



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie  
Département des sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences biologiques

Référence ..... / 2024

# MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

---

Présenté et soutenu par :  
**Guesmia Selma et Mammam Mariem Yasmine**

Le: mardi 25 juin 2024

## L'activité antimicrobienne du miel dans différentes régions d'Algérie

---

### Jury :

Mme.	Megdoud Amel	MCB	Université de Biskra	Président
Mme	Bouatrous Yamina	Pr	Université de Biskra	Rapporteur
Mme.	Charifi Samia	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2023/2024



## Remerciements

*Nous remercions Dieu et le louons d'avoir choisi ce chemin pour nous et pour que nous puissions atteindre ces moments.*

*Nous remercions Mme **Bouatrous Yamina** d'avoir accepté de nous encadrer et pour tous ses précieux conseils et pour tous les efforts qu'elle a Fournis pour corriger ce mémoire.*

*Nous remercions le doctorant **Moussa Abdrrazak Bambra** pour tous les conseils, explications et orientations, et pour tous les efforts qu'il a déployés depuis le début jusqu'à la fin de ce travail.*

*Nous remercions tous les **professeurs** qui nous ont enseigné durant nos études universitaires.*

*Nous remercions tous les **travailleurs du laboratoire** du Département des Sciences Naturelles et de la Vie - Al Hajeb*

*Nous remercions les **membres du jury** d'avoir accepté de discuter de ces travaux.*

*Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé directement ou indirectement.*

*Pour mener cette étude.*





*Dédicaces*

*Je dédie ce travail à :*

*Qui étaient la raison de mon existence : mes chers parents*

*À mes deux chères grand-mères*

*Pour mon soutien dans cette vie, ma sœur : Nour Al-Houda, et mes frères*

*À ma chère tante : Mounia*

*À mes chers amis*

*À tous mes connaissances*

*Selma*





## Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

*A ma chère mère, à mon cher père, à mon grand-père, que Dieu ait pitié de lui, à mon cher mari, à mes chers frères Zakî et Ramzi, mon grand-père et ma grand-mère, mes chers Malak, Hadil et Naila, et tous mes amis sans exception, et ma cousine, le Dr Asmaa. Toute ma famille, la famille Laajal et la famille Ben Mousa.*

*Mariem*



# Sommaire

## Remerciements

## Dédicaces

Liste des tableaux .....	I
Liste des figures .....	II
Liste des abréviations .....	III
Introduction.....	1

## Première partie : Synthèse bibliographique

### Chapitre 1–Généralité sur le miel

1.1.Histoire du miel .....	4
1.2 .Définition .....	4
1.3.La production de miel .....	4
1.4.Les différents types de miel .....	5
1.4.1. Miel de nectar ou de fleurs .....	5
1.4.2. Miel de miellat .....	6
1.5.les composants de miel .....	6
1.5.1. Macro-éléments (composants majeurs) .....	6
1.5.2.oligo-éléments ( Composants mineurs) .....	7
1.5.2.1.Autre composition.....	8

### Chapitre 2-Les propriétés et les activités biologiques de miel

2.1.Les Propriétés physico chimiques .....	10
2.1.1.Le PH .....	10
2.1.2.HMF .....	10
2.1.3.Eau .....	10
2.1.4.Conductivité électrique .....	10
2.1.5.La densité .....	10
2.1.6. Viscosité .....	10
2.1.7.La couleur .....	10
2.2. Propriétés thérapeutiques .....	11
2.2.1 Activité antioxydante .....	11

2.2.2. L'activité Antibactérienne .....	12
2.2.2.1. Activité anti-bio film .....	13
2.2.3. L'activité antivirale .....	14
2.2.4. Activité antifongique .....	14
<b>2.3. Propriétés nutritionnelles .....</b>	<b>14</b>

## Deuxième partie : Partie expérimentale

### Chapitre 3: Matériel et méthodes

<b>3.1-Echantonnage .....</b>	<b>17</b>
3.2. Dosage des antioxydants .....	19
3.2.1. Dosage des composés phénoliques .....	19
3.2.2. Dosage des flavonoïdes .....	21
3.2.3 Activité antioxydant .....	21
3.2.3.1. Activité anti radicalaire (DPPH) : .....	21
<b>3.3. Activité antibactérienne .....</b>	<b>21</b>
3.3.1. Evaluation de l'activité antimicrobienne de miel .....	21
3.3.1.1 .Sensibilité à la diffusion sur disque des antimicrobiens .....	21
3.3.2 .Concentration minimale inhibitrice (CMI) .....	22

### Chapitre 4: Résultats et discussion

<b>4.1. Dosage des antioxydants .....</b>	<b>26</b>
4.1.1. Teneur en polyphénols totaux .....	26
4.1.2. Teneur en flavonoïdes .....	29
<b>4.2. Activité antioxydante .....</b>	<b>30</b>
4.2.1. Activité anti radicalaire (DPPH) .....	30
<b>4.3.L'activité antimicrobienne .....</b>	<b>33</b>
4.3.1. Détermination de la concentration minimale inhibitrice du miel .....	37
<b>Conclusion .....</b>	<b>43</b>
<b>Références Bibliographiques .....</b>	<b>42</b>

Annexes

Résumé

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01.</b> Composés de miel .....	08
<b>Tableau 02.</b> Échantillons de miel étudiés.....	18
<b>Tableau 03.</b> Les souches bactérienne et fongique. (Ashagrie Tafere, 2021; Bakchiche et al., 2020).....	21
<b>Tableau 04.</b> Les diamètre de la zone d'inhibition (ZDI).....	32
<b>Tableau 05.</b> Résultat de la concentration minimale inhibitrice du miel.....	37

## Liste des figures

<b>Figure 01.</b> Les abeilles et le miel. (Tafere, 2021).....	05
<b>Figure 02 .</b> la réaction enzymatique. (Koechler, 2015).....	14
<b>Figure 03.</b> La situation géographique de l'origine de miel étudié.....	19
<b>Figure 04.</b> Les souches bactériennes et fongique.....	21
<b>Figure 05.</b> Préparation des échantillons de miel.....	23
<b>Figure 06.</b> Le matériel utilisée pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne de miel.....	24
<b>Figure 07.</b> Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.....	26
<b>Figure 08.</b> Teneur en polyphénols totaux des échantillons de miel.....	27
<b>Figure 09.</b> Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.....	28
<b>Figure 10.</b> Teneur en flavonoïdes totaux des échantillons de miel.....	29
<b>Figure11.</b> L'activité antiradicalaire des échantillons de miel .....	30
<b>Figure 12.</b> La zone d'inhibition dans la bactérie <i>E.coli</i> .....	34
<b>Figure 13 .</b> La zone d'inhibition dans la bactérie <i>proteus vulgaris</i> .....	35
<b>Figure 14.</b> La zone d'inhibition dans la bactérie <i>staphylococcus aureus</i> .....	35
<b>Figure 15.</b> La zone d'inhibition dans la bactérie <i>streptococcus sp</i> .....	36
<b>Figure 16.</b> La zone d'inhibition dans la bactérie <i>Candida albicaus</i> . .....	36
<b>Figure 17.</b> Détermination CMI de <i>E.coli</i> .....	38
<b>Figure 18.</b> Détermination CMI de <i>Proteus. Vulgaris</i> . .....	39
<b>Figure 19.</b> Détermination CMI de <i>Klebsiella pneumoniae</i> .. .....	39
<b>Figure 20.</b> Détermination CMI de <i>Staphylococcus aureu</i> . .....	40

## Liste des abréviations :

- **CI50** : Concentration inhibitrice a 50%
- **DPPH**: 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyle
- **EAG** : Equivalent acide gallique
- **EQ** : Equivalent quercétine
- **HMF**: Hydroxy-méthyl-furfural
- **pH**: potentiel d'hydrogene
- **nm** : Nanomètres
- *E.Coli: Echerichia coli*
- *S.aureus: Staphylococcus aureus*
- **CMI** :Concentration minimale inhibitrice
- **Gélose MH** : gélose Müller-Hinton
- **S** : sensible
- **R** : Résistance
- **DMSO**: Dimethyl sulfoxide (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>OS)
- **ZDI** : Diamètre de la zone d'inhibition

# **Introduction Générale**

## Introduction

Le miel est l'une des merveilles de la nature, depuis sa fabrication par les abeilles jusqu'à la forme et la géométrie de la ruche dans laquelle il est récolté. C'est une boisson connue depuis l'Antiquité, au goût sucré, produite par l'abeille *Apis mellifera* à partir du nectar de fleurs et de plantes ou de certaines sécrétions d'insectes. (Hasam et *al.*, 2020)

Ce miel a une composition complexe qui le rendait utilisé comme aliment et comme médicament par de nombreux herboristes anciens. Il est également mentionné depuis des siècles dans le Saint Coran dans la sourate An-Nahl et dans la Sunna du Prophète comme boisson curative et remède naturel. (Purbafrani et *al.*, 2014)

Cette boisson contient un mélange de composés chimiques et minéraux, de vitamines, de glucides, de protéines, de flavonoïdes, d'acides phénoliques et d'autres composés, en plus de ses propriétés physiques et chimiques telles que l'acidité, la teneur en eau, la viscosité, la cristallinité et d'autres propriétés qui renforcent son antioxydant activité et son efficacité antibactérienne et anti-inflammatoire. (Adimasu Abeshu, 2015)

Le miel présente une diversité et une différence de composition, qui sont dues à l'origine à la diversité des sources de nectar collecté par l'abeille, aux conditions environnementales de la région, ainsi qu'au moment et à la saison de récolte. (Merah, 2010; Predescu et *al.*, 2015)

La multiplicité des sources de miel et son statut thérapeutique ont conduit de nombreuses études à chercher à en savoir plus sur les secrets du miel et les secrets de son efficacité biologique, au point que de nombreux pays ont commencé à chercher à développer le domaine de l'apiculture, de la production de miel naturel et étudiez ses types.

