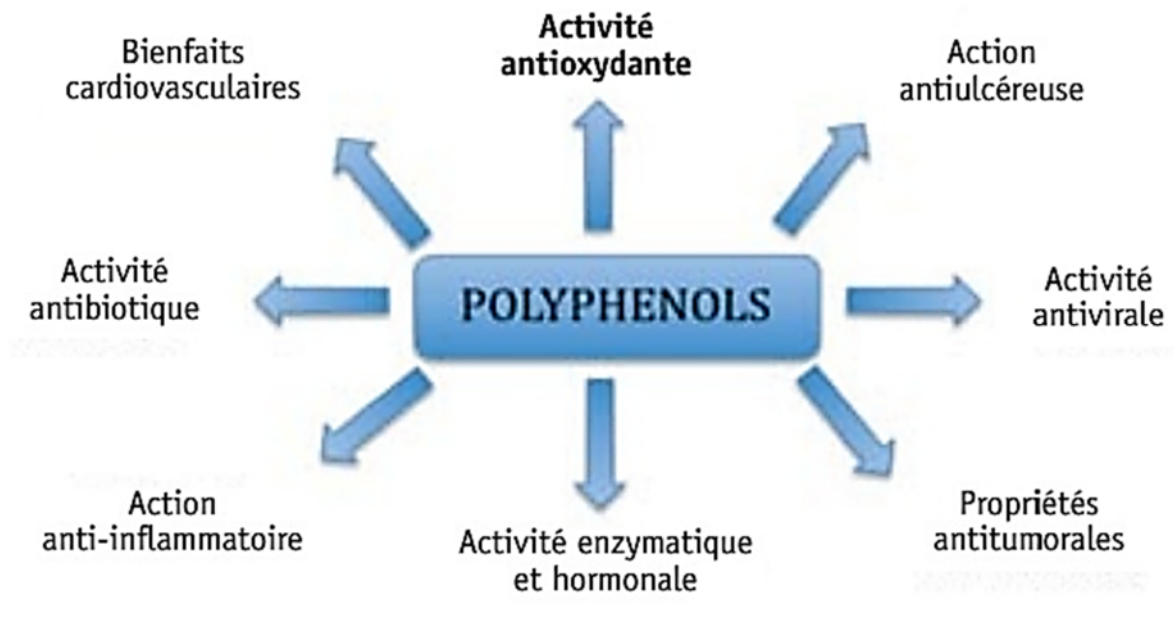


Figure 4 : Propriétés des polyphénols (Uthurry *et al.*, 2011)

2- Flavonoïdes

Le terme flavonoïde désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Ils sont considérés comme des pigments quasi des végétaux. Leur structure de base est constituée de deux noyaux aromatiques (A et B) et un hétérocycle oxygène (cycle C) (Figure 3). Ils possèdent en plus de la propriété antioxydant, des propriétés anti-inflammatoires, antibactériennes...etc. (Boussahel, 2011).(Figure5).

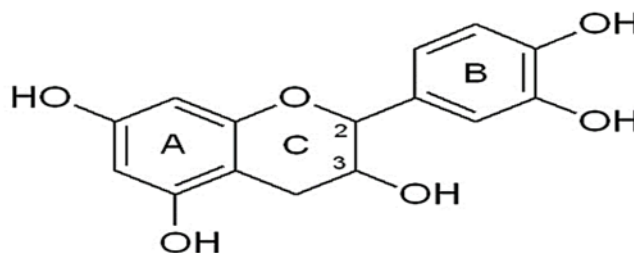


Figure 5 : Squelette de base des flavonoïdes (Bruneton,1999).

II.3.4. Propriétés cicatrisantes

Le miel permet une meilleure cicatrisation : il évite les cicatrices. Trois mécanismes potentiels sont envisagés : les saccharides à la surface de la plaie encouragent la production d'acide hyaluronique ce qui empêche simultanément la formation anarchique de fibre collagène. Puis le glucose présent sur la plaie crée un environnement favorable pour que les proteoglycanes réparateurs agissent sans produire des quantités excessives de collagène. (Topham, 2002).

Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires révélées que le miel régule l'inflammation et libération du facteur de croissance et élucidation de son mécanisme moléculaire impliqué dans l'activation des Kératinocytes (Boulaaba, 2019).

II.3.5. Les propriétés sur le système digestif

Les oligosaccharides contenus dans le miel agissent comme des prébiotiques car ils nourrissent les probiotiques intestinaux. Prendre le miel par la bouche aide à maintenir une flore intestinale saine.

Cependant, la consommation régulière de miel peut réduire le risque de lésions intestinales et de cancer intestinal. Prendre du miel par voie orale permet à l'intestin de profiter de toutes les propriétés antibiotique et anti-inflammatoire du miel. Le miel a montré une activité contre les bactéries *Salmonella*, *Shigella* et contre *Escherichia coli*.

Le miel a également des effets réparateurs sur les tissus intestinaux ; toutes les propriétés anti-inflammatoire, antioxydant et de régénération des tissus il a été qu'il s'applique sur tissus intestinaux pendant la cicatrisation des plaies (Nicolas, 2020).

II.3.6. Propriétés métaboliques

L'effet de miel sur micro-organisme un intestin non pathogène, bénéfique et bien documenté. Etude in vitro et in vivo il a été démontré que le miel augmente significativement les lactobacilles.

Une étude a été faite sur des rats nourris au miel, chez qui on a constaté une augmentation significative du taux de cholestérol HDL également appelé bon cholestérol et

une réduction des triglycérides et du LDL est celui qu'on dit mauvais cholestérol (Nicolas,2020).

Par ailleurs, une autre étude a démontrée qu'une combinaison de metformine qui est un antidiabétique et le miel a entraîné des réductions supplémentaires des triglycérides, du cholestérol total, du LDL cholestérol tandis que le cholestérol HDL a été légèrement augmenté chez les rats diabétiques. (Boulaaba, 2019).

2^{ème} Partie

Etude Expérimentale

Matériel
et
Méthodes

Les analyses effectués dans le but :

-Analyse du pollen par la méthode méliissopalynologie pour l'identification de l'origine botanique des miels.

-Caractérisation des certains paramètres physicochimique (PH, acidité, teneur en eau, indice de Brix, dosage Polyphenols, HMF).

-Evaluation des activités biologiques : activité antioxydante et antimicrobienne.

Les analyses ont été effectués au niveau du laboratoire commun 2 de physico-chimique et du laboratoire commun 1 de microbiologie de la Faculté des sciences biologiques et science agronomiques, département de biochimie et microbiologie et le laboratoire de chimie pharmaceutique, département chimie de la Faculté des sciences, de l'Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.

1. Matériel

1.1. Matériel de laboratoire

Les réactifs et solution utiliser dans les analyses du miel est présenté dans (Annexe I).

L'ensemble d'appareillages et petits matériels utilisés dans cette étude est détaillé dans (Annexe II).

1.2. Matériel biologique

1.2.1. Échantillon de miel

Les cinq échantillons de miel ont été collectés dans trois régions différentes en Algérie :(Figure 6)

Ces échantillons de miels ont été identifiés dans le tableau ci-dessous :

Tableau V : Présentation des miels étudiés

Nom présumé	Code	Origine géographique	Date de récolte
Chardon	M1	Bouira	Octobre 2022
Romarin	M2	Bouira	Octobre 2022
Rothm	M3	El-bayadh	Juin 2022
Cresson	M4	Djelfa	Juin 2022
Euphorbe	M5	Djelfa	Juin 2022



Figure 6 : Echantillons des miels étudiés

Les échantillons ont été conservés dans des récipients en verre stériles à 4°C, à l'obscurité. Ceci afin d'éviter une éventuelle altération chimique et biologique.

1.2.2. Souches bactériennes

Ces souches bactériennes sont présentées dans (Annexe III)

2. Méthodes

Cinq analyses physicochimiques ont été effectuées sur les cinq échantillons de miel à savoir le pH, l'acidité libre, le taux d'HMF, teneur en eau, degré de Brix. Deux activités ont été réalisées respectivement ; l'activité antioxydante et l'activité antimicrobienne.

La figure ci-dessous résume les différentes analyses effectuées dans le présent travail :

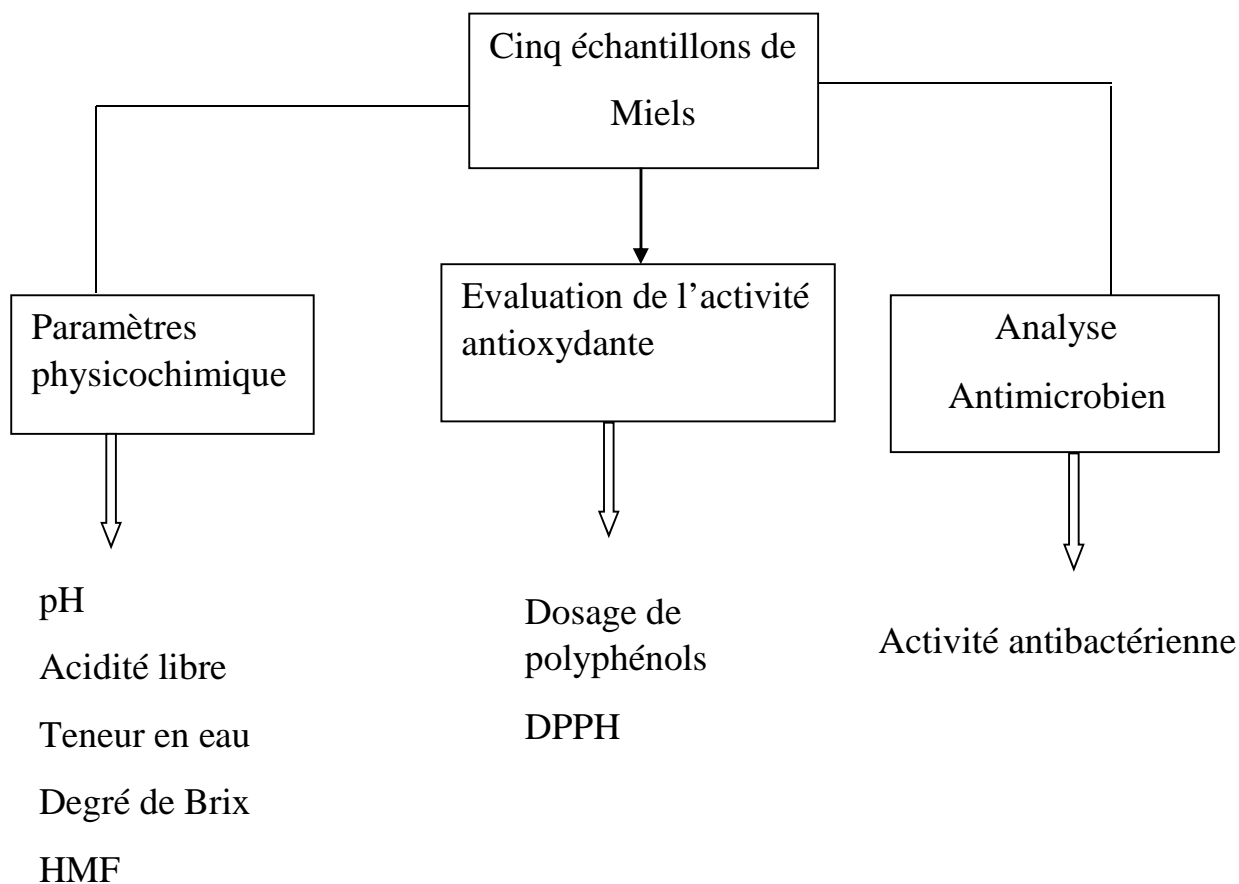


Figure 7 : Analyses effectuées sur les échantillons des miels

2.1. Identification de l'origine botanique des miels

L'analyse du pollen a été réalisée par Mlle Harbane, doctorante en Biotechnologie à l'Université de Vigo, Espagne, selon la méthode suivante.

- **Principe**

L'analyse des pollens d'origine florale a été réalisée selon la méthode méliissopalynologie (Louveaux *et al.*, 1978).

Analyse qualitative

Cinq gramme de miel a été pesés et complètement dissous dans 30 ml d'eau distillée, ensuite la solution a été centrifugée pendant 10min à 4500 rmp, puis le surnageant a été jeté et 30 ml

d'eau distillée ont été ajoutés au sédiment et centrifugée à nouveau pendant 15 min à 4500 tr/min, le surnageant a été rejeté à nouveau et le sédiment a été vortex pour l'analyse microscopique deux gouttes échantillon correspondant (100 microlitres) ont été placées séparément sur la lame. Le nombre total de pollen dans chaque goutte a été compté et le type de miel a été déterminé en fonction type de pollen dominant (plus de 45%).

2.2. Analyse physico-chimique

2.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est un indice permettant de mesure l'activité de l'ion d'hydrogène dans une solution de miel. (Gonnet, 1982).

Cette mesure se fait à l'aide d'un pH mètre.

- **Principe**

Détermination de pH selon la méthode (Codex Alimentarius, 2001) sur une solution de miel à 7,5 %.

- 10 g de miel son dissout dans 75 ml d'eau distillée
- La solution a été homogénéisée à l'aide d'un agitateur magnétique
- Rincer l'électrode à l'eau distillée puis sécher avec papier joseph
- Prolonger électrode propre et sécher dans la solution prépare à analyser
- Les mesures du pH ont été répéter trois fois pour chaque solution

2.2.2. Acidité libre

Acidité libre est un critère important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel (Codex Alimentarius, 2001).

- **Principe**

L'acidité libre des cinq échantillons de miel a été déterminée en utilisant un pH-mètre selon la méthode (Bogdanov, 2009).

- Dissoudre 10g de miel dans 75 ml d'eau distillée dans un bécher

- Agiter avec un agitateur magnétique
- Prépare la solution NaOH : 1g dissoudre dans 250 ml L'eau distillée
- L'électrode du pH-mètre a été immergée dans la solution de miel, le pH initial lu directement sur l'écran de l'appareil
- La solution a été titrée avec la solution NaOH préparée (0,1N) jusqu'à l'obtention d'un pH neutre (8,30-9)
- Les volumes de NaOH utilisés sont enregistrés à chaque fois et les mesures répétées trois fois
- L'acidité libre de miel est exprimée en milliéquivalent par kilogramme de miel et déterminée par la formule suivante :

$$\text{Acidité libre (milliéquivalent/kg de miel)} = (1000 \times V \times N) / M.$$

V : Volume en ml de la sonde à 0,1N versé pour atteindre le pH équivalent.