L'Algérie fait partie des pays présentant une grande diversité en termes de climat et de végétation, ce qui la rend capable de produire un miel de haute qualité. (Scherazad et *al.*, 2020)

Dans le cadre de cette recherche, l'objectif de ce travail est d'étudier l'activité biologique du miel algérien en évaluant l'activité antioxydant et antibactérienne et antifongique de huit échantillons provenant de différentes régions.

Ce manuscrit est divisé en deux parties : La première partie sera divisée en deux chapitres : Le premier chapitre contient des informations générales sur le miel, le deuxième chapitre contient les propriétés du miel, la deuxième partie : la Partie expérimentale pour clarifier les matériaux et méthodes utilisé et une dernière partie est consacrée à l'interprétation et à la discussion des résultats que nous avons obtenus dans cette étude, en les comparant avec les travaux et résultats antérieurs. dans la partie de discussion Et enfin : la conclusion générale.

**Partie**  
**Bibliographique**

**-Chapitre 1-**  
**Généralité sur le miel**

## 1.1. Histoire du miel

L'histoire du miel avec l'homme remonte à des décennies et des siècles, au point que les monuments historiques et les fouilles sur les parois des grottes et des rochers dans divers pays du monde indiquent que l'homme ancien connaissait le miel et a commencé à le récolter très tôt.

Le miel est mentionné dans la mythologie grecque comme une boisson magique qui prolonge la vie. (Tafere, 2021)

Dans les recettes des anciens Égyptiens, ils utilisaient du miel dans des mélanges pour momifier les morts et l'utilisaient comme médicament pour les yeux et désinfectant pour les plaies.

Le miel a été mentionné comme boisson santé dans la culture hindoue et a même été décrit dans des manuscrits anciens de Babylone et du Moyen-Orient.

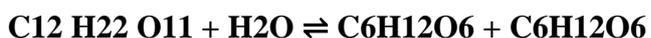
Il est mentionné dans le Coran il y a 1400 ans. Cela confirme que les humains connaissent la valeur du miel depuis des temps immémoriaux. (Purbafrani et al., 2014; Stefani, 2017; Tafere, 2021)

## 1.2 .Définition

De nombreuses références s'accordent sur la définition du miel comme un liquide naturel au goût sucré produit par l'abeille *Apis mellifera* après avoir collecté le nectar des plantes et des parties vivantes. L'abeille le dépose, le sèche, puis le stocke dans les cellules de la ruche jusqu'à ce qu'il devienne Mature. (Draiaia, 2016; Nedji, 2015; Yang, 2014)

## 1.3. La production de miel

Le miel est produit par les abeilles après avoir traversé plusieurs étapes, à commencer par la collecte du nectar des fleurs ou du miellat sécrété par les plantes. Après l'avoir récupéré, il le stocke grâce à sa salive. Sous l'influence d'une enzyme Gluco-invertase le saccharose se transforme en sucre simple (fructose, glucose), Selon la réactions suivant :



-Une fois arrivées à la ruche, les abeilles transfèrent le nectar qu'elles ont collecté aux autres abeilles de la ruche, et ici le pourcentage d'eau dans le liquide sucré diminue en raison de son mélange avec les sucs gastriques et les sécrétions salivaires des abeilles.

Il est laissé dans la cellule fermée par une couche de cire, à une température comprise entre 36 et 37°C. (Chebira & Mekroud, 2018; Scherazad et al., 2020)

Grâce à la ventilation assurée par les ailes des abeilles, le processus de transformation se poursuit jusqu'à obtenir une solution contenant 18 % d'eau et 80 % de sucres. Cette solution que nous extrayons est du miel qui remplit les cellules de la ruche et est recouverte d'une couche cireuse pour la protection. Il est récolté mécaniquement ou manuellement et passe par l'étape de purification et de filtration jusqu'à être prêt à l'emploi. (Chebira & Mekroud, 2018; Scherazad et *al.*, 2020)



**Figure 01.** Les abeilles et le miel (Tafere, 2021)

#### **1.4. Les différents types de miel**

##### **1.4.1. Miel de nectar ou de fleurs**

Le nectar est un liquide au goût sucré, de composition douce et aromatique, Il est sécrété par les glandes nectarifères présentes dans les fleurs ou les parties des plantes telles que : les tiges, les feuilles, les tiges et il est considéré comme une source de sucre pour les abeilles, car il contient un pourcentage élevé de sucres, en plus de différentes concentrations de minéraux, d'acides aminés, de vitamines et de composés aromatiques. (Laredj, 2017)

On peut trouver deux types de miel de nectar :

- **le miel de nectar mono floral** : produit à partir du nectar d'un seul type de plantes, comme le miel de colza (*Brassica napus*) ou le miel de tournesol (*Helianthus annuus*)
- **le miel de nectar multi floral** : il est produit à partir du nectar de plusieurs types de plantes. -On l'appelle aussi miel toutes fleurs. (Laredj, 2017)

#### 1.4.2. Miel de miellat

Le miellat est la substance sécrétée par les insectes suceurs (*Hemiptera*) ou parasites qui se nourrissent de sève riche en nutriments. Ses sécrétions sont laissées sur certaines parties des plantes, comme les feuilles, les branches et l'écorce. On les trouve surtout dans certains types d'arbres, comme le pin ou le tilleul.

Les abeilles collectent cette substance et en produisent du miel de miellat. (Draiaia, 2016)

La principale différence entre un miel de miellat et un miel de nectar concerne donc la matière première récoltée ; elle implique l'intervention d'un intermédiaire ; il s'agit d'un insecte producteur de miellat. Celui-ci pique le végétal pour prélever la sève élaborée riche en protéines et rejette des matières sucrées - miellat - qui sont recueillies par les abeilles pour la fabrication du miel. (Draiaia, 2016).

### 1.5. Les composants de miel

La composition chimique du miel varie d'un échantillon à l'autre, en fonction des plantes visitées par les abeilles. en général. Le miel contient une variété d'éléments, notamment des macroéléments et des oligo-éléments. (Laredj, 2017)

#### 1.5.1. Macro-éléments (composants majeurs)

##### Glucides

La teneur en sucre du miel est d'environ 80 à 83 %, principalement composé de fructose et de glucose et de petites quantités d'environ 30 autres sucres (Bouhala, 2022) de nombreux sucres ont été détectés dans le miel comme le fructose et le glucose, le saccharose, le rhamnose, le tréhalose, le maltose, etc.

L'origine des plantes, le climat et la géographie influencent la composition en sucre, qui détermine la viscosité, la valeur énergétique, l'hygroscopie (Neggad, 2021)

### 1.5.2. Oligo-éléments (Composants mineurs)

#### Composés phénoliques :

Les polyphénols sont une classe hétérogène de composés qui peuvent être divisés en flavonoïdes et non-flavonoïdes (acides phénoliques)( Cianciosi et *al.*, 2018) ,où Les composés phénoliques représentent des groupes importants de métabolites secondaires bio synthétisés par les plantes (Bouhala, 2022) .

De plus, le nectar est la principale source de plus de 200 composés polyphénoliques présents dans différents types de miel (Jibril et *al.*, 2019), En utilisant des méthodes non spécifiques telles que Folin-Ciocalteux, la teneur phénolique totale du miel variera de 20 à 193 mg d'équivalent acide gallique (GAE)/100 g de miel (Bouhala, 2022), Parmi eux, le TPC du miel varie en fonction de la source végétale, les miels foncés ayant tendance à avoir un TPC plus élevé que les miels plus clairs .(Molaveisi et *al.*, 2019)

## 1.5.2.3 .Autre composition

Tableau 01. Composés de miel

Lipides	le pourcentage de lipides très faible du miel sous forme de glycérides et d'acides gras.(Rossant .,2011).
Acides aminés	Les Acides aminé constituant environ 1%du miel varient selon l'origine du miel. les acides aminés dans le miel comprennent l'acide glutamique etc.( Da Silva et <i>al.</i> , 2016).
protéines	varie généralement de 0.1% à 0.5%,variant en fonction des différentes races d'abeilles (Neggad, 2021)
Enzymes	Les enzymes présentes dans le miel proviennent à la fois de sources végétales et animales. Les nectaires de la plante produisent des enzymes que l'on retrouve dans le nectar (Lequet, 2010) (diastase), glucose oxydase . (Draiaia, 2016)
Matières minérales	Allant de 0,1 % à 1,0 % dans le miel. (Draiaia, 2016) et Le potassium. sodium, le calcium et le magnésium, cuivre, de fer, de zinc et de manganèse. (Ertop et <i>al.</i> , 2023)
Vitamines	Les vitamines contenues dans le miel comprennent la th (B1), (B2), (B3), (B5), (B6), (B8 ou H) et (B9). La vitamine C est également présente. . ( Da Silva et <i>al.</i> , 2016).
Acide organique	environ 0,5% du miel frais dans lenectar. 32 acides organiques dans le miel de différentes régions. (Bouhala, 2022)
Les substances aromatiques	Substances aromatiques, qui sont à l'origine de l'odeur du miel, i l certains d'entre eux ont été identifiés l'antranilate de méthyle, le diacétyl. (Mehdi, 2016)

## **-Chapitre 2-**

# **Les propriétés et les activités biologiques de miel**

## **2.1. Les Propriétés physico chimiques**

### **2.1.1. Le PH**

-La valeur du pH se situe entre 3,50 et 4,50 pour le miel de nectar et entre 4,5 et 5. Dans le miel de miellat, cela est dû à la présence de matières organiques qui contribuent à augmenter la durée de conservation du miel contre l'altération microbienne et à préserver sa saveur.