N : Normalité de NaOH (0,1N).

M : Masse en grammes de miel 10

2.2.3. Détermination de hydroxyméthylfurfural (HMF)

• Principe

La détermination de la teneur en HMF dans le miel est basée sur la détermination de l'absorbance de la solution échantillon et celle de référence deux longueurs d'onde différentes (284nm-336nm), en utilisant un spectrophotomètre UV-visible (Amri *et al.*, 2007).

- Une masse de 5g de miel a été dissoute dans un volume de 25 ml l'eau distillée homogénéisée avec un agitateur magnétique
- Le mélange transféré dans une fiole de 50 ml

- Un volume de 0,5 ml de la solution de carrez I (hexacyanoferrate de potassium à 15 %) a été ajouté, puis mélangé avec la solution
- Un volume de 0,5 ml de la solution carrez II (acétate de zinc) a été additionné mélangé à la solution
- Le mélange a ensuite été ajusté avec l'eau distillée jusqu'à trait de jauge
- Ajouter quelques gouttes d'éthanol été additionnées dans le but d'éliminer la mousse
- La solution a été filtrée par la suite, à l'aide du papier filtre
- Après filtration les 1^{ères} dizaines du filtrat sont écartées
- Pipeter 5 ml dans 2 tubes à essais :
- Le premier tube : on ajoute 5 ml d'eau distillée (solution échantillon)
- Le deuxième tube : 5 ml de la solution metabisulfite de sodium (0,2%), (solution référence)
- L'ensemble a été homogénéisé et laissé au repos pendant 1h à l'abri de la lumière

Tableau VI : Préparation de la solution aqueuse du miel

Solution ajouté au tube à essai	Solution échantillon (Tube 1)	Solution référence (Tube2)
Solution initiale de miel	5 ml	5 ml
Eau distillée	5 ml	0 ml
Solution de metabisulfite de sodium	0 ml	5 ml

La lecture se fait à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible à deux longueurs d'onde 284 nm et 336 nm). Si la valeur de l'absorbance à 284nm dépasse 0,6 nm on procède dilution avec l'eau distillée si la solution échantillon et la dilution avec metabisulfite de sodium si la solution référence.

La teneur en HMF est donnée par l'équation suivante :

$$\text{HMF (mg/kg)} = (A_{284} - A_{336}) \times 149.7 \times 5 \times D/M.$$

D : Facteur de dilution.

M : masse de l'échantillon de miel.

A284 et A336 : Absorbance respectives à 284 et à 336.

149,7 : Constante.

2.2.4. Teneur en eau

La teneur d'eau est déterminée selon de (Bogdanov, 1997).

Le miel analyse doit être parfaitement liquide. Si le produit est présenté à l'état cristallisé, il est nécessaire de le refondre avec précaution dans un bain marie à une température 38°C.

Après refroidissement à la température ambiante, une goutte du miel est déposée sur la platine du prisme du refractomètre (préalablement étalonnée avec l'eau distillé) et repartie en couche mince, les mesures ont été répétées 3 fois.

La détermination de la teneur en eau se fait par mesurer optique du l'indice de réfraction (IR).

Ensuite, les valeurs de l'indice de réfraction s'affichent directement sur l'écran du refractomètre. (Figure 8).

Et pour avoir le pourcentage de la teneur en eau qui correspond à l'indice de réfraction on se réfère à la table de Chataway (annexe IV).

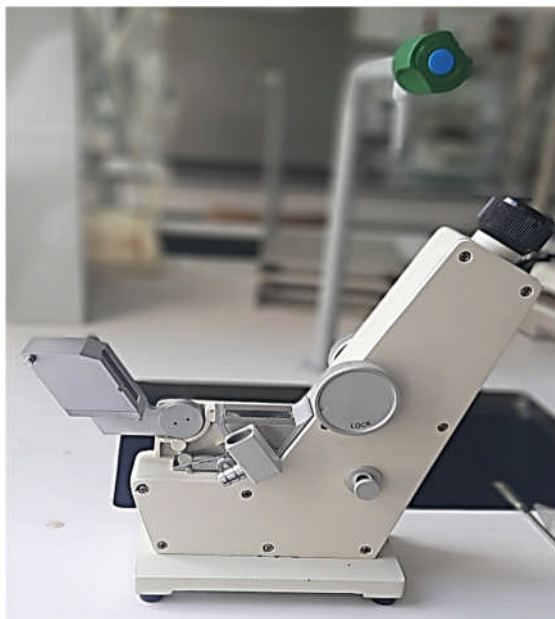


Figure 8 : Réfractomètre utilisé pour la mesure l'indice de réfraction et le degré de Brix.

2.2.5. Degré de Brix (Matière sèche)

Le taux de la matière sèche est évalué par la méthode de réfractométrie. Le degré de Brix s'affiche sur l'écran directement après réglage de l'appareil à 20°C (Bogdanov, 1997).

Une goutte de miel est déposée directement après homogénéisation sur le prisme du refractomètre préalablement nettoyé.

Enfin, la valeur du degré de Brix est directement lue sur l'écran du refractomètre. (Figure8).

2.2.6. Dosage des composés phénoliques du miel

La teneur phénolique total a été estimée utilisant la méthode spectrométrique du Folin-Ciocalteu décrite par (Bouyahya *et al.*, 2017).

• Principe

- Une masse 1g de miel dissoudre dans 10ml d'eau distillée
- Folin-Ciocalteu : 6ml ajuster avec l'eau distillée jusqu'à 60 ml
- Carbonate sodium : 7,5g ajuster avec l'eau distillée jusqu'à 100 ml, puis agiter avec un agitateur magnétique

- Un volume de 1 ml du Folin-Ciocalteu et un volume de 10 ml d'eau distillée ont été additionnés à 1ml de la solution miel, puis agitation et repos de 2min
- Un volume de 4 ml de carbonate sodium Na_2CO_3 a été introduit au mélange, puis un volume finale a été ajustée à 25 ml avec l'eau distillée
- Le mélange incube à l'abri de la lumière pendant 1h
- L'absorbance a été mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre
- La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique. Elle est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par 100g de miel (mg EAG/100g de miel) (Annexe V)

2.2.7. Détermination de l'activité antioxydant 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle (DPPH)

- **Principe**

Les cinq échantillons de miel ont été testés pour leur activité antioxydant. Cette dernière est déterminée par la mesure de la capacité des antioxydants à piéger le radical DPPH.

L'activité antioxydante est évaluée par l'activité anti-radicalaire au radical DPPH

(2,2-diphényle-picrylhydrazyl). Cette méthode est basée sur la mesure de la capacité des antioxydants présents dans les échantillons de miel à neutraliser le DPPH (radical libre) (Caravet *et al.*, 2009).

Les antioxydants réduisant le DPPH ayant une couleur violette en un composé jaune le diphényle picryl-hydrazine en lui transfèrent des électrons ou des protons.

L'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le miel (Gadaw *et al.*, 1997).

Le pouvoir anti-radicalaire par la neutralisation du radical DPPH de l'extrait est évalué selon la méthode décrite par (Brand *et al.*, 1995).

- Une quantité de 1g de chaque échantillon de miel dissoute dans un volume 10ml de méthanol
- Une masse de 0,001g DPPH dissoute dans 50ml de méthanol
- Une solution 0,3ml de miel de chaque échantillon a été mélangée avec 2,7ml de la solution DPPH
- Nos échantillons préparés ont été mises à l'abri de la lumière pendant 30min
- L'absorbance a été mesuré avec un spectrophotomètre à une longueur d'onde 520nm

Le pourcentage d'inhibition du radicale DPPH est calculé suivant la formule ci-dessous :

$$I\% = (Ab - Aa) \times 100$$

I% : Pourcentage de l'activité anti-radicalaire.

Ab : Absorbance du témoin (solution DPPH).

Aa : Absorbance de l'échantillon de miel.

2.3. Evaluation de l'activité antimicrobienne

L'évaluation de l'activité antimicrobienne in vitro des échantillons de miel est testée par la méthode décrite par (Merah, 2010).

Les cinq échantillons sont testés sur quatre souches de référence présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau VII : Les différentes souches bactériennes étudiées.

Groupe bactérien	Souche	Origine
Gram positif	- <i>Staphylococcus aureus</i> (MU50)	Laboratoire communII de microbiologie.
	- <i>Bacillus cereus</i> (ATCC14575)	
Gram négatif	- <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC27853)	Laboratoire communII de microbiologie.
	- <i>Escherichia coli</i> (ATCC25922)	

- **Antibiotiques utilisée**

La sensibilité aux antibiotiques a été testée par la méthode de l'antibiogramme.

Tableau VIII : Antibiotiques utilisés dans l'antibiogramme :

<i>E. coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>S.aureus</i>	<i>B.cereus.</i>
-Gentamicine (CN10)	-Gentamicine (CN10)	-Gentamicine (CN10)	-Gentamicine (CN10)
-Ampicilline (AMP10)	-Ampicilline (AMP10)	-Ampicilline (AMP10)	-Ampicilline (AMP 10)

- **Milieu de culture**

Le teste antimicrobien a été réalisé sur milieu Mueller-Hinton (MH) qui est considéré comme milieu de référence pour les tests antibactériens du fait qu'il contient tous les éléments nécessaires pour une bonne croissance bactérienne (Eucast, 2003).

- **Préparation de l'inoculum**

Les souches bactériennes ont été repiqué sur milieu gélose nutritive par la méthode des stries serrées puis incubées à 37°C pendant 18h ou 24h afin d'avoir une culture jeune en phase exponentielle.

A partir de cette culture fraîche et pure de 18h, des colonies isolées sont raclées puis additionnés un volume 9ml d'eau physiologique stérile dans le but d'avoir une turbidité d'une concentration cellulaire estimée 10^8 UFC /ml, pour une absorbance de (0,08-0,1) à 625nm.

2.3.1. Méthode de diffusion à travers des disques de papier wattman (aromatogramme)

La méthode d'aromatogramme est la technique utilisée pour tester l'activité antimicrobienne du miel. Elle repose sur le pouvoir migratoire des extraits à l'intérieur d'une boîte de Pétri contenant un milieu de culture solide qui est la gélose Muller-Hinton selon les recommandations du comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie 1937.

Après standardisation, un volume moyenne de 150 μ L de la suspension bactérienne est prélevée puis étalé avec un écouvillon sur les milieux MH, en réalisant des stries serrées.

Par la suite on dépose un disque de papier wattman stérile contenant 30 μ L de la suspension de nos échantillons de miel.

Un témoin positif est réaliser en ensemençant les quatre souches bactériennes dans quatre boite contenant un milieu MH l'aide d'un écouvillon tout en réalisant des stries serrées.

Des disques d'antibiotiques sont déposés sur chacune des boites selon la soucheensemencée.

Puis les boites sont mises au réfrigérateur pendant environs 2h pour permettre la bonne diffusion des substances bioactives. Ensuite elles sont incubées à 37°C pendant 24 h dans une étuve.

La sensibilité bactérienne est déterminée par la mesure des diamètres de zones d'inhibition autour des disques de papier wattman des échantillons de miel.

Le diamètre de chaque zone d'inhibition est mesuré en mm en se référant à l'échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne donnée par (Ponce *et al.*,2003). (Annexe VI)

2.3.2. Combinaison des miels (recherche de la synergie)

À partir d'une boite pétrie contenant une souche pureensemencée à l'aide d'un écouvillon, puis nous procédons au dépôt des disques de papier wattman stérile préalablement imbibés des deux miels déférents avec un pourcentage de 50%, puis les placer au réfrigérateur pendant 2h, ensuite procéder à l'incubation à 37°C pendant 18h à 24 h (Villières B.,1987). (Tableau IX).

Tableau IX : Représente les différents miels recombines.

Les différents miels recombines	Pourcentage
Miel1	50%
Miel2	50%
Miel3	50%
Miel2	50%
Miel3	50%
Miel5	50%
Miel1	50%
Miel4	50%
Miel4	50%

Résultats et Discussion

1. Origine botanique des miels

Tableau X : Présentation des miels étudié après l’analyse pollinique :

Le Nom Présumé	Code	Origine géographique	Origine florale	Date de récolte	Famille après Identification
Chardon	M1	Bouira	Mono	Octobre 2022	Fagaceae Asteraceae Ericaceae Fabaceae
Romarin	M2	Bouira	Mono	Octobre 2022	Eruca sativa Brassicaceae
Rothm	M3	El-bayadh	Mono	Juin 2022	Quercus Fagaceae
Cresson	M4	Djelfa	Mono	Juin 2022	Eruca sativa Brassicaceae
Euphorbe	M5	Djelfa	Mono	Juin 2022	Fagaceae

Mélessopalynologie est l’étude des pollens présents dans le miel. Elle permet d’identifier les plantes butinées à l’origine de la production du miel, ce qui est d’un grand intérêt dans la détermination des appellations (Lequet, 2010).

D’après l’analyse Mélessopalynologie on peut donner une appellation finale pour chaque échantillon étudié.

D’après les résultats (voir Tableau X), la famille la plus dominante est Fagaceae suivi par Brassicaceae et Asteraceae, Ericaceae, et Fabaceae.

L’abondance des Fagaceae dans nos miels est un bon indicateur de l’importance de ces familles pour l’apiculture grâce à leur richesse en pollen, leur teneur très intéressante en protéines, minéraux et en fibre (Laallam, 2018).

D'après Crane (1991) Fabaceae, Asteraceae, Fagaceae sont des familles végétales mellifères qui prédominent les miels des différentes régions du monde.

Les miels du Nord Algérien présente un pourcentage élevé de pollen due à la richesse de la couverture végétale par rapport aux miels du sud et centre d'Algérie qui sont pauvres en pollen due à la sécheresse, suivie d'un rendement faible de miel (Makhlofi, 2010).

Makhlofi (2011) signale que la richesse en contenu pollinique diffère d'un échantillon à l'autre même dans la même région cette différence due aux différentes conditions édaphiques et climatiques, aux différentes méthodes d'extraction utilisées par les apiculteurs et à l'intensité de butinage.

2. Caractéristiques physico-chimiques

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus concernant l'ensemble des analyses physicochimiques réalisées.

Tableau XI : Résultats des paramètres physico-chimiques des miels analysés

Echantillon	pH	Acidité Meq /kg	Teneur en eau (%)	Indice de Brix (%)	HMF (mg /Kg)
M1	3,92±0,02	33,30±0,43	14±0,5	83±0,9	32,95±0,02
M2	3,85±0,04	40,83±0,76	18±0,1	85±0,5	39,95±0,07
M3	4,16±0,03	39,5±0,50	13±0,5	76±0,6	37,85±0,04
M4	4,08±0,01	37,86±0,7	13,85±0,07	74±0,7	35,96±0,06
M5	3,99±0,03	35,93±0,90	15±0,5	78±0,4	33,67±0,02
Norme	3,5-5,5	<50	18-20	45-60	40

M1 : Ericaceae, Asteraceae. **M2** : Eruca sativa **M3** : Quercus. **M4** : Eruca sativa. **M5** : Fagaceae.

2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

L'analyse pH de miel permet de fournir une bonne indication sur son origine et d'apporter de précieux indices sur son aptitude à résister plus ou moins bien à la dégradation au cours de stockage (Jeanne, 2005).

Selon Cavia *et al.*, (2007), tous les miels sont acides, avec des valeurs de pH généralement comprise entre 3,2 et 5,5.

Les valeurs de pH de nos miels, sont entre $3,85 \pm 0,04$ pour M2 et $4,16 \pm 0,03$ pour M3 avec une valeur moyenne égale à $3,99 \pm 0,03$ pour M5. Pour le M1 et M4 les résultats sont respectivement : $3,92 \pm 0,02$ et $4,08 \pm 0,01$. Les résultats obtenus montrent que tous les miels sont acides et dans la limites standard (3,40-6,10) (Codex Alimentarius ,2001) (voir Tableau XI).

Schweitzer (2005), a signalé que l'origine florale joue un rôle pour la classification des miels, ainsi un miel de nectar présente un pH acide de 3,5 à 4,5. Par contre, les miels de miellat ont un pH moins acide avec un pH supérieur à 4,5.

Le pH de nos échantillons est inférieur à 4,5 ; cela confirme qu'ils sont de nectar. Mekious *et al.* (2015) ont signalé que les miels de *Zizyphus lotus* présentent un pH plus élevée jusqu'à 5,1.

Nos résultats proches de ceux d'Alqarni (2016) sur les miels de l'Arabie Saoudite et Abselami *et al.* (2018) sur les miels de Maroc (3.53 à 4.94).

D'après Doukani *et al.* (2014), tous les miels Algériens sont de nature acide avec pH qui varie entre 3,70 et 4,05. Ces valeurs sont similaires à celle rapportées pour d'autres échantillons de miels provenant Inde, L'Espagne (Shobham, 2017).

2.2. Acidité libre

L'acidité est un critère de qualité important, elle donne des indications sur l'état du miel. Les valeurs de l'acidité libre des miels analysés varient de $33,30 \pm 0,43$ à $40,83 \pm 0,76$ meq/Kg. Le Codex Alimentaires et la directive européenne de 2001 citent une valeur de référence pour l'acidité libre et prescrivent une limite maximale de 50 meq/kg pour les miels de qualité et absence de fermentation indésirable. Tous nos échantillons de miel sont

conformes aux normes de qualité Préconisées. Cela indique l'absence de fermentation indésirable (Ajlouni et Sujirapinyokul, 2010 et Fallico *et al.*, 2004).

Les valeurs d'acidité libre de nos échantillons de miel: M1 : $33,30 \pm 0,43$, M2 : $40,83 \pm 0,76$, M3 : $39,5 \pm 0,50$, M4 : $37,86 \pm 0,77$, et M5 : $35,93 \pm 0,90$ sont proche à celles trouvées par Doukani *et al.* (2014) : 19,56 à 38,91 meq/kg et par Achour *et al.* (2014) : 10 à 40 meq/kg (voir Tableau XI).

D'après Schweitzer (2004), La variation de l'acidité dans les différents miels peut être attribuée à l'origine florale ou à des variations en raison de la saison de la récolte. L'acidité naturelle du miel s'accroît lorsque le miel vieillit ; notamment lorsqu'il s'altère par fermentation.

2.3. Hydroxymethylfurfural (HMF)

L'hydroxymethylfurfural (HMF) est connu comme étant l'indicateur de la fraîcheur et le surchauffé du miel. C'est une molécule qui apparait au cours du processus de vieillissement du miel et ce processus est accéléré si les miels sont chauffés ou s'ils sont très acides (Pita-Calvo et Vasquez, 2017).

Selon Nozal *et al.* (2001), le taux de HMF est un indice de qualité de plusieurs variétés d'aliment. Il fournit toutes les informations nécessaires concernant l'exposition à la chaleur du miel. Il y a des différences entre les miels floraux et les miellats, entre les miels d'origine botanique diverses, en fonction aussi des variations importantes de pH et l'acidité libre.

Nos résultats sont conformes aux normes fixées par le Codex Alimentarius (2001) qui sont de 60mg/kg pour le HMF, à l'exception des miels provenant des pays ou des régions avec des températures tropicales (80 mg/kg) et des miels avec un faible niveau enzymatique (15mg/kg).

L'analyses des échantillons de miel a révèlè des teneurs en HMF qui sont de $32,95 \pm 0,02$ mg/kg et $39,95 \pm 0,07$ mg/kg, respectivement pour les miels de Nord M1 et M2. Pour le miel semi-aride M3, la valeur enregistré est de $37,85 \pm 0,04$ mg/kg, les miels de sud M4 et M5 sont de : $35,96 \pm 0,06$ mg/kg et $33,67 \pm 0,02$ mg/kg respectivement (voir Tableau XI)

Les cinq miels sont de l'année précédente (2022) et dont les conditions de stockage sont inconnues. Nos valeurs étaient incluses dans l'intervalle rapporté par Makhloufi,(2001), sur les miels Algériens qui a mentionné des valeurs entre 9,6 et 157,4 mg/kg avec une moyenne de 42,6mg/kg. Nos résultats sont supérieurs de ceux rapportés par

(Khalil *et al.* (2012) sur les miels Algériens (15,23 à 24,21 mg/kg), et se rapprochent de ceux trouvés par (Matovic *et al.*,2018) sur les miels du Maroc (2,20 à 25,49 mg/kg).

Nos résultats proches celle de Boussaid *et al.* (2018) sur les miels de Tunisie (12,07 à 25,49 mg/kg), et aussi inclus dans la fourchette des résultats trouvés par (Abdulaziz *et al.*,2012) sur les miels de L'Arabie Saoudite (2,21 à 168 mg/kg) et (Habib *et al.*,2014) sur les miels de la région aride (0,17 à 79,26 mg/kg).

Selon Ouchemoukh(2012), la formation de HMF est d'autant plus rapide que les miels sont plus acides. Cette conclusion est confirmée par nos échantillons des miels étudiés.

2.4. Teneur en eau

La teneur en eau est un facteur hautement important, car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et renseigne sur sa stabilité biochimique, notamment sa fermentation et une éventuelle cristallisation aux cours du stockage (Kuçuk *et al.*, 2007).

La teneur en eau est un élément important dans l'évaluation du degré de maturité du miel et de sa durée de vie. Généralement, une quantité d'eau élevée provoque la fermentation du miel, la perte de sa saveur et de sa qualité (Fahim *et al.*, 2014).

La teneur en eau des miels analysés varie de $13\pm 0,5\%$ (M3) à $18\pm 0,1\%$ (M2). Ces valeurs obtenues sont presque inférieures à la limite maximale fixée par Codex Alimentarius (2001), qui est de 20%. Cela indique, que les échantillons de miel analysés ont révélé un bon stockage, une bonne maturation et un très faible risque de fermentation.

Les échantillons M1, M4 et M5 présente des teneurs inférieurs à 15% sont respectivement de : $14\pm 0,5\%$, $13,85\pm 0,07\%$ et $15\pm 0,5\%$. (Tableau XI)

Nos valeurs sont proches de celles trouvées par Makhloufi *et al.* (2010) sur les miels Algériens 13,90% à 20,20%, sont inclus dans l'intervalle trouvé par Abselami *et al.*,2018 sur les miels Maroc 15,80% à 21,70%.

2.5. Degré de Brix

Le miel est principalement constitué de glucide qui sont exprimé par le degré de Brix (Conti *et al.*, 2014). Les valeurs de la matière sèche des miels étudiés sont comprises entre $70\pm 0,6\%$ à $85\pm 0,5\%$ pour M3 et M2, par contre pour les échantillons M1, M4 et M5, les valeurs enregistrées sont de : $83\pm 0,9\%$, $74\pm 0,7\%$ et $78\pm 0,4\%$, respectivement. Ces valeurs sont dans la fourchette fixée par le Codex Alimentarius (2001). Cela confirme que les échantillons de miel utilisés dans cette étude sont vraisemblablement non adultérés (voir Tableau XI).

Nos résultats sont proches de ceux obtenus par Zerrouk *et al.* (2011) sur les miels de l'Algérie (80,17 à 84,73%), Kumar *et al.* (2018) sur les miels Indien (77,95 à 80,02%), Habib *et al.* (2014) sur les miels des régions aride des Emirats Arabes Unis (77,90 à 83 %), et inclus dans l'intervalle rapporté par Kavanagh *et al.* (2019) sur les miels de l'Irlande (65,42 à 85,42%).

Ces variations peuvent être à l'origine botanique des plantes à partir desquelles le miellat ou le nectar a été récolté, à l'environnement, au climat et aux conditions de stockage (Ouchemoukh *et al.*, 2012).

2.6. Dosage des polyphénols totaux du miel

Les composés phénoliques sont les principaux composants responsables de l'activité antioxydante du miel (Bueno-costa *et al.*, 2016).

Tableau XII : Résultats dosage polyphénol et l'activité antioxydant (DPPH).

Miel	Dosage polyphénols mg EAG/100g	DPPH (%)
M1	$8,53\pm 0,7$	$16,90\pm 0,7$
M2	$14,93\pm 0,4$	$21,30\pm 0,07$
M3	$8,63\pm 0,2$	$16,35\pm 0,5$
M4	$6,36\pm 0,6$	$13,90\pm 0,7$
M5	$10,14\pm 0,5$	$16,50\pm 0,50$

M1 : Ericaceae, Asteraceae. M2 : *Eruca sativa* M3 : Quercus. M4 : *Eruca sativa*. M5 : Fagaceae

Les résultats sont exprimés en terme d'équivalent d'acide gallique (l'équation standard de la courbe : $Y=0,0099x+0,0685$; $R=0,9843$.), en se référant à la courbe d'étalonnage (Annexe IV).

Selon les résultats du tableau XII, les valeurs enregistrées pour les miels du Nord M1 et M2 sont de $8,53\pm 0,7$ mg EAG/100g miel et $14,93\pm 0,4$ mg EAG/100g miel, respectivement. Pour le miel semi-aride M3, la valeur enregistrée est de $8,63\pm 0,2$ mg EAG/100g miel, et pour les miels de sud M4 et M5, elles sont de $6,36\pm 0,6$ mg EAG/100g miel et $10,14\pm 0,5$ mg EAG/100g miel, respectivement.

Nos résultats sont inférieurs à ceux rapporté par Rebiai *et al.*(2015) qui sont de 697,22 mg EAG/100g sur miels de l'Arabie Saoudite, et ils sont très faibles de ceux mentionnés par Ouchemoukh *et al.*(2016) sur les miels Algériens (90 à 318 mg EAG/100g miel).

Doukani et ses collaborateurs (2014), ont rapporté des valeurs comprises entre 166,11 à 427 mg EAG/100g miel dans quelques miels de l'Ouest Algérien. D'autre part, nos résultats sont proches à celles trouver par (Chouia, 2014) : $17,9\pm 2,37$ mg EAG/100g miel pour les miels de l'Algérie. Cette variation des miels peut être due les techniques de conservation et le climat, notons que nos miels sont issus de déférentes régions.

Selon Flores *et al.* (2015), la concentration en polyphénols dans le miel dépend fortement de son origine florale, géographique, de sa manipulation et de son stockage.

La variation des composes phénolique dans les échantillons de miel peut être liée à la préférence florale de chaque l'abeille (Oliveira *et al.*,2013). En outre, les niveaux élevés de polyphénols dans ces miels peuvent contribuer à leur couleur plus foncer (Ahmed *et al.*, 2016).

2.7. Détermination de l'activité antioxydante par le radical DPPH

Le radical DPPH est l'un des substrats les plus généralement utilisés pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radical et la simplicité de l'analyse (Doukani *et al.*,2014).

Les résultats obtenus sont de $13,90\pm 0,7$ % pour le miel M4 ayant la teneur la plus faible en composés phénoliques $6,36\pm 0,6$ mg EAG /100g, tandis que le miel M2 a enregistré une plus forte activité antioxydante de $21,30\pm 0,07\%$ avec une teneur en polyphénols de $14,93\pm 0,4$ mg EAG/100g. Les autres échantillons, M1, M3 et M5 ont enregistré les valeurs suivantes : $16,90\pm 0,7\%$, $16,35\pm 0,5\%$, $16,50\pm 0,14\%$ (voir Tableau XII).

Les résultats de nos échantillons sont dans l'intervalle des valeurs mentionné par Ferreira *et al.* (2009) sur les miels du Portugal (8,4 à 16,9%) et ceux obtenus par Can *et al.*(2015) sur les miels de la Turquie (12,56 à 152,40%). Par contre, ils sont inférieure a ceux rapporté par Islam *et al.*(2012) sur les miels de Bangladesh (33,60à 97,5%), et a ceux obtenus par Noor *et al.*(2014) sur les miels de Pakistan (30,5 à 77,43%), et aussi à ceux rapporté par Diafat, (2017) sur les miels Algériens (27,6 à 47,50%).

Les valeurs obtenues sont inférieures à celle rapportées par Sime *et al.*(2015) d'une (18,4±1,6% et 51,4 %).

Abdellah *et al.* (2020) ont trouvé que deux variétés du miel de la steppe algérienne (*Euphorbia cheiradenia* et *Noaeamucronata*) présentent une activité antioxydante importante avec des valeurs de 159,37 % pour le miel d'*Euphorbia cheiradenia* et de l'ordre de 176,93% pour le miel *Noaeamucronata*.

L'étude faite par Omani *et al.* (2019) sur deux variétés de miels de la région de Skikda, montre que les miels possèdent une activité antioxydantede106, 38%pour miel monoflorale.

L'activité antioxydante du miel dépend en grande partie de la composition chimique (les polyphénols, flavonoïde etc....) (Noor *et al.*, 2014). Cette conclusion est confirmée par les résultats de nos échantillons des miels analysés.