Le pH affecte également la consistance du miel lors de l'extraction, ainsi que sa durée de conservation. (Almasaudi, 2021; Guerzou et *al.*, 2021)

### **2.1.2. HMF**

L'hydroxyde de méthylfulfural est un aldéhyde cyclique (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>) issu de la décomposition des sucres due à la température élevée. (Laredj, 2017), il est considéré comme un indicateur de la qualité et de la pureté du miel.

Selon le Codex Alimentaires, la valeur du HMF dans le miel ne doit pas dépasser 40 mg/kg. Par conséquent, le dépassement de cette valeur dans le miel est le signe d'une température élevée et d'une mauvaise conservation et stockage. (Guerzou et *al.*, 2021)

### **2.1.3. Eau**

La teneur en eau est considérée comme un composant essentiel du miel et varie en fonction de l'origine florale du miel, de la méthode de récolte et des conditions de stockage. (Draiaia, 2016)

Les propriétés physiques du miel, notamment la viscosité, la saveur, le goût, la densité et la conservation, sont affectées par le pourcentage d'humidité. (Guerzou et al, 2021 ; taleb, 2022)

Par conséquent, le pourcentage d'eau ne doit pas dépasser 18 % (selon les normes du Codex), sinon le miel pourrait être exposé à un risque de fermentation pendant le stockage. (Guerzou et *al.*, 2021)

### **2.1.4. Conductivité électrique**

C'est l'une des normes utilisées pour mesurer la qualité du miel basé sur la connaissance de la teneur en minéraux et de l'acidité du miel. (Bouhala, 2022)

Résultant d'ions, d'acides organiques et de protéines. (Mehdi, 2016)

- Selon la norme Codex Alimentaires, la mesure de la valeur de la conductivité électrique permet de déterminer l'origine botanique du miel et de distinguer le miel de nectar, qui a des valeurs inférieures à 0,8 mS/cm, et le miel de miellat, dont les valeurs dépasser 0,8 mS/cm. (Bouhala, 2022)

### **2.1.5. La densité**

Le miel est exprimé par le rapport de sa densité à celle de l'eau pure. Elle varie de -1,39 à 1,44 à 20 degrés Celsius. Pour une teneur en eau de 13 à 20 % .(Achouri et *al.*, 2021)

Il peut monter jusqu'à 1,52 en fonction de la teneur en eau et de la température. (Bouhala, 2022; Djelloul, 2022)

### **2.1. 6. Viscosité**

Le coefficient de viscosité du miel est affecté par la température, C'est-à-dire une fois qu'elle atteint plus de 30 degrés Celsius, La viscosité du miel diminue et il devient plus liquide .

(Kerbastard Nicolas et *al.*, 2020)

En plus du facteur température, il existe d'autres facteurs qui peuvent jouer un rôle dans la viscosité du miel, comme la teneur en eau et la composition des sucres.(Achouri et al., 2021); et même les types de fleurs à partir desquelles le miel est fabriqué. (Kerbastard Nicolas et *al.*, 2020; Mehdi, 2016)

### **2.1. 7. La couleur**

La couleur du miel est une caractéristique importante et attractive pour le consommateur (Taleb, 2022).

Elle est étroitement liée à la température et aux conditions de conservation du miel et à sa composition. (Achouri et *al.*, 2021; Mehdi, 2016)

L'origine des fleurs (Achouri et *al.*, 2021), la diversité des plantes et le type d'abeilles récoltées sont également considérés comme des facteurs de grande importance pour déterminer la couleur .(Kerbastard Nicolas et *al.*, 2020)

Les couleurs du miel vont du blanc au noir, (jaune très pâle ou (presque blanc) au brun très foncé ou (presque noir) et même parfois Vert, et la plupart du temps le miel est blond.

L'intensité de la couleur augmente à mesure qu'elle est exposée à la chaleur, au vieillissement et à la lumière. (Mehdi, 2016)

## **2.2. Propriétés thérapeutiques**

Depuis plus de milliers d'années, le miel est utilisé comme substance consommable et médicinale par excellence. Sa composition chimique et ses activités biologiques lui ont valu une place dans le domaine de la médecine traditionnelle et populaire.

Source de sucre et riche en vitamines et minéraux, il a été décrit comme antianémique, stimulant de l'appétit, sédatif et laxatif. (Taleb, 2022)

Dans d'autres préparations, ils l'utilisaient comme traitement des plaies purulentes et comme traitement des effets cicatriciels laissés par les brûlures et les blessures, car il a la propriété de réparer les tissus.

En plus d'avoir des propriétés anti-inflammatoires et antibactériennes, le miel est considéré comme le meilleur ami de l'estomac. Il réduit l'acidité et est utilisé comme traitement contre les ulcères et l'insuffisance hépatique. (Le bihani, 2016 ; taleb, 2022)

Par conséquent, les bienfaits du miel sont bien connus et ne sont pas nouveaux dans le domaine de la recherche. De nombreux auteurs ont même mentionné dans leurs écrits la valeur thérapeutique du miel. Nous mentionnons dans cet auteur -Ibn al-Qayyim, qui a évoqué la valeur thérapeutique du miel. les bienfaits du miel dans son livre «L'authenticité de la Médecine Prophétique» dans le traitement des intestins et des problèmes digestifs et son rôle dans la purification du foie et de la poitrine, citant les recommandations du Messager (que Dieu le bénisse et lui accorde la paix) de prendre du miel comme protection pour les humains et de préserver leur santé. (Draiaia, 2016 ; Le bihani, 2016 ; taleb, 2022)

### **2.2.1. Activité antioxydant**

Un antioxydant est une substance qui, à des concentrations relativement faibles, capable de rivaliser avec d'autres substrats oxydables et ainsi retarder ou empêcher leur oxydation (Berger, 2006).

Le miel est un mélange complexe de diverses molécules antioxydants tel que les polyphénols, les flavonoïdes, les oxydases du glucose, les catalases, acide ascorbique, les caroténoïdes, les acides organiques, les produits de la réaction de Maillard, les acides aminés et les protéines. (Djelloul, 2022)

Les propriétés antioxydants du miel sont attribuées à des composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les acides phénoliques et les enzymes, qui jouent un rôle essentiel dans la neutralisation des radicaux libres et dans la prévention du stress oxydatif dans l'organisme, le stress oxydatif est associé à diverses maladies chroniques, au processus de vieillissement et à des dommages cellulaires. L'évaluation de l'activité antioxydant du miel peut donner un aperçu de son potentiel à atténuer les dommages oxydatifs et à réduire les facteurs de risque associés à des maladies telles que les maladies cardiovasculaires, le cancer et les maladies neurodégénératives. (Hameed et al., 2024)

De plus, le miel riche en antioxydants contribue à la santé globale et soutient les mécanismes de défense de l'organisme contre les facteurs de stress environnementaux. La présence d'importantes molécules antioxydant bioactives fait du miel un produit naturel polyvalent et précieux, tant pour les applications culinaires que thérapeutiques. Les chercheurs continuent d'explorer ses utilisations potentielles et ses effets sur la santé dans diverses conditions. Différents types de miel peuvent avoir des effets différents en raison de leur composition unique, et les avantages spécifiques peuvent varier en fonction de la qualité et de la source du miel. (Hameed et *al.*, 2024)

### 2.2.2. L'activité Antibactérienne

Les antibiotiques sont des agents antibactériens, une découverte qui a contribué à réduire de nombreuses maladies résultant d'infections bactériennes, cependant, leur utilisation incorrecte ou excessive a conduit de nombreuses souches bactériennes à développer une résistance à ces antibiotiques.

Il est donc devenu nécessaire de rechercher de nouveaux composés naturels ayant une activité antibactérienne, comme le miel. (Negesa et *al.*, 2017)

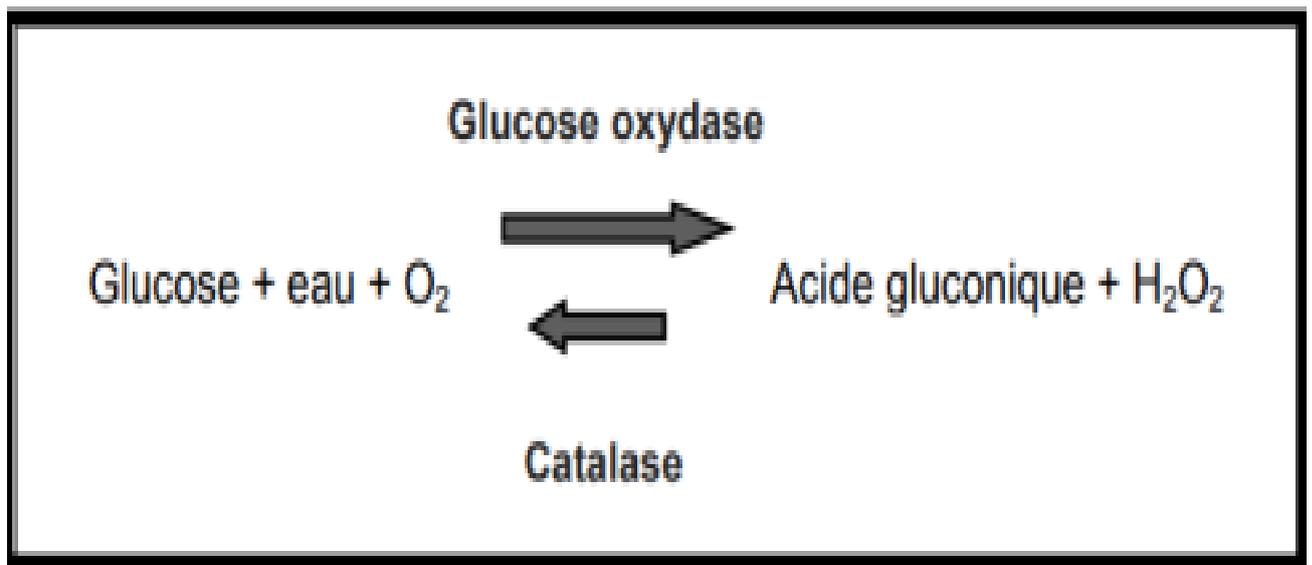
Le miel, produit naturel, n'est pas toxique. Il a montré son efficacité et son activité contre de nombreuses bactéries à Gram négatif ou à Gram positif, y compris les bactéries pathogènes telles que : *Escherichia coli*, *salmonella*, *staphylococcus aureus*, *shigella* et autres, et même contre les micro-organismes résistants aux antibiotiques. (Negesa et *al.*, 2017)

L'activité antibactérienne varie d'un miel à l'autre selon la qualité du miel, l'origine florale du nectar et la situation géographique des fleurs. (Draiaia, 2016)

- Cette activité est due aux propriétés du miel, qui sont :
- Faible acidité, ce qui gêne la croissance des bactéries.

Le pourcentage élevé de sucre dans le miel pur provoque une pression osmotique sur les cellules bactériennes, ce qui entraîne leur dessèchement et leur rétrécissement. De plus, le miel contient du peroxyde d'hydrogène, considéré comme l'inhibiteur le plus important du miel et un puissant agent oxydant. Il résulte de la réaction enzymatique de l'enzyme glucoseoxydase dont il est issu. Sécrétions des glandes pharyngées de l'abeille lors du processus de transformation du nectar en miel. (Almasaudi, 2021)

En présence de glucose oxydase, l'eau et le glucose sont oxydés et du peroxyde d'hydrogène et de l'acide gluconique sont produits, ce qui augmente l'acidité du miel et forme ainsi un environnement bactérien inactivé. Plus le miel est dilué, plus il est actif. (Purbafrani et *al.*, 2014; Stefani, 2017; Tafere, 2021)



**Figure 02 .** la réaction enzymatique. (Koechler, 2015)

### 2.2.2. 1. Activité anti-bio film

Un bio film est un collectif de micro-organismes divers, aérobies et anaérobies (Alnnasouri, 2010) organisés par des cellules microbiennes enfermées dans une matrice de polymères qu'elles produisent elles-mêmes. Ces biofilms peuvent être formés par des bactéries, des virus ou des champignons, existant sous forme de cultures monomères ou polymères. La proximité des cellules bactériennes au sein des biofilms augmente intrinsèquement leurs chances de survie. (Balázs et *al.*, 2021)

Les bactéries formant un biofilm provoquent des infections chroniques avec des lésions tissulaires persistantes. Selon les estimations, 65 à 70 % des infections bactériennes sont associées à la formation de biofilms. Les biofilms de *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis* et à la *Staphylococcus aureus*. Ses propriétés formatrices de biofilm jouent un rôle important dans la colonisation de la surface de la plaie et son biofilm est extrêmement résistant aux antibiotiques et aux désinfectants grâce à la production d'alginate. (Balázs et *al.*, 2021)

Les miel possède des propriétés antibactériennes et antifongique ,ce qui peut contribuer à réduire la formation de biofilms bactériens .les composants du miel , que les peroxyde d'hydrogène et en polyphénols, où Plus la teneur en peroxyde d'hydrogène et en polyphénols totaux du miel est élevée, plus il inhibe la croissance bactérienne. La teneur élevée en sucre et la viscosité élevée du miel contribuent de manière significative à sa capacité à inhiber la croissance microbienne et la formation de biofilm. (Balázs et *al.*, 2021)

### **2.2.3. L'activité antivirale**

Le miel a montré ses propriétés antivirales, notamment contre les virus qui apparaissent fréquemment chez l'homme, comme l'herpès labial. C'est un traitement efficace pour apaiser la douleur des ulcères cutanés provoqués par l'herpès et accélérer la guérison.

Le miel a également montré des résultats positifs dans les essais cliniques menés sur des patients allemands atteints de rougeole et a eu un effet important sur l'inhibition de la grippe.

Les composés spécifiques à l'activité du miel contre les virus ne sont pas connus, mais certains des composants présents dans le miel, tels que les flavonoïdes, le peroxyde d'hydrogène et l'oxyde nitrique, renforcent l'activité du miel contre les virus.

Le mécanisme possible est que le miel prévient l'activité du miel contre les virus. propagation du virus en empêchant sa réplication. ( Mehdi, 2016 ; Negesa et al ., 2017)

### **2.2.4. Activité antifongique**

Les recherches montrent que le miel peut éliminer certaines toxines, celles d'origine fongique. Par rapport à la solution de saccharose isotonique, la solution de miel inhibe complètement la croissance de moisissures telles que *Aspergillus flavus* et *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus parasiticus*, *Candida albicans*, *Penicillium spp* et *Penicillium chrysogenum*. (Rossant , 2011 ; Mehdi ,2016).

La été démontré que le miel a une efficacité comparable aux antifongiques classiques contre la candidose vaginale causée par *Candida albicans*.c'est à travers traitement est effectué en utilisant la plus fort concentration (Mehdi , 2016). aussi Le miel a également un effet positif sur l'appétit et la digestion (Rossant , 2011).

## **2. 3.Propriétés nutritionnelles**

Le miel est un aliment naturel riche en sucres simple set facilement digestible Il nous permet de répondre aux besoins énergétiques de l'organisme dans des conditions optimales, nous pouvons donc l'inclure dans la ration alimentaire des bébés et des jeunes enfants. (Laouar, 2017) La riche teneur en fructose et en glucose du miel est à l'origine de ses importants effets motivants et cardiostimulants, très recherchés par les sportifset les personnes fatiguées, et sa teneur calorique lui permet également de répondre aux besoins énergétiques de l'organisme dans des conditions optimales. où 100 g de miel apportent en moyenne 300 calories.(Draiaia, 2016)

Partie  
Expérimentale

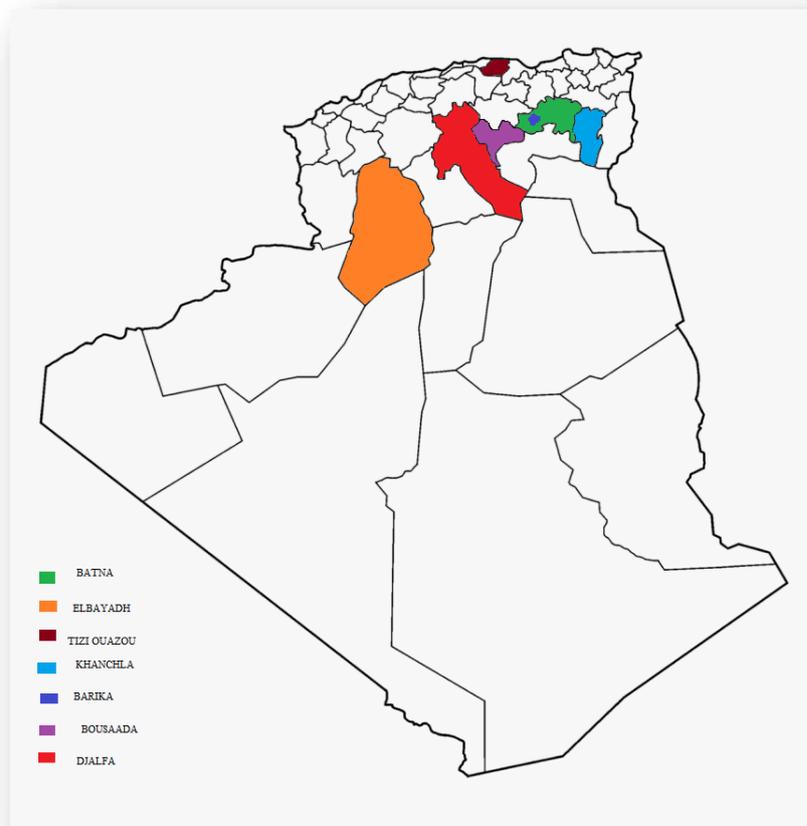
-Chapitre 3 -  
Matériel et méthodes

### 3.1.Échantionnage

Dans ce travail, nous avons utilisé sept échantillons de miel provenant de différentes régions du pays. Le huitième échantillon était un mélange des sept échantillons de miel.

**Tableau 02** .Échantillons de miel étudiés

Échantillon	Provenance géographique	Origine florale
Miel 01	Batna	<i>Jujubier</i>
Miel 02	El bayedhe	<i>Euphorbia cheirdenia</i>
Miel 03	Tizi ousou	Multi-Fleurs
Miel 04	Khanchla	<i>Jujubier</i>
Miel 05	Barika	Multi-Fleurs
Miel 06	Bousaada	<i>Jujubier</i>
Miel 07	Djelfa	<i>Jujubier</i>
Miel 08	Un mélange de sept échantillons de miel	



**Figure 03.** La situation géographique de l'origine de miel étudié.

## 3.2. Dosage des antioxydants

### 3. 2.1. Dosage des composés phénoliques

#### Mode opératoire :

La première étape de ce protocole consiste à diluer l'extrait dans de l'eau distillée en préparant la gamme étalon de concentrations (0 à 20  $\mu\text{g}$ ), en prenant l'acide gallique comme témoin de polyphénols.

Pour préparer le dosage : dans un tube en verre , ajouter 100  $\mu\text{L}$  de l'extrait préparé, puis ajouter 500  $\mu\text{L}$  de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois dans de l'eau distillée et 400ul de carbonate de sodium (75 g.L-1), puis mettre ce mélange au bain-marie à une température de 40 °C. . Pendant 5 minutes, l'absorbance est mesurée à 735 nm. (Bakchiche et *al.*, 2020; Boizot, 2006)

### 3.2.2. Dosage des flavonoïdes

Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par. (Zhishen et *al.*, 1999)

#### Mode opératoire :

Une solution méthanolique de quercétine à différentes concentrations de 1000 µg/ml a été préparée afin de tracer une courbe d'étalonnage.