3.Évaluation de l'activité antimicrobienne et effet synergie

L'évaluation de l'activité antimicrobienne des cinq échantillons du miel avec des concentrations déférentes son été effectuée sur quatre espèces bactériennes, deux Gram positif : *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* et deux Gram négative *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*. (voir tableau XV)

Tableau XIII : Diamètre des zones d'inhibition de l'effet des antibiotiques vis-à-vis des souches testées

Antibiotique	<i>B.cereus</i>	<i>E. coli</i>	<i>P.aeruginosa</i>	<i>S.aureus</i>
Ampicilline	Résistante	12mm±0,00	19mm±0,00	34mm±0,00
Gentamicine	23mm±0,00	23mm±0,00	22mm±0,00	27mm±0,00

Tableau XIV : Diamètre des zones d'inhibition de l'effet des miels testés sur les souches bactériennes.

Souches	M1	M2	M3	M4	M5
<i>B.cereus</i>	Résistante	Résistante	Résistante	8mm±0,00	10mm±0,00
<i>E. coli</i>	10mm±0,00	7mm±0,00	8mm±0,00	7mm±0,00	9mm±0,00
<i>P.aeruginosa</i>	8mm±0,00	9mm±0,1	10mm±0,1	9mm±1	10mm±0,5
<i>S.aureus</i>	10mm±0,2	9mm±0,00	12mm±0,00	9mm±0,00	10mm±0,00

M1 : Ericaceae ,Asteraceae. M2 : Eruca sativa M3 : Quercus. M4 : Eruca sativa. M5 : fagaceae

Tableau XV: Diamètre des zones d'inhibition de l'effet de synergie des miels vis-à-vis des souches bactériennes

Souches	M2/M3	M2/M1	M3/M5	M1/M4
<i>E. coli</i>	8mm±0,1	9mm±0,00	10mm±0,00	8mm±0,00
<i>P.aeruginosa</i>	8mm±0,00	11mm±0,3	12mm±0,00	11mm±0,00
<i>S.aureus</i>	9mm±0,5	13mm±0,00	12mm±0,00	14mm±0,00

M1 : Ericaceae, Asteraceae/. M2 : Eruca sativa M3 : Quercus/M2 : Eruca sativa
M3 : Quercus. / M5 : fagaceaeM4 : Eruca sativa. /M1 : Ericaceae, Asteraceae

NB : le diamètre de disque de papier Wattman est inclus dans les mesures.

❖ *Bacillus cereus*

Bacillus aureus présente une résistance vis-à-vis des échantillons (M1, M2et M3). Par contre pour les échantillons (M4et M5), les zones d'inhibition sont 8mm±0,00 et 10mm±0,00, respectivement. Pour les antibiotiques, la souche de *B. cereus* est résistante à l'Ampicilline par contre, elle est sensible à Gentamicine (23mm±0,00).

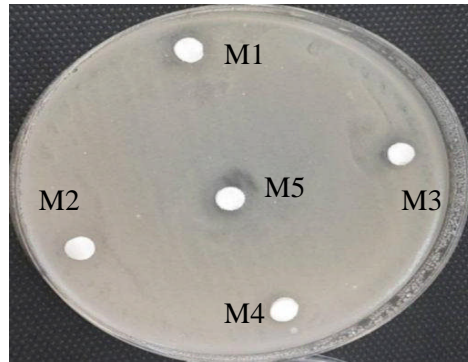


Figure 9 : Effet antibactérien des miels vis-à-vis de *Bacillus cereus*.
M1 : Ericaceae, Asteraceae. M2 : Eruca sativa M3 : Quercus. M4 : Eruca sativa. M5 : fagaceae

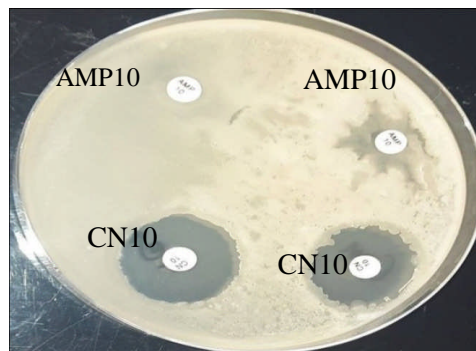


Figure 10 : Effet des antibiotiques vis-à-vis de *Bacillus cereus*.
Gentamicine (CN10) Ampicilline (AMP10)

❖ *Escherichia coli*

Le diamètre des zones d'inhibition pour *E. coli* varie entre $7\text{mm}\pm 0,00$ à $23\text{mm}\pm 0,00$. Le M1 a enregistré une zone d'inhibition importante ($10\text{mm}\pm 0,00$), par contre les échantillons M2, M3, M4 et M5, ont enregistrées des zones d'inhibition faible : $7\text{mm}\pm 0,00$, $8\text{mm}\pm 0,00$, $7\text{mm}\pm 0,00$ et $9\text{mm}\pm 0,00$ (voir Tableau XIV).

Pour effets synergie les miels testés sont enregistrées les diamètres suivent : M2/M3 : $8\text{mm}\pm 0,1$, M1/M2 : $9\text{mm}\pm 0,00$, M3/M5 : $10\text{mm}\pm 0,00$ et M1/M4 : $8\text{mm}\pm 0,5$ ces résultats signifiant que les zones d'inhibitions faible. (Tableau XV)

Activités inhibitrice des antibiotiques étudiées sur *E. coli* était supérieurs à celle des échantillons (AMP : $12\text{mm}\pm 0,00$ et GN : $23\text{mm}\pm 0,00$). (Tableau XIII)

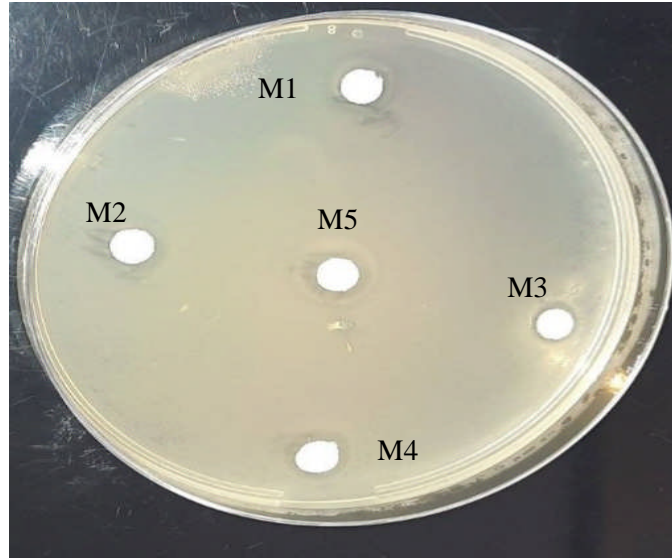


Figure11 : Effet antibactérien des miels vis-à-vis d'*Escherichia coli*.
M1 : Ericaceae, Asteraceae. M2 : Eruca sativa M3 : Quercus. M4 : Eruca sativa. M5 : fagaceae

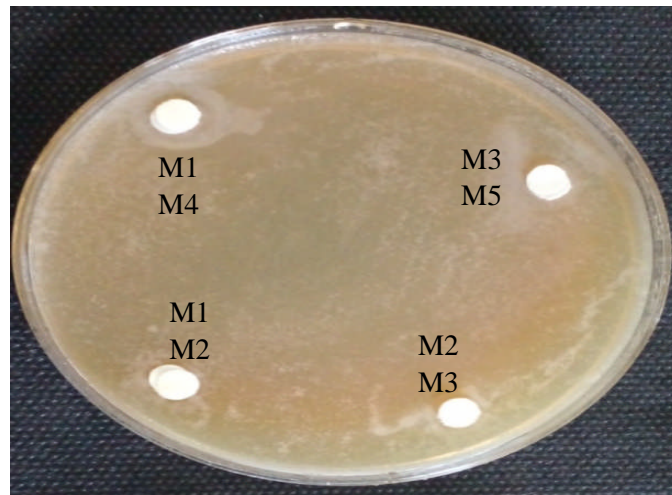


Figure 12 : Effet antibactérien des combinaisons des miels vis-à-vis d'*Escherichia coli*.
M1 : Ericaceae, Asteraceae/M2 : Eruca sativa M3 : Quercus/M2 : Eruca sativa
M3 : Quercus. / M5 : Fagaceae M4 : Eruca sativa. /M1 : Ericaceae, Asteraceae

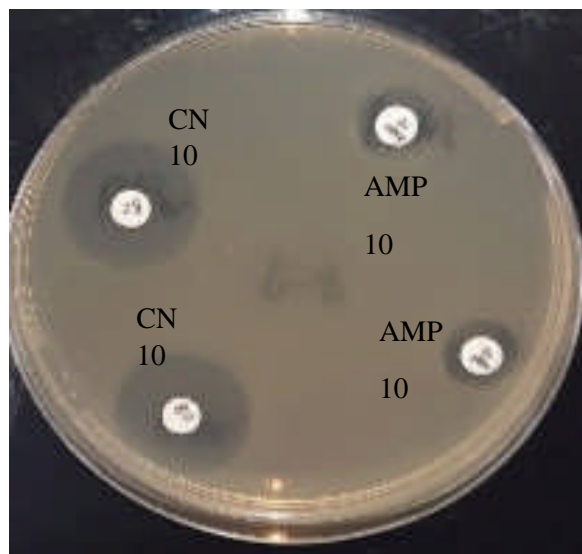


Figure 13: Effet des antibiotiques vis-à-vis d'*Escherichia coli*.
Gentamicine (CN10) Ampicilline (AMP10)

❖ *Pseudomonas aeruginosa*

Le diamètre des zones d'inhibition de *Pseudomonas aeruginosa* varie entre $8\text{mm}\pm 0,00$ à $22\text{mm}\pm 0,00$.

Selon les résultats d'aromatogramme de la souche *Pseudomonas aeruginosa*, les zones d'inhibition sont plus importantes par rapport aux deux souches précédentes *E. coli* et *B. cereus*. Les valeurs enregistrées sont : M1 : $8\text{mm}\pm 0,00$, M2 : $9\text{mm}\pm 0,1$, M3 : $10\text{mm}\pm 0,1$, M4 : $9\text{mm}\pm 1$ et M5 : $10\text{mm}\pm 0,5$ (voir Tableau XIV).

Pour les effets de synergie, la combinaison entre les miels M3/M5a enregistrée une zone d'inhibition importante de $12\text{mm}\pm 0,00$. Pour les deux autres combinaisons, le M1/M2 et M1/M4, les zones d'inhibition enregistrées sont de $11\text{mm}\pm 0,3$, et $11\text{mm}\pm 0,00$ respectivement. Par contre, la combinaison des deux miels M2/M3 a enregistré la plus faible valeur $8\text{mm}\pm 0,00$ (voir Tableau XV).

En remarque, que les effets inhibiteurs des miels sont inférieurs aux effets des antibiotiques (AMP : $19\text{mm}\pm 0,00$ et GN : $22\text{mm}\pm 0,00$) (voir Tableau XIII).

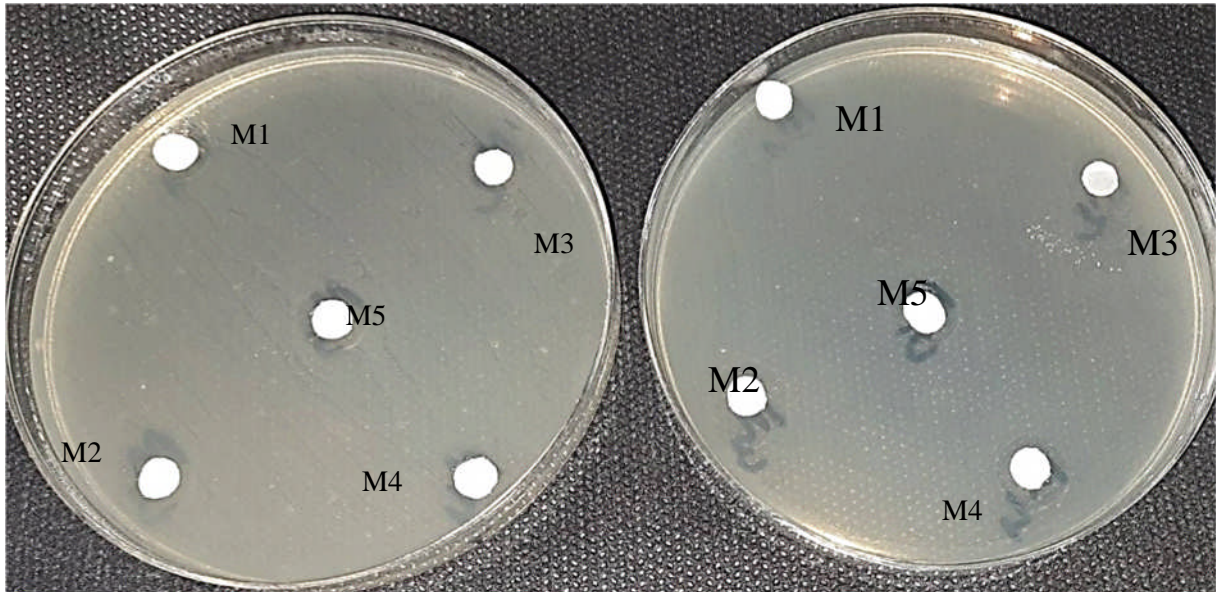


Figure 14 : Effet antibactérien des miels vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*.
M1 : Ericaceae, Asteraceae. **M2** : *Eruca sativa* **M3** : *Quercus*. **M4** : *Eruca sativa*. **M5** : fagaceae

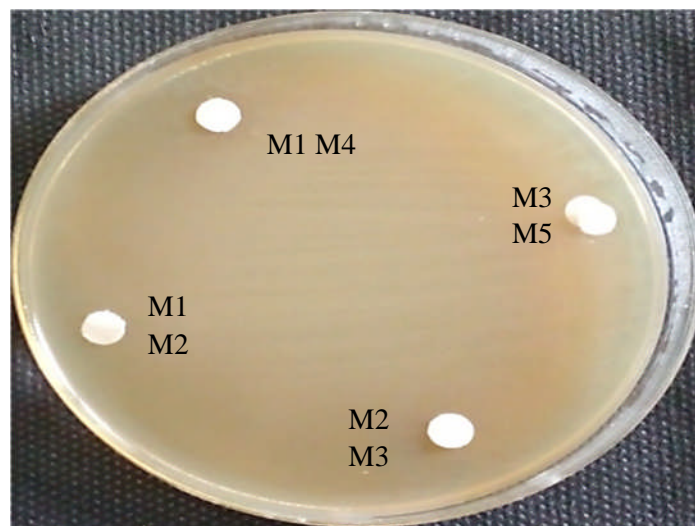


Figure 15 : Effet antibactérien des combinaisons des miels vis-à-vis *Pseudomonas aeruginosa*