- Dans un tube, on place 400 µl d'étalon ou d'extrait (miel) sont mélangés, Ajouter 120 µl de NaNO<sub>2</sub> à 5%, Après 5 minutes, ajouter 120 µl d'AlCl<sub>3</sub> à 10%, bien mélanger, et après de 6 minutes ajouter 800 µl d'AlCl<sub>3</sub> à 1 M au mélange .Le mélange est mesuré à une absorbance de 510 nm. (Zhishen et *al.*, 1999)

### 3.2.3 Activité antioxydant

#### 3. 2.3.1. Activité anti radicalaire (DPPH)

##### Mode opératoire :

En bref, dans un tube en verre, 750 µl de solution de miel (1 ml/0,1 g) ont été placés, qui ont été bien mélangés avec de l'eau distillée chaude, puis 1,5 ml de DPPH à 0,09 mg/ml dissous dans du méthanol ont été ajoutés. Dans l'obscurité pendant 30 minutes.

Le premier échantillon à blanc contient uniquement 0,75 ml d'eau distillée (sans ajout de miel), tandis que le deuxième échantillon à blanc contient 1,5 ml de dpph (sans ajout de miel). L'absorption est mesurée à 517 nm, La quercitrine a été utilisée comme contrôle positif.

**RSA (DPPH. Inhibition, %) = [(AB-AT)/AB] × 100** où, **AB = absorption** Racines vierges (DPPH. sans miel) et **AT = absorbance de l'échantillon** à tester (DPPH. avec miel). La moyenne de trois valeurs IC<sub>50</sub> (concentration provoquant 50 % d'inhibition) de l'échantillon de miel a été déterminée graphiquement. (Shehu et *al.*, 2013)

### 3.3. Activité antibactérienne

Pour évaluer l'activité antimicrobienne des échantillons de miel, cinq souches bactériennes ont été sélectionnées, et t un champignon, toutes provenant de l'hôpital Hakim Saadane de Biskra.

-Ces souches ont été sélectionnées en fonction de leur résistance aux antibiotiques.

**Tableau 03.** Les souche bactérienne et fongique (Ashagrie Tafere, 2021; Bakchiche et *al.*, 2020)

Les souches bactérienne et fongique	Famille	Gram
<i>Esherichia coli</i>	<i>Entérobactéries</i>	Négatif
<i>klebsiella pneumoniae</i>	<i>Entérobactéries</i>	Négatif
<i>proteus vulgaris</i>	<i>Entérobactéries</i>	Négatif
<i>staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcaceae</i>	Positif
<i>Streptococcus.sp</i>	<i>streptococcaceae</i>	Positif
<b>Chamignons :</b> <i>Candidas albicans</i>	<i>Saccharomycet aceae</i>	



**Figure 04 .**Les souches bactriennes et fongique

### 3.3.1. Evaluation de l'activité antimicrobienne de miel

#### 3. 3.1.1 .Sensibilité à la diffusion sur disque des antimicrobiens

La méthode de test de diffusion sur disque a été utilisée pour évaluer l'activité antimicrobienne d'échantillons de miel sélectionnés. (Ismail *et al.*, 2021; Talbaoui, 2012)

- **La culture de bactéries**

On remplit les boîtes de Pétri stériles avec de la gélose Muller-Hinton, et lorsqu'elle se solidifie, on ensemence les souches bactériennes en surface à l'aide d'une anse de platine.

Les boîtes de Pétri sont incubées à 37°C pendant 24 heures. (Nedji, 2015; Omari, 2021)

- **Préparation de la suspension bactérienne**

Dans un tube à visée stérile, à l'aide d'une anse de platine, on place quelques colonies isolées de boîtes de Pétri dans 10 ml d'eau physiologique stérile (0,9% NaCl), On mesure l'absorption à 625nm.

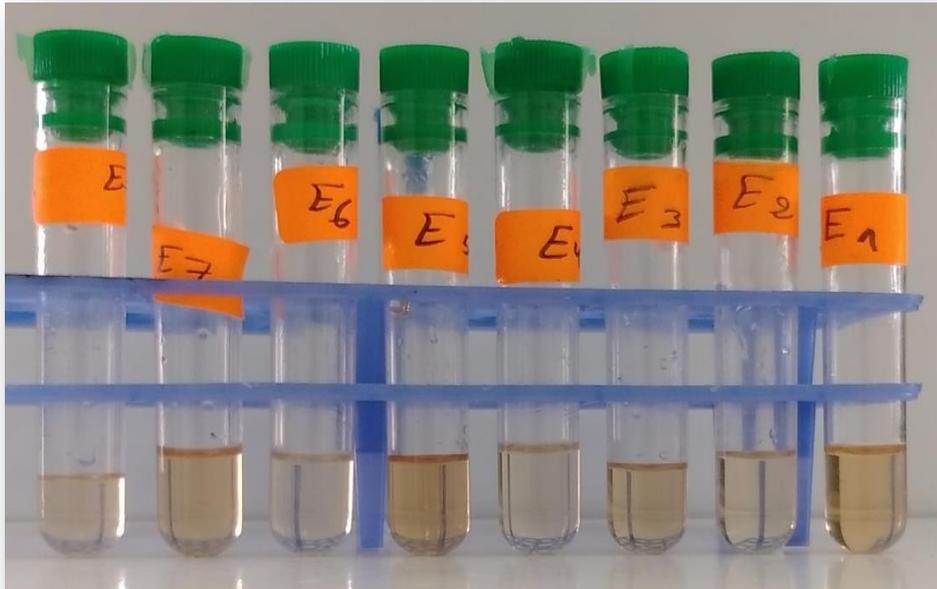
- **Préparation des disques**

A l'aide de papier filtre, nous préparons des disques d'un diamètre de 6 mm, Les disques sont placés dans des tubes à visée et stérilisés en autoclave. (Omari, 2021)

- **Préparation des échantillons de miel**

Dans un tube, nous avons mélangé 0,2 ml de chaque échantillon de miel avec 1 ml de solvant Dimethyl sulfoxide (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>OS) (DMSO) (Omari, 2021)

Ensuite, nous avons bien mélangé les tubes préparés au vortex.



**Figure 05.** Préparation des échantillons de miel.

#### • L'ensemencement de la suspension bactérienne

Dans des boîtes de Pétri contenant de la gélose Müller-Hinton sèche, à l'aide d'écouvillons, des suspensions bactériennes sont inoculées à la surface de la gélose (tapis bactérien). (Nedji, 2015)

Les disques de papier sont ensuite déposés à la surface de la gélose, et à l'aide d'une micropipette 10 µl de chaque échantillon de miel (préparé à l'avance) sont déposés sur les disques.

- Placer toutes les boîtes de Pétri dans l'incubateur à 37°C pendant 24 heures. L'incubation permet de la croissance bactérienne et permet de mesurer la zone d'inhibition.

#### 3.3.2 .Concentration minimale inhibitrice (CMI)

Le CMI peut être défini comme la concentration la plus faible pouvant inhiber la croissance bactérienne. (Voidarou et *al.*, 2011)

-Ce test est basé sur une dilution en série d'échantillons de miel à différentes concentrations sur des microplaques de 96 puits.

Dans un première étape, 100 µl de bouillon MH ont été placés dans chaque puits des microplaques.

- Mettez 100 microlitres de l'extrait de miel préparé dans le premier puits, mélangez bien, prélevez 100 microlitres du premier puits et mettez-le dans le deuxième puits.

On continue de la même manière avec le reste des puits jusqu'à former une série de dilutions avec une concentration de 10 mg/ml à 0,020 mg/ml. (Ganfon et *al.*, 2019)

- 50 microlitres de suspension bactérienne sont ensuite ajoutés en chaque puits de la microplaque.

-Le puits de contrôle négatif contient seulement 100 ul de bouillon MH .Le puits du contrôle positif ne contenait que 100 ul de bouillon MH avec Suspension bactérienne sans miel, La microplaque a été incubée à 37°C pendant 18 h.

Après incubation, la turbidité de chaque tube est vérifiée visuellement. (Ganfon et *al.*, 2019)