M1 : Ericaceae, Asteraceae/. **M2** : *Eruca sativa***M3** : *Quercus*/**M2** : *Eruca sativa*
M3 : *Quercus*. / **M5** : Fagaceae **M4** : *Eruca sativa*. /**M1** : Ericaceae, Asteraceae

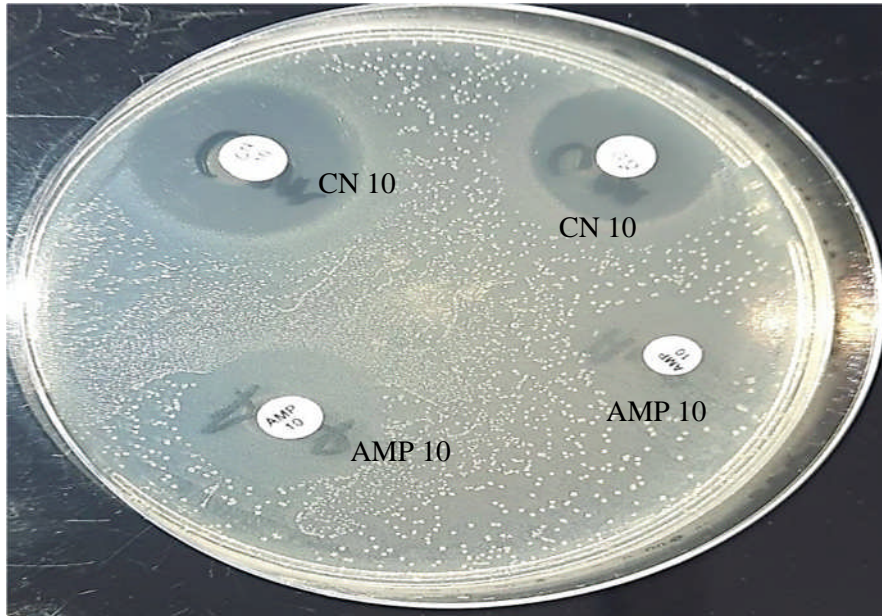


Figure 16 : Effet des antibiotiques vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa*
Gentamicine (CN10) Ampicilline (AMP10)

❖ *Staphylococcus aureus*

Pour les d'aromatogrammes sur la souche *Staphylococcus aureus*, l'effet des cinq miels sont plus importants que sur autres souches. Les diamètres des zones d'inhibition sont : M1 : $10\text{mm}\pm 0,2$, M2 : $9\text{mm}\pm 0,00$, M3 : $12\text{mm}\pm 0,00$, M4 : $9\text{mm}\pm 0,00$ et M5 : $10\text{mm}\pm 0,00$. D'après ces résultats, le miel M3 a enregistré la valeur la plus importante que M2 et M4 ils ont des zones faibles (Tableau XIV).

Pour l'effet de synergie, le M1/M4 a enregistré une zone remarquable de $14\text{mm}\pm 0,00$ par rapport aux combinaisons des miels M2/M3 ($9\text{mm}\pm 0,5$), M1/M2 : ($13\text{mm}\pm 0,00$) et M3/M5 ($12\text{mm}\pm 0,00$) (voir Tableau XV).

Pour l'activité des antibiotiques vis-à-vis de *S. aureus*, les valeurs des zones d'inhibition sont plus importantes : (AMP : $34\text{mm}\pm 0,00$ et GN : $27\text{mm}\pm 0,00$) (Tableau XIII).

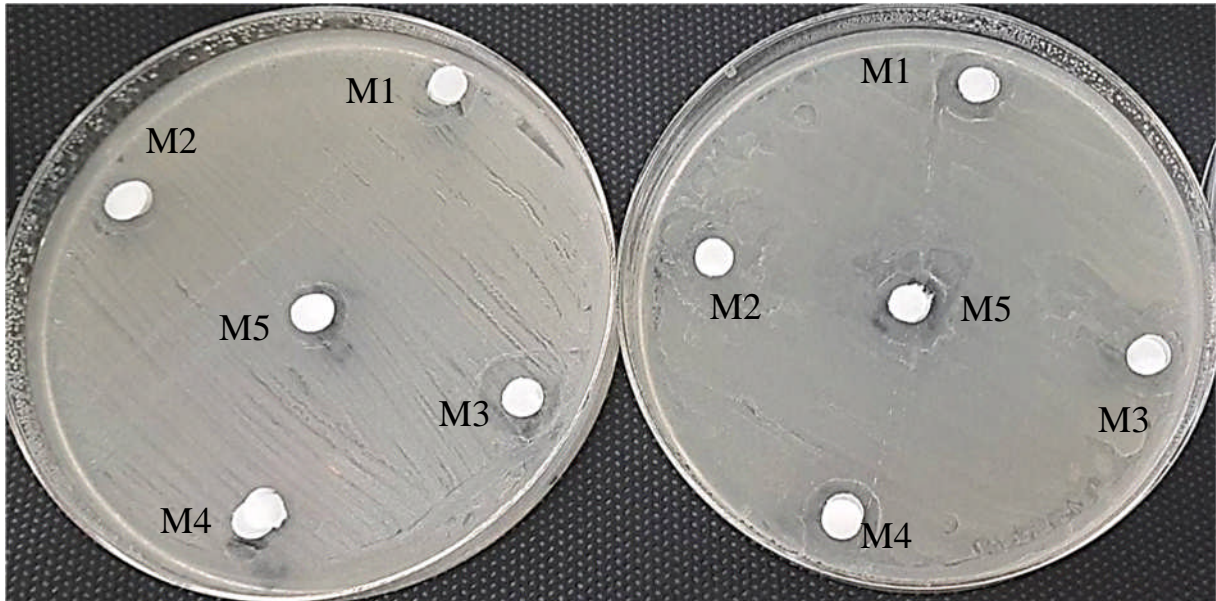


Figure 17 : Effet antibactérien des miels vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*.
M1 : Ericaceae, Asteraceae. **M2 :** *Eruca sativa* **M3 :** Quercus. **M4 :** *Eruca sativa*. **M5 :** Fagaceae

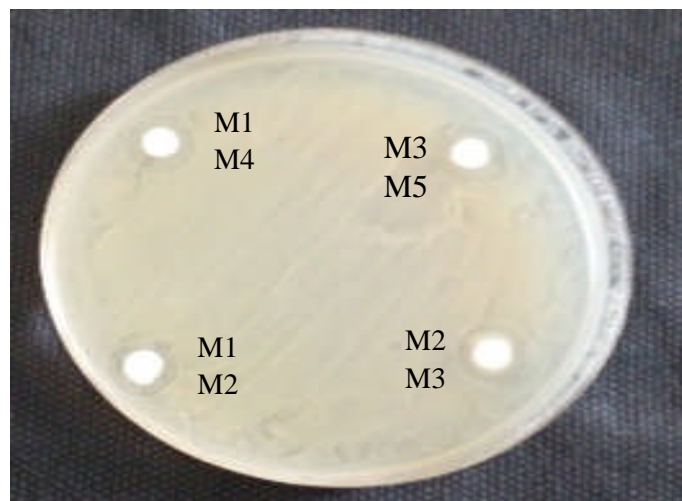


Figure 18 : Effet antibactérien des combinaisons des miels vis-à-vis *Staphylococcus aureus*.
M1 : Ericaceae, Asteraceae/. **M2 :** *Eruca sativa* **M3 :** Quercus/ **M2 :** *Eruca sativa*
M3 : Quercus. / **M5 :** Fagaceae **M4 :** *Eruca sativa*. / **M1 :** Fagaceae, Asteraceae

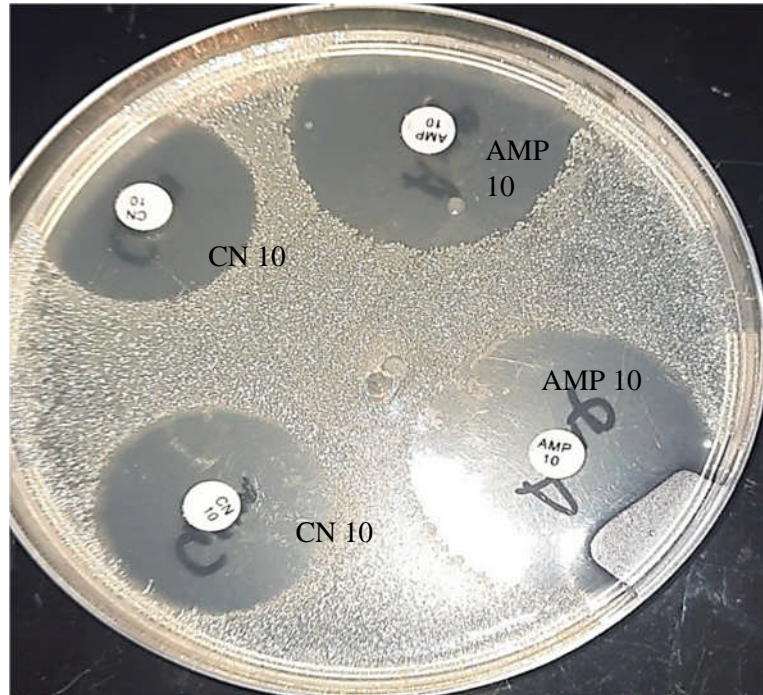


Figure 19 : Effet des antibiotiques vis-à-vis de *Staphylococcus aureus*
Gentamicine (CN10) Ampicilline (AMP10)

Selon l'échelle de l'estimation de l'activité antibactérienne mentionné par Mutai *et al.* (2009), Les diamètres des zones d'inhibition sont classés en 5 classes :

- Très fortement inhibitrice : $D \geq 30\text{mm}$.
- Fortement inhibitrice : $21\text{mm} \leq D \leq 29\text{mm}$.
- Modérément inhibitrice : $16\text{mm} \leq D \leq 20\text{mm}$.
- Légèrement inhibitrice : $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{mm}$.
- Non inhibitrice : $D \leq 10\text{mm}$.

Selon cette échelle, les cinq échantillons de miels présentent une activité inhibitrice légère.

D'après les résultats de l'évaluation de l'activité antimicrobienne, on peut constater que l'effet de miel seul est plus important par rapport à l'effet de synergie.

Les souches *E. coli*, *P. aeruginosa* et *S. aureus* sont plus sensibles à l'effet des cinq échantillons de miel par rapport à *B. cereus*.

D'après Iurlina et Fritz, (2005), le faible pH et l'activité de l'eau et la forte concentration en sucre du miel empêchent la croissance de nombreux microorganismes.

- Effet de pH

Le pH du miel est relativement acide, il varie entre 3,85 et 4,16. Cette acidité est principalement due à sa teneur en acide gluconique et en gluconolactone. Le pH du miel semble être suffisamment bas pour ralentir ou éviter la croissance de nombreuses espèces pathogènes (Bogdanov et Blumer, 2001).

- **Effet Osmolarité :** Les miels sont des solutions concentrées en sucres. Leur teneur en eau varie entre 13% et 15%. Le miel agit ainsi d'une manière osmotique et absorbe l'eau vitale des agents pathogènes (Bogdanov et Blumer, 2001).

- Il y'a aussi des facteurs photochimiques qui ont une activité antibactérienne comme : les alcools benzyliques, acides phénoliques et les flavonoïdes (Almahdi et Kamaruddin, 2003).

Nos résultats sont proches de ceux rapportés par Merah *et al.*(2010) qui ont mentionné que le miel présente une plus grande efficacité sur *Staphylococcus aureus*.

La variation observée dans l'activité antimicrobienne globale peut être due à des modifications du niveau du peroxyde d'hydrogène qui détruit de façon irréversible les systèmes actifs des cellules de micro-organismes (Othman, 2014).

4. Résultat de l'analyse statistique

4.1. Analyse de la corrélation entre le DPPH et la concentration en polyphénols

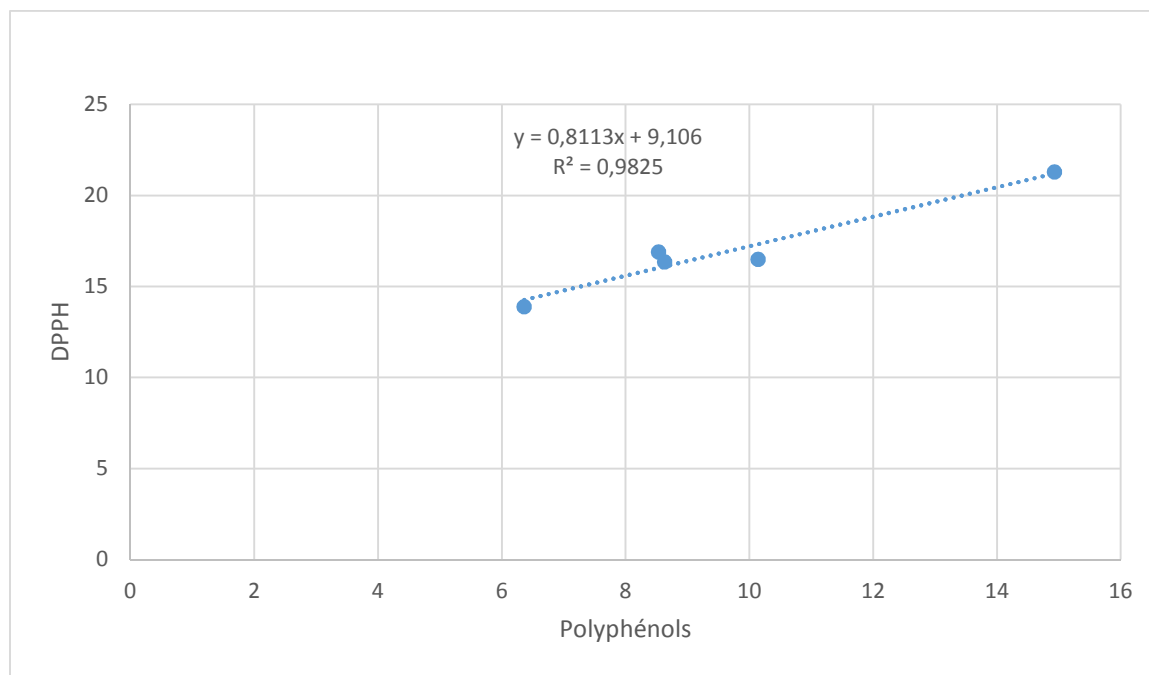


Figure 20 : Représentation graphique de l'analyse de la corrélation entre le DPPH et la concentration en polyphénol.

Ce graphe (Fig. 22.) permet de constater que les deux paramètres ont une relation de corrélation. Ce qui veut dire, que les deux variables bougent dans la même direction. Dans la littérature scientifique, Plusieurs études ont montré que l'activité antioxydante de radicale DPPH est fortement corrélée avec la concentration en composés phénolique.

Le coefficient de corrélation obtenu dans notre étude est fortement positif $r=0,98$. Ce résultat montre l'implication linéaire des composés phénoliques et le radical DPPH dans l'activité antioxydante.

Cette conclusion est confirmée par une l'étude de Al Mamary *et al.* (2002) qui ont montré que l'activité antioxydante des différents miels dépendait essentiellement de leur concentration en composés phénolique. Par ailleurs, plusieurs études sur l'activité antioxydante de miel ont conclu cette corrélation positive.

D'après les résultats de notre étude, on constate qu'il existe une relation étroite entre la concentration des polyphénols dans les miels avec l'activité antioxydante donc l'augmentation des polyphénols influence sur l'activité élevée du radical libre DPPH.

4.2. Matrice de corrélation des paramètres étudiés

Tableau XVI : Résultats des paramètres étudiés.

Miels	pH	Acidité Meq /kg	HMF (mg/Kg)	Teneur En eau %	Indice de Brix %	Polyphénol Mg EAG/100g	DPPH %	Analyse Antimicrobienne mm
M1	3,92	33,3	32,95	14	83	8,53	16,90	9,33
M2	3,85	40,83	39,95	18	85	14,93	21,30	8
M3	4,16	39,50	37,85	13	70	8,63	16,35	10,33
M4	3,66	37,86	35,96	13,85	74	6,36	13,90	8
M5	4,08	35,93	33,67	15	78	10,14	16,50	10,25

M1 : Ericaceae, Asteraceae. M2 : Eruca sativa .M3 : Quercus M4 : Eruca sativa M5 : Fagaceae

Tableau XVII: Matrice de corrélation des paramètres étudiés

	pH	Acidité	HMF	Teneur en eau	Indice de Brix	Polyphénol	DPPH	Analyse antimicrobienne
pH	1							
Acidité	0,18	1						
HMF	-0,16	0,96	1					
Teneur en eau	-0,70	0,42	0,50	1				
Indice de Brix	-0,87	-0,20	-0,031	0,76	1			
Polyphénols	-0,50	0,47	0,57	0,91	0,66	1		
DPPH	-0,56	0,41	0,55	0,85	0,78	0,97		1
Analyse antimicrobienne	0,78	-0,31	-0,40	-0,51	-0,42	-0,21	-0,22	1

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté trois groupes de corrélation :

1. Une corrélation fortement positive entre les paramètres suivants : (DPPH et polyphénols $r=0,98$) (Acidité et HMF avec $r=0,96$), (Teneur d'eau et Indice de Brix avec $r=0,76$), (Teneur d'eau et polyphénols avec $r=0,91$), (Teneur d'eau et DPPH avec $r=0,85$), (Indice de Brix et DPPH avec $r=0,78$), (pH et Analyse antimicrobienne avec $r=0,78$).
2. Une corrélation positive moyenne entre les paramètres suivant : (Acidité et Teneur d'eau avec $r=0,42$), (HMF et Teneur d'eau avec $r=0,50$), (Acidité et Polyphénols avec $r=0,47$), (HMF et Polyphénols avec $r=0,57$), (Indice Brix et Polyphénols avec $r=0,66$), (Acidité et DPPH avec $r=0,41$), (HMF et DPPH avec $r=0,55$), (pH et Acidité avec $r=0,18$).
3. Une corrélation négative entre les paramètres suivant : (pH et HMF avec $r=-0,16$), (Acidité et Indice Brix avec $r=-0,20$), (Polyphénols et Analyses Antimicrobienne avec $r=-0,21$), (DPPH et Analyses Antimicrobienne avec $r=-0,22$), (HMF et Indice Brix avec $r=-0,30$), (Acidité et Analyses Antibactérienne avec $r=-0,31$), (HMF et Analyses Antibactérienne avec $r=-0,40$), (Brix et Analyses Antibactérienne avec $r=-0,42$), (pH et Polyphénols avec $r=-0,50$), (Teneur d'eau et Analyses Antimicrobienne avec $r=-0,51$), (pH et DPPH avec $r=-0,56$), (pH et Teneur en eau avec $r=-0,70$), (pH et Brix avec $r=-0,87$).

La corrélation entre la teneur en eau et polyphénols : l'eau permet une meilleure extraction des polyphénols totaux, et pour obtenir des fractions riches en polyphénols, il est préférable d'employer des mélanges du solvant organique appropriée avec l'eau. L'addition de l'eau permet une augmentation de la solubilité des polyphénols, la teneur en eau influence sur la teneur des polyphénols (Mehryar *et al.*, 2011).

La corrélation entre l'acidité et Hydroxymethylfurfural : la molécule HMF apparait au cours du processus de vieillissement naturel du miel. Ce processus est accéléré si les miels sont chauffés ou sont très acides, l'analyse de la quantité d'HMF est donc une excellente méthode pour apprécier la qualité du miel : son vieillissement et son chauffage. (Ouchemoukh, 2012).

La corrélation entre Polyphénols et l'activité antioxydante (DPPH) : l'activité antioxydante de miel dépend fortement de la teneur en composé phénolique.

Bouyahya *et al.*, (2017) ont montré la corrélation linéaire entre les composés phénoliques et l'activité antioxydante.

La corrélation entre la teneur en eau et le DPPH : cette corrélation peut s'interpréter par l'augmentation de la teneur d'eau qui influence sur la stabilité chimique de l'activité antioxydante par la fermentation et les contaminations lorsque le taux d'humidité dans le miel élevé (Codex Alimentarius, 2001).

Conclusion

Notre étude consiste à la caractérisation de cinq échantillons de miel récoltés à travers trois wilaya déferents en Algérie (Bouira, El Bayadh et Djelfa).

Les principaux paramètres étudiés sont : Analyse physico-chimique des quelques paramètres (pH, acidité, HMF, teneur en eau, indice de Brix, dosage polyphénol, DPPH), analyse microbiologique et analyse pollinique.

Au terme de ce travail nous avons pu constater que la plupart des résultats physico-chimique sont situés dans la fourchette des valeurs recommandées par Codex Alimentarius. Ces paramètres permettent de déterminer le critère de qualité du miel, souvent utilisé dans le contrôle, elle dépendant 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'analyse pollinique permet la détermination de l'origine végétale et l'infirmerie des dénominations florales de miel, l'étude méliissopalynologie montre que sept familles botaniques sont présentes dans les miels analysés (*Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Ericaceae*, *Fagaceae*, *Erica sativa*, *Quercus*).

Dans la partie microbiologique, le miel inhibe effectivement la croissance bactérienne des Gram négative (*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*), et pour le Gram positif (*Staphylococcus aureus*) enregistrées des zones d'inhibition importantes par rapport à (*Bacillus cereus*).

Afin d'améliorer l'activité antimicrobienne des miels nous avons mené un couplage entre deux composants, suivant les résultats que nous avons obtenus expérimentalement, nous pouvons dire que le couplage des miels révèle une activité inhibitrice à cause des combinaisons entre leurs constituants, on constate que les miels analysés présentent des valeurs thérapeutiques, on conclut que le miel issu d'Algérie pourrait être utilisé comme agent thérapeutique contre de nombreuses maladies.

En comparant ces résultats aux antibiotiques utilisés, on constate que les miels analysés présentent une valeur thérapeutique importante. On en conclut que le miel issu d'Algérie pourrait potentiellement être utilisé comme agent thérapeutique contre les infections bactériennes, en particulier pour les souches bactériennes testées.

Perspectives :

- Effectuer des analyses physico-chimiques sur une large gamme d'échantillons de miel,
- Effectuer des tests antibactériens sur une large gamme de microorganisme pathogène et résistant pour démontre l'efficacité du miel et ses propriétés thérapeutiques.

Enfin, le miel serait une excellente source pour le traitement des maladies et pourrait être un produit thérapeutique intéressant.

Références bibliographiques

Abdellah F., Makhloufi C., Boukraa L., Hammoud M., Safa A., Dellel N., Benamara A., Benhadiri M., Marouf N., Benaraba R., (2020). Physicochemical Properties and Antibacterial and antioxidant Activity of Two Varieties of honey from Algerian Steppe. *Journal of Apitherapy and Nature*, 3(2): 59-74.

Abselami A., Tahani A., Sindic M., Fauconnier M.L., Bruneau E. And Elbachiri A. (2018). Physicochemical Properties of some Honeys produced from different Flora of Eastern Morocco. *J. Mater. Environ. Sci*, 9(3): 879-88

Abselami A., Tahani A., Sindic M., Fauconnier M.L., Bruneau E. Elbachiri A. (2018). Physicochemical Properties of some Honeys Produced from Different Flora of Eastern Morocco. *Journal Materials and Environnemental Science. C* (3) :879-889.

Achour H. et Khali, M. (2014). Composition physico-chimique des miels Algériens : Determination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Sci* 10 :127-136.

Ahmed, M., Shafiq, M.I., Khaleeq, A., Huma, R., Abdul Qadir, M., Khalid, A., Ali, A et Samad, A. (2016). Physicochemical, Biochemical, Minerals Content Analysis, and Antioxidant Potential of National and International Honeys in Pakistan. *Journal of Chemistry* 10p.

Ajlouni, S. etSujirapinyokul, P. (2010). Hydroxymethylfurfuraldehyde and Amylase contents in Australien honey. *Food Chemistry*, 119(3), Pp.1000-1005.

Aljadi AM et Kamaruddin MY. (2004). Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of Two Malaysian floral honeys. *Food Chem.* 85, 513-518.

Al-Khalifa A.S., Al-Arifly I.A. (1999). Physicochemical characterestics and pollen Spectrum of some Saudi honeys. *J. Food Chem*, 67: 21–25.

Almahdi.MA, Kamaruddin .MY, 2003. Isolation and identification of phenolic acids in Malaysian honey with antibacterial Properties. *Türk J Med Sci.*33: 229-236.

Al-Mamary M, Al –Meeri A et Al-Habori M. (2015). Antioxidant activities and total phenolic of different types of Honey. *Nutr.Res.*22,1041-1047.

Al-Mamary M, Al-Meeri A et Al-Habori M. (2002). Antioxidant activities and total phenolic of different types of honey. *Nutr.Res.* 22, 1041– 1047.

Références bibliographiques

Alqarni A., Owayss A., Mahmoud A. (2012). Physicochemical characteristics, total phenols and pigments of national and international Honeys in Saudi Arabia. *Journal of Chemistry* 9, 114-120.

Alqarni A., Owayss A., Mahmoud A. (2016). Physicochemical characteristics, total phenols and pigments of national and international honeys in Saudi Arabia. *Journal of Chemistry* 9, 114-120.

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

Amiot M J, Auber S, Gonnet M et Tacchini M. (1989). Les composés phénoliques des miels : étude préliminaire sur l'identification et la quantification par familles. *Apidologie*. 20(2), 115– 125.

Amri A., Adjama A., Tahar A. (2007). Etude de quelques miels produits à l'est Algérien : Aspect physico- chimique et biochimique. *Revue Synthèse*.17 :57-63.

AOAC. (1995). Official méthodes of Analysis 16th Ed. Washington, DC: Association of Official Analytical.

AOAC. (1990). Official Methods of Analysis.15thd.In.K.Helrich.www.docteurabeille.com

Avisse I. (2014). Le grand traité de miels. Edition le sureau-2014. 107-167.

Badren M.A. (2016). La situation de l'apiculture en Algérie et les perspectives de développement .26.

Bakchich, B. ; Habati M. ; Benmebarek A. et Gherib A. (2018). Caractéristiques physicochimiques, concentrations des composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie). *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 6(1), Pp.118- 123.

BALAS F. (2015). Les propriétés thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en médecine générale revue de la littérature. These du doctorat, Université de Nice Sophia-Antipolis,86p.

Barra M.P.G., Ponce- Diaz M.C. (2010). Venegas-Gallegos, C. Volatile compounds in Honey produced in the central valley of Nuble province, Chile. *Chilean J. Agric. Res*, 70: 75-84.

- Bergmann A, Yanai J, Weiss J, Bell D, David MP (1983).** Acceleration of wound Healing by topical application of Honey. An animal model. American journal of Surgery.1983 ; 145 : 374.
- Blanc M., (2010)** – propriétés et usage medical des produits de la ruche. Thèse doctorat, Univ. Limoges, 142p.
- Bogdanov S, Jurendic T., Sieber R., Gallmann P.2008.** Honey for nutrition and Health: à Review. American Journal of the college of Nutrition (2008), 27(6) 677-689.
- Bogdanov S. (1997).** Nature and Origin of the Antibacterial Substances in Honey.Lebensm-Wiss. Technologies. P. 748-753.
- Bogdanov S. et Blumer.P.(2001).** Propriété antibiotique naturelles du miel. Revue Suisse apiculture : 107-114.
- BOGDANOV S., BIERI K., GREMAUD G., IFF D., KANZIG A., SEILER K., STOCKLI H. et ZURCHER K., 2003** - Produits Apicoles. 23 A Miel, 1-37.
- Bogdanov S., Martin P., Lüllman C., Borneck R., Morlot M., Heritier J., Vorwohl G., Russmann H., Persano-Oddo L., Sabatini A. G., Marcazzan G. L., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A. and Ivanov T. (1997).** Harmonised Methods of the European Honey Commission. Apidologie, 1– 59.
- Bogdanov S., Ruoff k. etOddo L.P. (2004).** Physicochemical méthodes for the Characterisation of uniflore honey. Apidol, 35: 4-17.
- Bogdanov S.; Martin P. and Ullmann C. (2002).** Harmonised methods of the international honey commission. Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld Switzerland.59p.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., etOddo, L. P. (2004).** Physicochemical Methods for the Characterisation of uniflore honeys: à Review. Apidologie, 35(1), S4-S17
- Bonté, F., et Desmoulière, A. (2013).** Le miel : origine et composition. Actualités pharmaceutique,52(531), Pp.18-21.
- Bogdanov S, Bieri k, Figar M, Figueiredo V, Iff D, Känzing A, Stöckli H and Zurcher K, (1995).** Miel : définition et directive pour l'analyse et l'appréciation. In livre suisse des denrées alimentaires, 1-26.