**Figure 06.**Le matériel utilisé pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne de miel.

- Chapitre 4 -

Résultats et discussion

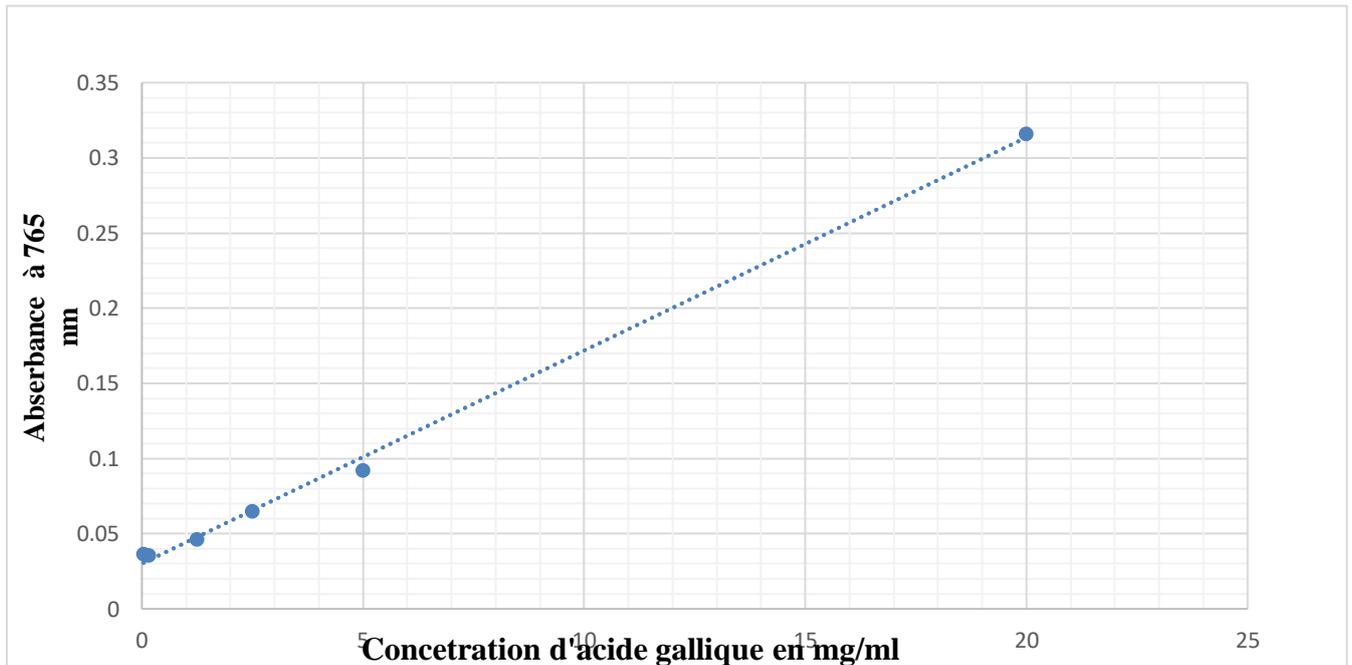
#### 4.1. Dosage des antioxydants

##### 4.1.1. Teneur en polyphénols totaux

Pour déterminer les polyphénols totaux, l'acide gallique a été utilisé comme étalon et l'absorbance a été lue à 765 nm avec les résultats représentés sur une courbe d'étalonnage avec l'équation suivante :

$$Y = 0.014x + 0.030$$

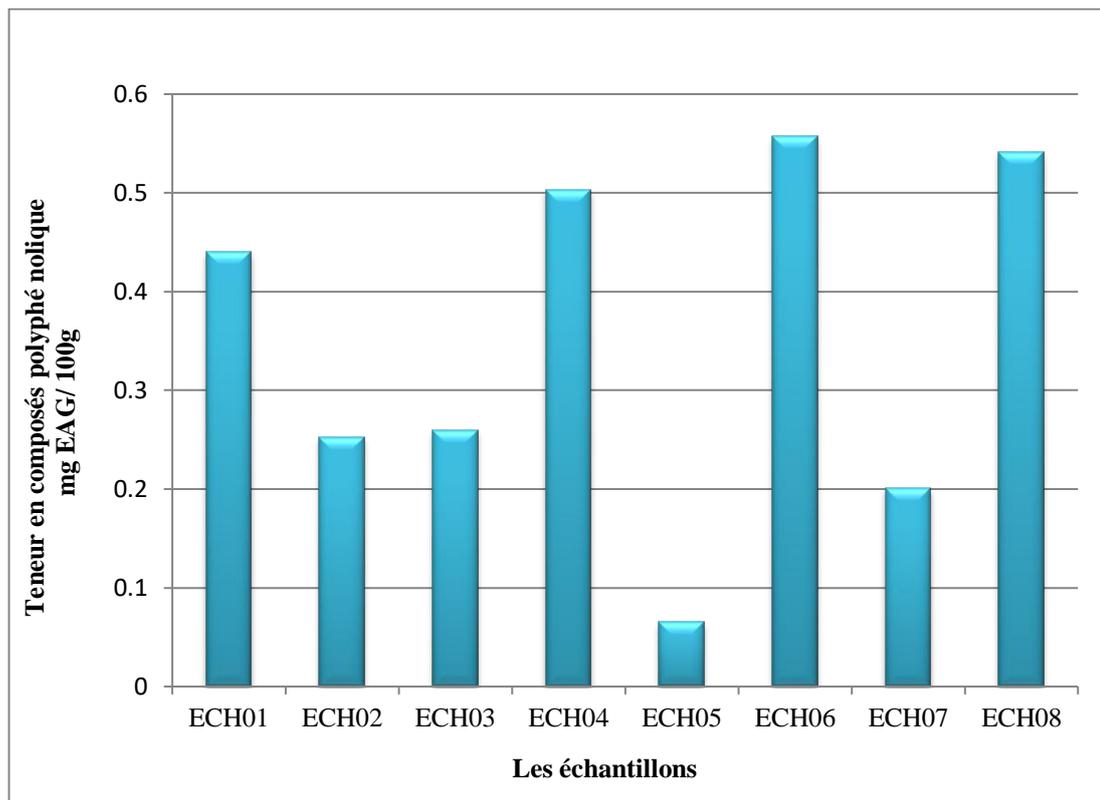
$$R^2 = 0.997$$



**Figure 07** .Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

La figure suivante représente la teneur de polyphénols dans les différents échantillons de miel de différentes régions ( 01-Batna, 02 -Elbayadh,03- Tiziouazou, 04-khanchla,

05-Barika, 06-Bousaada, 07-Djelfa, 08-Un mélange de miel de différentes régions.)



**Figure 08.** Teneur en polyphénols totaux des échantillons de miel

La teneur en polyphénols de nos échantillons de miel varie entre (0,065 mg et 0,557  $\pm$ 0.002 mg EAG/100g)

Ainsi, nous avons enregistré la valeur la plus élevée de polyphénols dans l'échantillon (06), qui est du miel multiflore, à 0,557 mg EAG/100g.

Elle est proche de l'échantillon (08) 0,541 mg, et les deux étaient supérieures à la valeur trouvée par Al-Hindi et al (2014), qui est de (0,285 mg EAG/100g).

L'échantillon (04) avait une valeur de 0,503 mg EAG/100 g) et la valeur en polyphénols était meilleure que celle du miel de l'échantillon (01) 0,440 mg EAG/100 g), de l'échantillon (03) 0,295 et de l'échantillon (07) 0,201 mg.

L'échantillon (05) a une valeur de 0,065 mg/EAG100, ce qui est la valeur la plus faible parmi tous les échantillons de cette étude. Ces résultats sont inférieurs que ceux obtenus. (Al-hindi & Shehata, 2014)

Dans le miel saoudien, ils. Comprise entre (0,1 et 0,2 mg EAG/100 grammes).

Quant aux résultats qu'il a obtenus dans son étude des échantillons de miel au Maroc, ils se situent entre (8 et 11,2 et 12 mg EAG/100 g), ce qui est différent de ceux que nous avons obtenus dans cette étude.

La différence de résultats entre ceux-ci dans la valeur des polyphénols est à l'origine due à la différence de sources de nectar et à l'origine géographique de ces échantillons.(Alfarisi et *al.*, 2021; Alzahrani et *al.*, 2012).

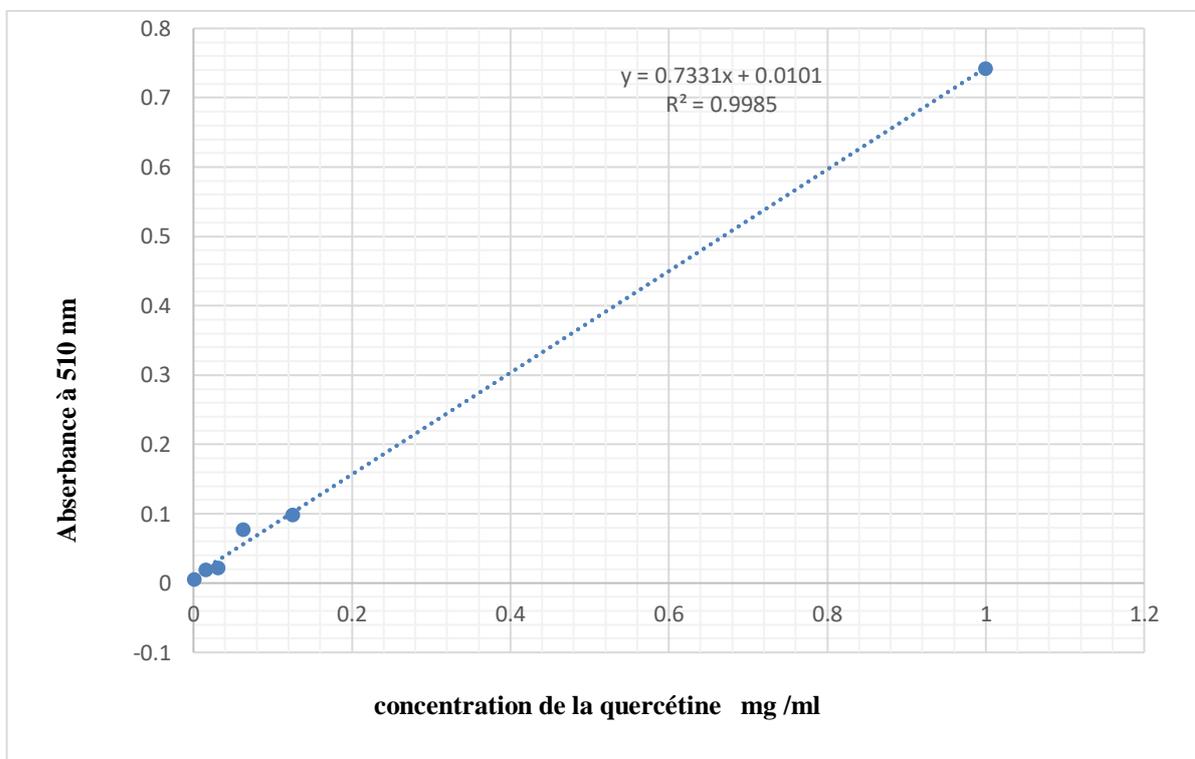
#### 4.1.2. Teneur en flavonoïdes

Pour déterminer la teneur en flavonoïdes des échantillons de miel, la quercétine a été utilisée comme étalon et l'absorbance a été mesurée à 510 nm.

Les résultats obtenus ont été représentés sur la courbe d'étalonnage :

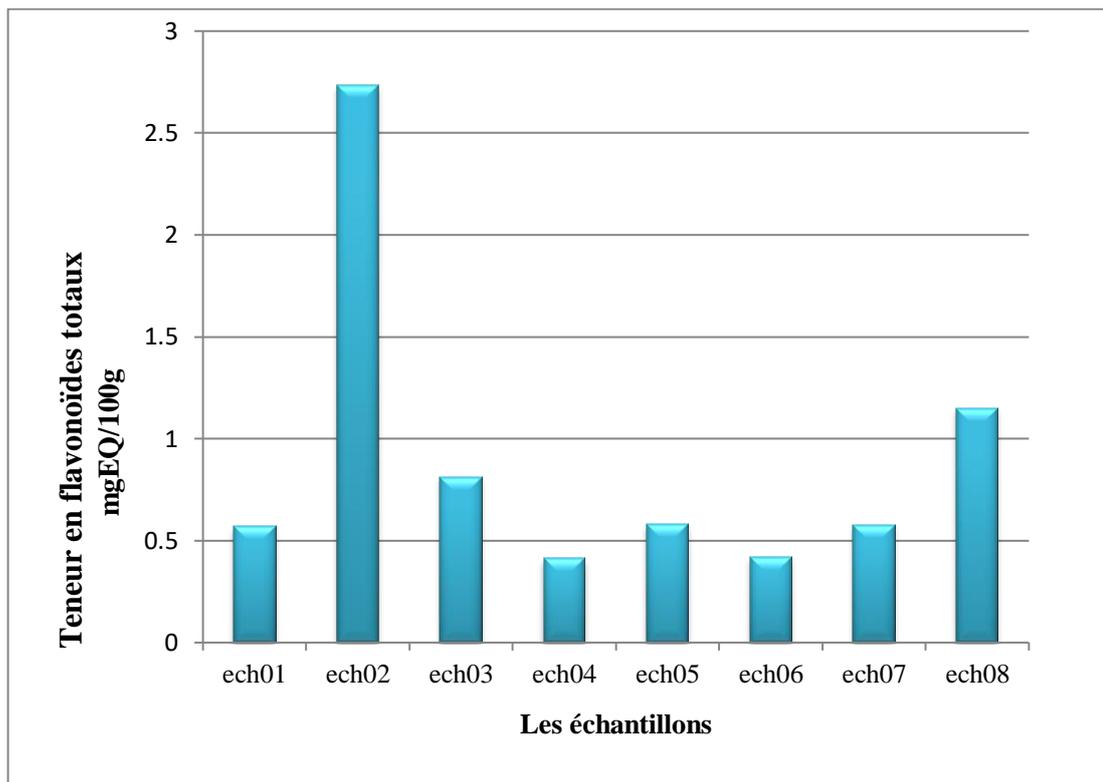
$$Y = 0.733x + 0.010$$

$$R^2 = 0.998$$



**Figure 09.** Courbe d'étalonnage de la quercitrine pour le dosage des flavonoïdes totaux.

La figure suivante représente la valeur de la teneur en flavonoïdes dans les échantillons de miel étudiés.



**Figure 10.** Teneur en flavonoïdes totaux des échantillons de miel

La valeur la plus élevée de concentration en flavonoïdes a été enregistrée dans ces échantillons, qui se trouvaient dans l'échantillon 02 avec une valeur de 2,733 mg, ce qui est supérieur à la valeur obtenue par (Aker & NiSbet, 2020; Chua et *al.*, 2013) dans son étude des échantillons de miel, qui se situe entre 1,3 et 1,8. mg/ml et est proche des résultats obtenus par (Wabaidur et *al.*, 2020) dans son étude d'échantillons de miel yéménite, qui variaient entre (2,61 et 2,73 mgEQ/100g ).

L'échantillon 08 avait une valeur de 1,150 mgEQ/100g , ce qui est proche de l'échantillon 03 et de 0,811 mg. Ils étaient supérieurs à ceux obtenus par (Chua et al., 2013) dans son étude d'un échantillon de miel malaisien, avec une valeur de (0,780 mgEQ/100g).

Quant à l'échantillon 5, nous avons obtenu 0,577 mgEQ/100g , suivi de l'échantillon 07 0,576 mgEQ/100g , puis de l'échantillon 01 d'une valeur de 0,568 mg EQ/100g , puis de l'échantillon 4 d'une valeur de 0,419 mgEQ/100 , et de l'échantillon 06 d'une valeur de 0,419 mgEQ/100g, ce qui sont des valeurs similaires et supérieures aux résultats (Al-hindi & Shehata, 2014), dans son étude dans laquelle il a obtenu des valeurs de ( 0,074 et 0,026 et 0,006 mgEQ/100g) dans des échantillons de miel provenant de différentes régions d'Arabie Saoudite.

Selon (Alfarisi et *al.*, 2021) , la différence de teneur en flavonoïdes dans les échantillons de miel est due à l'origine botanique et florale du miel s'il est issu du Sidr ou d'une plante à fleurs multiples par

exemple, et même géographique s'il s'agit de la région est montagneux ou désertique, cela explique la différence de teneur en flavonoïdes d'un miel à l'autre dans cette étude.

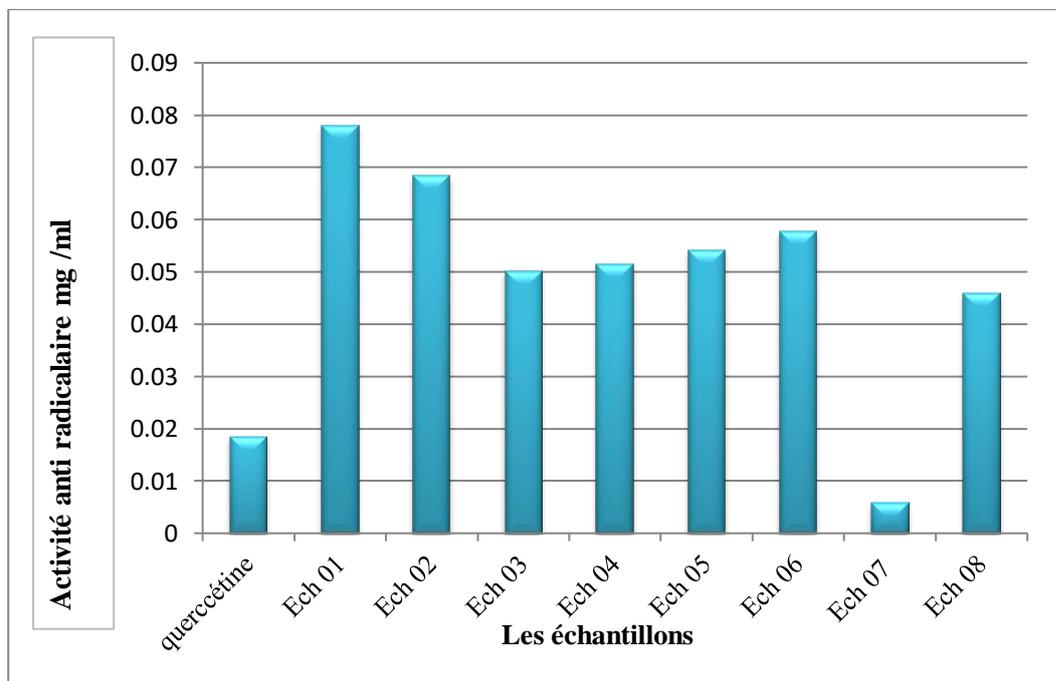
(Alvarez-Suarez *et al.*, 2010), suggèrent que la teneur en ces composés est due au type de sol dans lequel les plantes ont poussé et aux conditions climatiques et environnementales auxquelles elles sont exposées. La teneur en ces composés peut également être liée à la. dégradé des différentes couleurs de miel .(Pensamiento-Niño *et al.*, 2021)

## 4.2. Activité antioxydant

### 4.2.1. Activité anti radicalaire (DPPH)

La capacité antioxydant de divers échantillons de miel est représentée sous forme de graphiques à barres utilisant le pourcentage d'inhibition par rapport à diverses concentrations.

- IC 50 permet de calculer la concentration de l'échantillon, ce qui permet de réduire de 50 % les radicaux DPPH. Elle est donc inversement proportionnelle à la capacité antioxydant, ce qui signifie que plus la valeur de ic50 est faible, plus l'activité antioxydant des échantillons testés est élevée. (Bentabet *et al.*, 2014)



**Figure11.** L'activité antiradicalaire des échantillons de miel

L'échantillon 07 a montré l'activité antioxydant la plus élevée avec une valeur de 5,807 mg/ml par rapport au reste des échantillons, et supérieure à la quercitrine  $IC_{50} = 18,480$  mg/ml.

Ce résultat est supérieur à la valeur trouvée par (ElBorai, 2018) dans son étude d'un échantillon de miel de Sidr en Egypte et  $IC_{50} = 51,34$  mg/ml.

L'échantillon 08 arrive en deuxième position après l'échantillon 7 miel de sidr en termes d'activité antioxydant, avec une valeur de  $IC_{50} = 45,960$  mg/ml, suivi de l'échantillon 3 ( tizi ouzou) et de l'échantillon 7, après les échantillons 5 et 6 ( miel multi fleur) , avec des valeurs approchant 50,163 mg/ml et 51,437 mg. /ml. Et 57,797 mg/ml, qui sont des valeurs inférieures pour les chlorures et supérieures aux valeurs trouvées par (Abdellah et al., 2020) d'autres dans le miel saoudien 95.4 mg/ml , (Bouyahya et al., 2018)  $IC_{50} = 61,34$  mg/ml dans son étude au Maroc.