Bougdanov S., Tomislav J., Sieber R., Gallmann P. (2009). Honey for Nutrition and Health. American Journal of the College of Nutrition .677-689.

Boulaaba I-A (2019). Place du miel à l'officine. Thèse de pharmacie en pharmacie. Faculté de pharmacie. Université aux Marseille, pp 24-27.

Bous sahel S. (2011). Étude biochimique et histologique de l'effet de quelques extraits des plantes toxiques dans la région de Sétif. Mémoire de Magistère de Biologie et Physiologie végétale en Valorisation des ressources végétales. Université Ferhat Abbas Faculté des sciences, Sétif, pp.15-16.

Boussaid, A., Chouaibi, M., Rezig, L., Hellal, R., Donsi, F., Ferrari, G., et Hamdi S. (2018). Physicochemical and bioactive Properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. Arabian journal of Chemistry, 11(2), Pp 265-274.

Bouyahya, A., Abrini, J.A.E., Lagrouh, F., Dakka, N et Bakri, Y. (2017). Analyse phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante des échantillons du miel marocain. Phototherapies, 1-5.

Bozin B., Mimica-Duric N., Samojlik I., Goran A., et Igetic R., (2008). Phenolic as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L. Alliaceae). Food Chem, 111: 925-929.

Brand –Williams W., Cuvelier M. E. etBerset C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft& technologies Food science technology. Technology. 28 : 25-30.

Bruneau, E. (2002). Les produits de la ruche. In le traité Rustica de l'apiculture. Paris, Rustica.

Can Z, Yildiz O, Sahin H, Turumtay E A, Silici Set Kolayli S. (2015). An investigation of Turkish honeys: Their Physicochemical Properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. Food Chem. 180, 133-141.

Caravet C. (2009). Physicochemical characteristic and sensory profile of Honey samples from stingless bees (Apidae: Meliponinae) Submitted to a dehumidification process. Anais de Academia Brasileira de Ciências.143-149.

Cardinault, N. (2016). Soigner vous avec les produits de la ruche, Edition Thierry Saucar, vergèse, 213p.

Cavia M.M., Fernandez-Muino M.A., Alonso-Torre S.R., Huidobro J.F. and Sancho M.T. (2007). Evolution of acidity of honeys from continental climats: Influence of induced granulation. *J. Food Chem*, 100: 1728– 1733.

Cereser Camara V., Laux D. (2010). Moisture content in honey determination with a shear Ultrasonic réflectomètre. *J. Food Eng.*, 96: 93–96.

Chataway H.D. (1935). Honey tables, showing the Relationship between various hydrometer Scales and refractive index to Moisture content and weight per gallon of honey. *Can. Bee J*, 43: 215–220.

Chouia A. (2014). Analyses pollinique et caractérisation des composes phénoliques du miel naturel. Thèse doctorat en Biologie, Université Mouhamed Kheider Biskra. 62p.

Chouia A. (2014). Analyses polliniques et caractérisations des composes phénolique du miel naturel de la région d’Ain Zâaout, Mémoire magistère en Biologie, Université Mouhamed Kheider Biskra.62p.

Chouia A., 2014. Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d’Ain Zâaout. Mémoire en vue de l’obtention du diplôme de magistère en Biologie. Université Mohamed Kheider- Biskra. P 62.

Clément H. (2015). Le traité Rustica de l’apiculture (Edition Rustica). Paris, France. P 41-59.

Codex Alimentarius comission. (2001). Codex standard 12, Revised Codex Standard for Honey : 1-7.

Codex Alimentarius, (2001). Programme Mixte FAO/OMS Sur Les Normes Alimentaires. Commission du Codex Alimentarius. ALINORM 01/25, Pp. 1-31.

Codex Alimentarius. (2001). Revised codex standard for honey. Codex standard 12-1981, Rev, 1 (2) : 1-7.

Crane E. (1975). Honey: A Comprehensive Survey, Heinemann: London.

Crane E. (1991) Bees and Beekeeping: science, practice and World resources Heinemenn newnes, Oxford.

Darrigol, J (2007). Apithérapie : miel, pollen, propile, gelée royale p 34-35.

Diafat A., Benouadah A., Bahloul A., Meribai A., Mekhalfi H., Bouaziz F., Techache D., Laabachi H., Arrar L. (2017). Physicochemical Properties and pollen analyses of some Algérien Honeys. *International Food Research Journal* 24(4): 1453-1459.

Donadieu Y. (2004). Le miel. Thérapeutique naturelle. Edition MALOINE, Paris 3729.
Clement, H. (2002). Guide des miels. Paris, Rustica, 64p.

Donadieu Y. (2014). Introduction À l' Apithérapie. Apisite [enligne]. [Consultée 15/07/2022].
Disponible l' adresse <http://apisite.online.fr/donadieu1.htm>.

Donadieu Y., (1978). Le miel thérapeutique .2eme Ed Maloine S.A. Paris. P28.

Donadieu Y., (2008) - Les produits de la ruche. Thérapeutique naturelles. Édit, Maloine S. A, Paris.

Doukani G., Tabak S., Derrich A. et Hacini Z. (2014). Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens, *Revue Ecologie-Environnement*, 10, 37-49.

Doukani K., Tabak S., Derriche A., Hacini Z (2014). Etude physico-chimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. *Revue Ecologie –Environnement* 49.

Élodie C., 2013. Le miel : composition et technique de production. Mémoire de master de traduction italien-français. Université Sorbonne Nouvelle – Paris 3. P 103.

El-Sherbiny G.A. and Risk S.S. (1979). Chemical composition of both clover and Cotton honey produced in A.R.E. *J. Food Sci*, 7: 69.

Emmanuelle H., JULIE C. et Laurent G., (1996) - Les constituants chimique de Miel. Ecole National Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaire. APISERVICES, Galerie Virtuelle apicole.

Eucast., (2003). Determination of minimum inhibitory concentrations (MIC) of antibacterial agents by agar dilution. Eroupean committee for antimicrobial susceptibility testing (EUCAST)of the Eroupean society of clinical microbiology and infection diseases (ESCMID). Definitive Document E.3.1.2000.

Fallico B., Arena N. and Zappala M. (2003). Roasting of, hazelnuts. Role of oil in colour development and hydroxymethylfurfural formation. *Food Chem*, 81 : 569-573.

Fanny B. (2012). Les propriétés thérapeutiques du miel et leur domaine d'application en médecine générale : revue de la littérature. *Médecine humaine et pathologie*. Pp. 22-24.

Ferreira I C F R, Aires E, Barreira J C M et Estevinho L M. (2009). Antioxidant activity of Portuguese Honey samples: different contributions of the entire Honey and phenolic extract. *Food Chem.* 114, 1438-1443.

Flores M S R, Escudero O, Seijo M C. (2015). Assessment of Physicochemical and antioxidant characteristics of Quercus pyrenaica Honey dew honeys. *Food Chem.* 166, 101-106.

Gadaw A., Joubert C., Hansmann F. (1997). Comparison of the Antioxidant activity of aspalathin with that of other plant phenols of rooibos tea (*aspalathus linearis*), a tocopherol, BHT, and BHA. *JOURNAL OF AGRICURAL FOOD CHEMISTRY*.632-638.

Gharbi M. (2011). Les produits de la ruche : origines, fonctions naturelles, composition, propriétés thérapeutiques, Apithérapie et perspectives d'emploi en médecine vétérinaire. *Vetagro sup, campus vétérinaire de Lyon*,234p.

Gomes, S., Dias, L. G., Moreira, L. L., Rodrigues, P., et Estevinho, L. (2010). Physicochemical, microbiological and antimicrobial Properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48(2), Pp.544-548

Gonnet M. (1985). Le goût du miel. Edit, U.N.A.F, Paris, 146 p.

Gonnet M., (1982). Le miel, composition, propriétés et conservation. Echauffour (France) : Ed. OPIDA. INRA station expérimental apiculture. Pp 1-18.

Habib, H.M., Al Meqbali, F.T., Kamal, H., Souka, U.D. et Ibrahim, W.H. (2014). Physicochemical and biochemical Properties of honeys from arid regions. *Food Chemistry*, 153: 35-43.

Hoyet C., 2005. Le miel : de la source à la thérapeutique. Université Henri Poincaré- Nancy 1, faculté de pharmacie.106p.

Islam A, Khalil I, Islam N, Moniruzzaman M, Mottalib A, Sulaiman S A et Gan S.H. (2012). Physicochemical and antioxidant Properties of Bangladeshi Honeys stored for more than one year. *BMC Complement. Altern. Med.* 12, 177.

Iurlina, M.O., Fritz, R., 2005.Characterization of microorganisms in Argentinean honeys from different sources. *Int.J. Food Microbiol.* 105, 297-304.

Jean-Prost. (2005) apiculture. Connaitre l'abeille, conduire le rucher 7emme Edition, Tec et doc Lavoisier, 698.

Kasoniene V., Venskutonis P.R. and Ceksteryte V. (2010). Carbohydrate. Composition and electrical conductivity of different origin honys from Lithuania *LWT.j. Food SCI Technol*, 43(5) Pp. 801-807.

Kavanagh S., Gunnoo J., Passos T., Jane C., Stout M. and White B. (2019). Physicochemical Properties and phenolic content of honeys from different floral origins and from rural versus urban landscapes. *Food Chem*, 272: 66-75.

Kerkvliet JD; Screening method for the determination of peroxide accumulation in honey and relation with HMF content. *Apicult Res*,35, 110-117 (1996).

Khalil I., Moniruzzaman M., Boukraa L., Benhanifia M., Islam A., Islam N, Sulaiman S. A. and Gan S.H. (2012). Physicochemical and Antioxidant Properties of Algerian Honey.*Molecules*, 17: 11199-11215.

Koehler, S. (2015). Le miel dans la cicatrisation des plaies : un nouveau médicament, thèse, le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de lorraine faculté de pharmacie 106p.

Koudegnan, C. (2021). Caractérisation physico-chimique des miels de la zone Guinéenne du Togo. *Revue Marocaine des science Agronomique et Vétérinaire*. P-ISSN :2028-991X.

Kuçük M., Kolylis S., Karaolu S., Ulusoy E., Baltacic and Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of the honeys of different types of Anatolia. *J. Food Chem*, 100: 526-534.

Kumar A., Singh Gill J.P., Singh Bedi J., Manav M., Ansari M.J. and Singh Walia G. (2018). Sensorial and Physicochemical Analysis of Indien Honeys for Assessment of Quality and floral origins. *Int.J. Food Res Int*, 108: 571-583.

Laallam H., 2018. Etude melissopalynologique, physicochimique et antimicrobienne de quelques échantillons de miels du sud Algérien. These Doc. Université KasdiMerbah-Ouargla.

Lachman, J., Orsak, M., Hejtmankova, A. et Kovarova E. (2010). Evolution of Antioxidant activity and total phenolic of selected Czech Honey. Food Science and Technology, 1 (43) Pp 52-58.

Lefief-delcourt A., 2010. Le miel malin Paris, Leduc.s. p176.

Lequet L. (2010). Du nectar au miel de Qualité : contrôle Analytique du Miel et conseils pratiques à l'intention de l'apiculture Amateur. Thèse de doctorat Vétérinaire. Université Claude –Bernard Lyon I, France, Pp 46-121.

Lezine, A.M. (2011). Introduction à la palynologie. Édit, Société Géologie Nancy, France.
<http://studylibfr.com/doc/8140072/introduction-%C3%A0-la-palynologie-anne-marie-1%C3%A9zine-cnrs-%E2%80%93-ec...> (page consulté 28/03/2023).

Louveaux J. (1985). Les miels produits de la ruche. Les abeilles et leurs élevages.

Louveaux; Anna Maurizio and G (1978). Vorwohl International Commission for bee Botany of IUBS.

Mahouachi M. (2008). Etude de faisabilité de la mise en place de signe distinctifs de la qualité et /ou d'origine pour le miel tunisien, Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques Tunisie, Pp 49-50.

Makhloufi C. (2001). Etude physico- chimique et palynologique de quelques miels de nord Algérien. Mémoire de Magistère d'Agronomie, Université de Tiaret .100p.

Makhloufi C., 2010. Méliissopalynologie et étude des éléments bioactifs des miels Algériens These doc. Ecole National Supérieur Agronomique d'El Harrache.

Malika N., Faid M. and El adlouni C. (2005). Microbiological and Physicochemical Properties of Moroccan Honey. International Journal of Agriculture & Biology, Vol. 7, No .5, Pp. 773–776.

Marchenay, P. (1988). Miels, miellats, miellées. Appliquée,35(1), Pp.121-146.

Massaux C. (2012). Polyphenols : des alliés pour la santé. Edition Abeilles & Cie 4-2012 n° 149.

Matovic K., Cirie J., Kaljevic V., Nedic N., Jevtic G., Vaskovic N. and Baltic M. Z. (2018). Physicochemical parameters and microbiological status of Honey produced in an urban environment in Serbia.J. Environ Sci Poll Res.

- Mc Gee H. (2004).** On Food and Cooking. The Science and Lore of the Kitchen; Scribner: New York.
- Meda, A., Iamien, C.E., Romito, M., Millogo, J. and Nacoulma, O.G. (2005).** Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan Honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91Pp .571-577.
- Mehryar (2011).** Honey and Honey Adulteration Detection: A Review, in: proceeding of :11th International Congress of Engineering and Food, Athens, Greece. Pp1713-1714.
- Mekious S, Houmani Z, Bruneau E, Massaux C, Guillet A et Hance T. (2015).** Caractérisation des miels produits dans la région steppique de Djelfa en Algérie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 19 (3), Pp.221-231.
- Merah M., Bensaci B., Boudershem A. (2010).** Etude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du miel naturel récoltes du territoire algérien. *Annales des sciences et technologie*.115-577.
- Mouhoubi- Tafinine, Z., Ouchemoukh, Set Tamendjari, A. (2016).** Anti-oxydant activity of some algerian Honey and propolis. *Industrial Corps and Product*, 88 : 85-90.
- Moussaoui N., 2011.** Analyse sensorielle de quelques miels du sud Algérien. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'Etat. *Université Kasdi- Merbah Ouargla. P 81*
- Mutai C., Vagias C., Abatis D. et Roussis V. (2009).** Antimicrobial activity of Acacia mellidra extract and triterpens., *J. Ethnopharmacol.*
- Nair S. (2014).** Identification des plantes mellifères et analyses physicochimique des miels Algériens. Thèse de doctorat en Biologie. Université d'Oran p 202.
- Nicolas K. (2020).** Des abeilles, des humaines et du miel. Thèse de pharmacie. Faculté de pharmacie. Université de Montpellier, pp 77-83.
- Noor N, Sarfraz R A, Ali Set Shahid M. (2014).** Antitumor and antioxidant Potential of some selected Pakistani Honeys. *Food Chem* .143, 362-366.

Nozal M. J., Bernal J. L., Toribio L., Jiménez J.J. and Martin M. T. (2001). High-performance liquid chromatographic determination of methyl anthranilate, hydroxy methyl furfural and related compounds in Honey, *Journal of Chromatography A*, 917, 95-103.

Oliveira, F.M., Carrão, D.B., de Souza, R.O., Baptista, N.U., Nascimento, A.P., Torres, E.C., Moreno, G.D., Buszinski, A.F.M., Miguel, F.G., Cuba, G.L., dos Reis, T.F., Lambertucci J., Oroian, M. (2013). Measurement, prediction and correlation of density, viscosity, surface tension and ultrasonic velocity of different Honey types at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, 199: 167-172.

Othman. A. (2014). Antibacterial activity of bee and Yemeni Sidr honey against some pathogenic bacteria species. *International journal Current Microbiology Application Science* ;390-401.

Otmani I., Abdennour C., Dridi A., Kahalerras L., Halima-Salem A., 2019.Characterestics of the bitter and sweet honey from Algeria Mediterranean coast. *Veterinary World*, 12(4), 551-557. Doi : 10.14202/vetworld .2019.551-557.

Ouchemoukh S. (2012). Caractérisation physicochimique, profils polliniques glucidique et phénoliques et activités antioxydante de miel algériens. Thèse doctorat, biochimie. Université Abderrahmane Mira de Bejaia, p162.

Ouchemoukh S., Amessis-ouchemoukh N., Gomez-Romero M., Aboud F., Guisepe A., Fernandez-Gutierrez A., Segura carretero A., Louaileche H. (2016). Characterisation of phenolic compounds in Algerian Honeys by RP-HPLC coupled to electrospray time-of-flight mass spectrometry. *Lebensmittel –Wissenschaft& Technologies Food Science and Technology*. S0023-6438(16)30774-5DOI : 10.1016.

Pawlowska, (2006). Caractéristique physico- chimique concentrations en composes phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels Algérie. P 120.

Pham-Délègue, M.H. (1999). Les abeilles. Minerva. Genève, volume 118, Issue 6, Pages 471-476.

Ponce, A. G., Fritz, R., Del Valle C., Roura, S. I. (2003). Antimicrobial activity of essential oils on the native microflorae of organic Swiss chard. *LWT-Food Science and Technology*, 36(7), 679-684.

Rebiai A., Lanez T., Chouikh A., (2015). Physicochemical and biochemical Properties of Honey Bee Product in South algeria. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry, 16 : 133-142.

Rodier J. (1996). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, *8ème édition, Paris, 1383 p.*

Rossant A., (2011). Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse pour diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Limoges. 132p.

Rossant A., (2011). Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Limoges. 132 p.

Schweitzer P. (2004). Le monde des miellats. Revue l'abeille de France n° 908. Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, France.

Schweitzer P. (2005). Miel étranger. Revue l'abeille de France N°920. Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 04p

Schweitzer, P. (2004). Les critères de qualité du miel. Revue l'abeille de France N°916 laboratoire d'analyse et d'écologie apicole .2p.

Shobham K., Kumar CH. Et Jyothi N. (2017). Physicochemical Analysis of Some Commercial Honey Samples from Telengana. Indian Journal of Nutrition Volume 4, Issue 1.

Sime D., Atlabachew M., Abshiro M.R., Zewde T. (2015). Total phenols and antioxidant activities of Natural honeys and propolis collected from different geographical regions of Ethiopia Bulletin of the chemical Society of Ethiopia, 29(2), 163-172.

Singh N., Bath PK. (1997). Quality évaluation of different types of Indian Honey. Food Chem,58: 129-133.

Tchoumboue J., Tchouamo I.R., Pinta J.Y. and Njia M.N. (2001). Caractéristiques socioéconomiques et techniques de l'apiculture dans les hautes terres de l'Ouest Cameroun. Tropicultura, 19(3), 141-146.

Tosi E.A., Ciappini M., Re E. and Lucero H. (2002). Honey thermal treatment effect on hydroxymethylfurfural content. J. Food Chem. 77 :71-74.

Références bibliographiques

Vinson J.A., Dabbagh Y.A., Serry M.M., Jang J. (1995). Plant flavonoid, especially teate Flavonols are powerful antioxidant sign in vitro Antioxidant model for heart disease. AGR. Food Chem, 43 : 2800-2802.

Villières B., (1987). L'apiculture en Afrique tropicale. GRET, paris,220p.

Vorwohl G. (1964). Die Beziehung zwischen der elektrischen Leitfähigkeit der Honige und ihrer trachtmässigen Herkunft. Annals. Abeille, 7 (4) : 301-309.

White Jr, (1980). Le guide de l'apiculture p 826/828. Le Vieux –Lavoire ,30 avenue des Ecoles –Militaires –Aix-en-Provence-France.

Zerrouk S.H., Fallico B.G., Arena E.N., Ballistreri G.F. and Boughediri L.A. (2011). Quality Evaluation of Some Honey from the Central Regions of Algeria. Jord. J. Bio Sci, 4(4): 243-248.

Annexes

- Annexe I

Tableau I : Réactifs et les solutions utilisés dans les analyses du miel.

Réactifs	Protocole de préparation
Metabisulfite de sodium	0,2 g de metabisulfite de sodium dissout dans l'eau distillée en rapportant le volume à 100ml.
Solution Carrez I (15%)	15g de $K_4 Fe (CN)_6$ dissout dans l'eau distillée en rapportant le volume à 100ml.
Solution Carrez II (30%)	30g de $Zn (CH_3COO_2)$ dissout dans l'eau distillée en rapportant le volume à 100 ml.
DPPH	0,001 g DPPH dissout dans méthanol en rapportant à un volume de 50 ml.
Carbonate de sodium (7,5%)	7,5g de NA_2CO_3 dissout dans l'eau distillée en rapportant le volume à 100 ml.
Acide gallique	0,01g d'acide gallique dissout dans 10 ml éthanol ajusté avec 40 ml d'eau distillée

Annexe II

Tableau : Appareilles, petit matériel utilisés dans les analyses des miels.

Appareillage	Petit matériel
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Agitateur magnétique ➤ Bain Marie ➤ Balance ➤ Bec Bunsen ➤ Spectrophotomètre ➤ Etuves ➤ pH mètre ➤ Stérilisateurs ➤ Incubateur 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boîtes de Pétri ➤ Embouts jaune ➤ Flacons en verre ➤ Micropipette 50 ml ➤ Micropipette 100µl ➤ Pipettes Pasteur ➤ Portoirs pour tubes ➤ Spatules ➤ Tubes à essai

Annexe III

Tableau : Les différentes souches bactériennes étudiées.

Groupe bactérien	Souche	Origine
Gram positif	- <i>Staphylococcus aureus</i> (MU50)	Laboratoire communII de microbiologie.
	- <i>Bacillus cereus</i> (ATCC14575)	
Gram négatif	- <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC27853)	Laboratoire communII de microbiologie.
	- <i>Escherichia coli</i> (ATCC25922)	

Annexe IV

Tableau : Table de Chataway (1935)

Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)
1,5044	13,0	1,4935	17,2	1,4830	21,4
1,5038	13,2	1,4930	17,4	1,4825	21,6
1,5033	13,4	1,4925	17,6	1,4820	21,8
1,5028	13,6	1,4920	17,8	1,4815	22,0
1,5023	13,8	1,4915	18,0	1,4810	22,2
1,5018	14,0	1,4910	18,2	1,4805	22,4
1,5012	14,2	1,4905	18,4	1,4800	22,6
1,5007	14,4	1,4900	18,6	1,4795	22,8
1,5002	14,6	1,4895	18,8	1,4790	23,0
1,4997	14,8	1,4890	19,0	1,4785	23,2
1,4992	15,0	1,4885	19,2	1,4780	23,4
1,4987	15,2	1,4880	19,4	1,4775	23,6
1,4982	15,4	1,4875	19,6	1,4770	23,8
1,4976	15,6	1,4870	19,8	1,4765	24,0
1,4971	15,8	1,4865	20,0	1,4760	24,2
1,4966	16,0	1,4860	20,2	1,4755	24,4
1,4961	16,2	1,4855	20,4	1,4750	24,6
1,4956	16,4	1,4850	20,6	1,4745	24,8
1,4951	16,6	1,4845	20,8	1,4740	25,0
1,4946	16,8	1,4840	21,0		
1,4940	17,0	1,4835	21,2		

- Annexe V

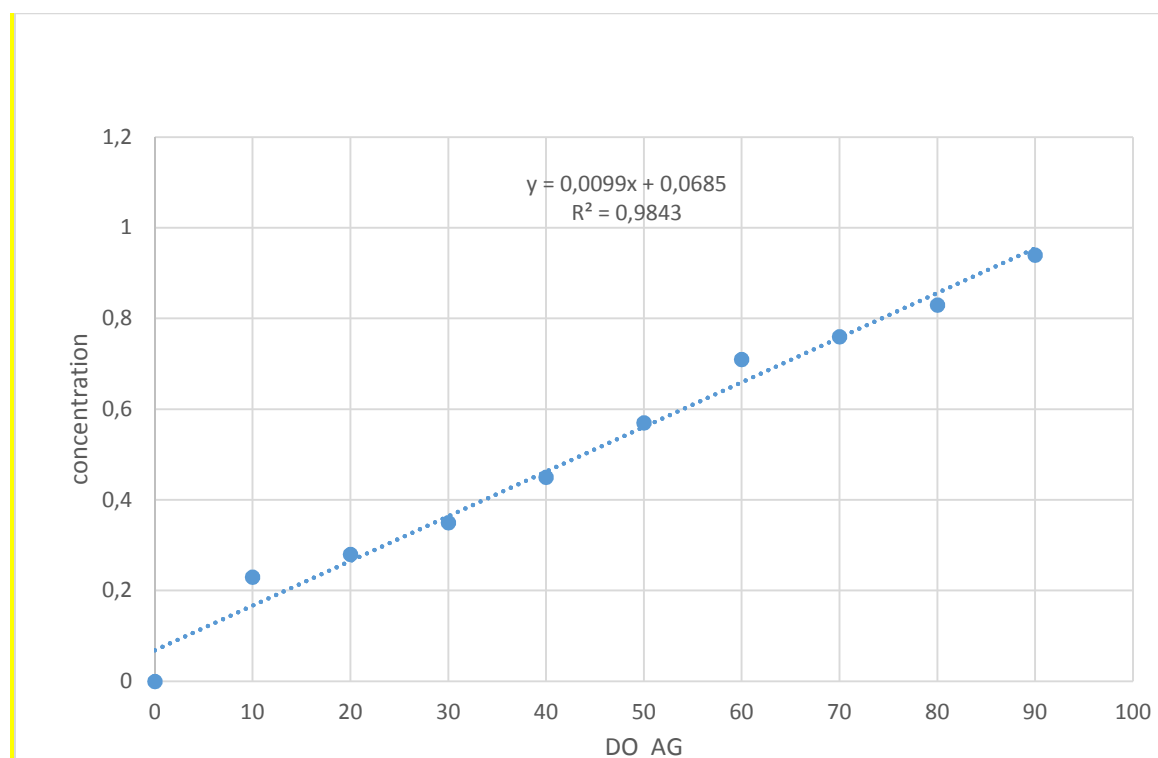


Figure21 : Courbe d'étalonnage (acide gallique)

Tableau II : Préparation des dilutions l'acide gallique.

C (ug/ml)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
AG (ul)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
E.D (ul)	900	800	700	600	500	400	300	200	100	0

Annexe VI

Échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne (Mutai *et al.*, 2009)

Activité antimicrobienne	Degré de sensibilité	Diamètre de la zone d'inhibition
Excrément sensible	+++	Plus de 20 mm
Très sensible	++	15mm à 19 mm
Sensible	+	8mm à 14mm
Non sensible	\	Moins de 8mm

Résumé

Dans le présent travail, cinq échantillons de miel issus de différentes régions en Algérie : Djelfa, Bouira, El Bayadh. Ont été analysés pour leur propriété physico-chimique ainsi que leur teneur en composés phénoliques, leur activité antimicrobienne et étude méliissopalynologie.

L'analyse physico-chimique utilisée comme meilleur indicateur de la qualité, la stabilité de miel et ont une grande influence sur ses propriétés organoleptiques. A travers de nos résultats, il apparaît clairement que l'échantillon M2 constitue une source non négligeable de composés phénoliques, possède une bonne activité antioxydante et une capacité piégeage de radicaux libres intéressante.

La détermination de l'origine florale a été réalisée par une analyse pollinique, les miels étudiés montre la prédominance de trois espèces florales (Fagaceae, Brassicaceae, Asteraceae).

La valeur microbiologique de miel a révélé capacités significatives contre les souches bactériennes étudiées : Gram + (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*), Gram – (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*).

Les mots clés : Miel Algérien, méliissopalynologie, Physico-chimique, Teneur en Polyphénol, Activité antioxydante, Activité antimicrobienne,

Abstract:

In the present work, five samples of honey from different regions in Algeria: Djelfa, Bouira, El Bayadh. Were analyzed for their physicochemical properties as well as their content of phenolic compounds, their antimicrobial activity and melissopalynological study.

The physicochemical analysis used as the best indicator of quality, stability of honey and have a great influence on its organoleptic properties through our results. It clearly appears that the M2 samples constitute a non-negligible source of phenolic compounds, have good antioxidant activity and an interesting free radical scavenging capacity.

The determination of the floral origin was carried out by a pollen analysis, the honeys studied show the predominance of three floral species (Fagaceae, Brassicaceae, Asteraceae).

The microbiological value of honey revealed significant abilities against the strains studied bacteria Gram + (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*), Gram- (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*).

Key words: Algerian Honey, Physicochemical, antioxidant activities, melissopalynological, polyphenol content, antimicrobial activities.