L'échantillon 02 a enregistré une valeur de 68,33 mg/mL, ce qui est supérieur à la valeur trouvée par Abdullah et al .(2020) de 159,37 mg/mL dans leur étude du miel d'*Euphorbia* en Algérie.

L'échantillon ayant la plus faible activité antioxydant était l'échantillon 01 ( miel de sidr) avec une valeur de 77,995 mg/ml, mais elle est supérieure à celle trouvée par (Hegazi et al., 2017) dans son étude sur le miel Sidr au Royaume d'Arabie Saoudite avec une valeur de 81,5 mg /ml.

### 4.3. L'activité antimicrobienne

Pour évaluer l'activité antimicrobienne d'échantillons de miel sélectionnés, nous les avons testés par méthode de diffusion sur disque en utilisant cinq souches bactériennes et une et fongique.

Nous avons obtenu les résultats présentés dans le tableau en mesurant le diamètre d'inhibition en millimètres pour les souches testées.

**Tableau 04.** Les diamètres de la zone d'inhibition (ZDI)

Miel	<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Proteus. vulgaris</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus .sp</i>	<i>Candida albicans</i>
<b>E01</b>	20.33mm	9.66mm	24.5mm	16mm	-	-
<b>E02</b>	25mm	12.5mm	12.33mm	-	-	-
<b>E03</b>	33.33mm	-	12.66mm	-	-	-
<b>E04</b>	24.66mm	-	17.66mm	-	-	-
<b>E05</b>	22mm	-	15.5mm	-	-	-
<b>E06</b>	20.33mm	-	18mm	-	-	-
<b>E07</b>	22.66mm	-	17.33mm	-	-	-
<b>E08</b>	26.66mm	-	18mm	-	-	-

-- : aucune zone d'inhibition.

Les résultats ont montré que tous les échantillons de miel testés présentaient un effet inhibiteur élevé sur les bactéries *Escherichia coli*. Les diamètres d'inhibition variaient entre 33,33 mm et 20. L'échantillon 03 pour le miel multi floral est le plus élevé parmi les autres types de miel, suivi par l'échantillon 08 (mélange de tous les échantillons de miel). Son diamètre était de 26,66 mm, suivi du reste des échantillons ayant des diamètres d'inhibition proches.

Ces résultats étaient supérieurs aux résultats obtenus par (Alqurashi., 2013) pour l'échantillon 03, et proches des résultats du reste de nos échantillons.

Dans son étude d'échantillons de miel saoudien, le diamètre de l'inhibition variait entre 17 et 25 mm.

Quant à la bactérie *Proteus vulgaris* Gram négatif, la meilleure activité inhibitrice a été pour l'échantillon 01 de miel Sidr d'un diamètre de 24 mm, suivi de l'échantillon 08 d'un diamètre de 18 mm, tandis que les échantillons 02 et 03 (12,33 et 12,66) mm, avaient une activité inhibitrice moyenne par rapport au reste des échantillons.

Ces résultats étaient meilleurs que ceux obtenus par (Mahendran & Kumarasamy, 2015) dans son étude de plusieurs échantillons de miel naturel en Inde, où le diamètre de la zone d'inhibition était compris entre (8 et 9,2) mm, ce qui en fait un effet faible pour notre étude.

Les souches *Escherichia coli* et *Proteus vulgaris* peuvent être considérées comme plus sensibles aux échantillons de miel testés par rapport à la souche *Klebsiella pneumoniae*, qui présentait une faible inhibition dans l'échantillon 01 d'un diamètre de 9,66 mm et une inhibition modérée dans l'échantillon 02 d'un diamètre de 12,50 mm. Quant au reste des échantillons de miel, ils n'ont eu aucun effet contre l'activité de ces bactéries à Gram négatif.

Ces résultats sont meilleurs que les résultats obtenus. (Zahoor et al., 2014) dans son étude de quatre types de miel pakistanais, où les zones d'inhibition des bactéries *Klebsiella pneumoniae* se situaient entre 6,8 et 9,1 mm.

Seules les bactéries *Staphylococcus aureus* à Gram positif ont montré une sensibilité élevée à l'échantillon de miel 01 d'un diamètre de 16 mm, alors qu'elles n'ont eu aucune interaction avec d'autres échantillons de miel, comme ce fut le cas avec le *Streptococcus .sp* et le *candida albicans*.

Les bactéries *Staphylococcus aureus* ont montré une sensibilité élevée uniquement à l'échantillon de miel 01, d'un diamètre de 16 mm, alors qu'elles n'ont eu aucune interaction avec d'autres échantillons de miel, comme c'est le cas pour *Streptococcus .sp* et *Candida albicans*. Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par (Abdellah et al., 2020) dans son étude, où vous obtenez une faible zone d'inhibition comprise entre 8 et 9,5 mm pour les bactéries *Staphylococcus* et 6 mm de diamètre pour *Candida albicans*.

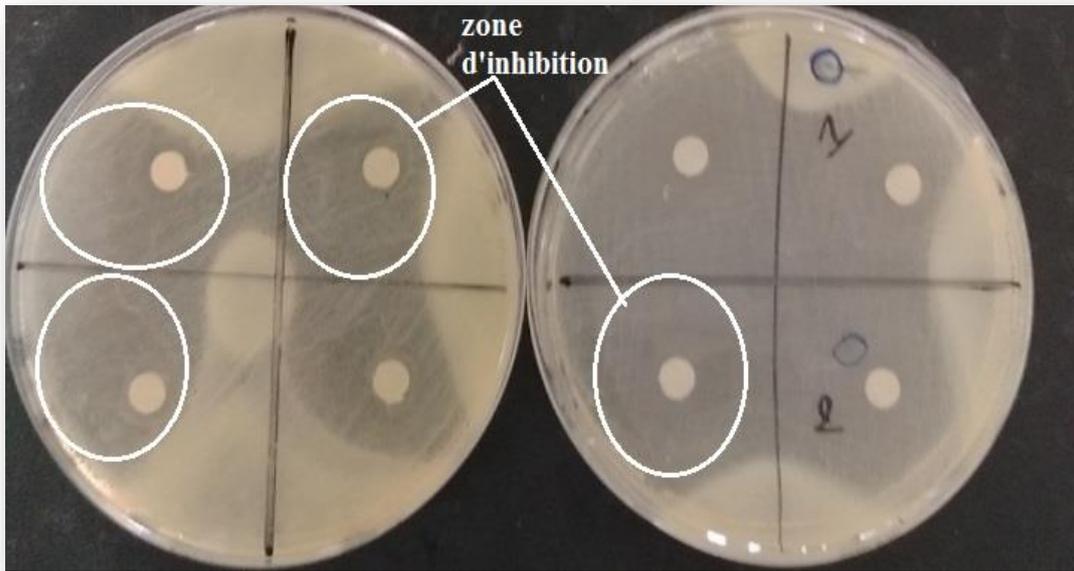
Comme le montrent ces résultats, les souches bactériennes et fongiques ont interagi différemment d'un échantillon à l'autre.

De sorte que les échantillons de miel présentaient une forte zone d'inhibition pour les bactéries Gram-négatives, notamment en ce qui concerne *Escherichia coli* et *Proteus vulgaris*. Cela est dû au type de membrane.

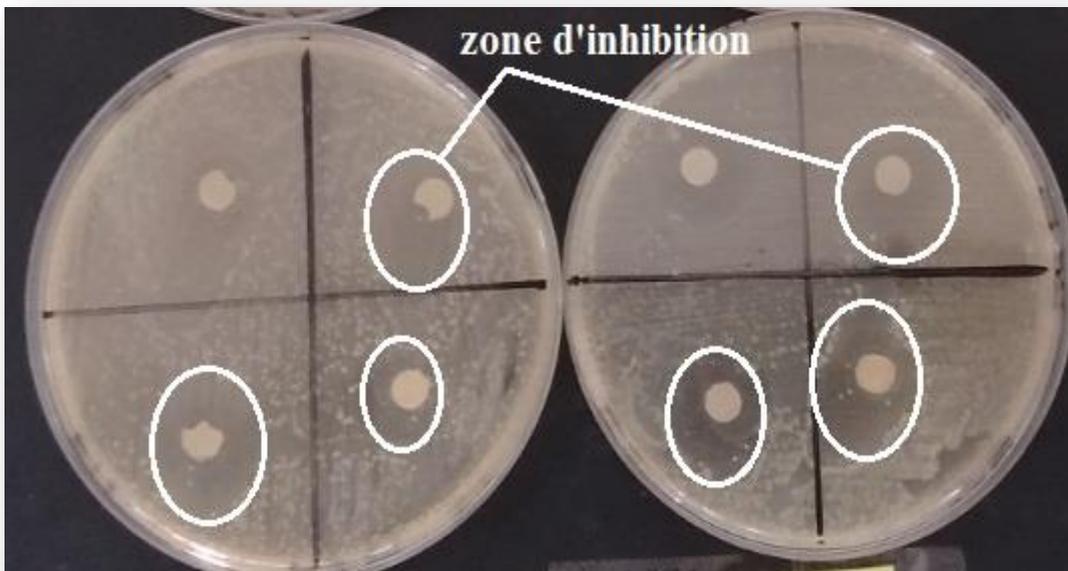
Comme mentionné par (Merah, 2010) ce qui signifie que certains échantillons de miel peuvent avoir un effet sur les bactéries Gram-négatives, mais aucun effet sur les bactéries Gram-positives ou les champignons, ce qui peut expliquer l'absence d'effet sur les bactéries *Streptococcus* et les champignons *Candida albicans*.

Selon (Cilia et al., 2020), l'activité du miel contre les bactéries est due à son origine végétale, sa qualité, ses conditions d'extraction et sa durée de conservation, qui affectent les propriétés physicochimiques du miel, son activité enzymatique et son efficacité.

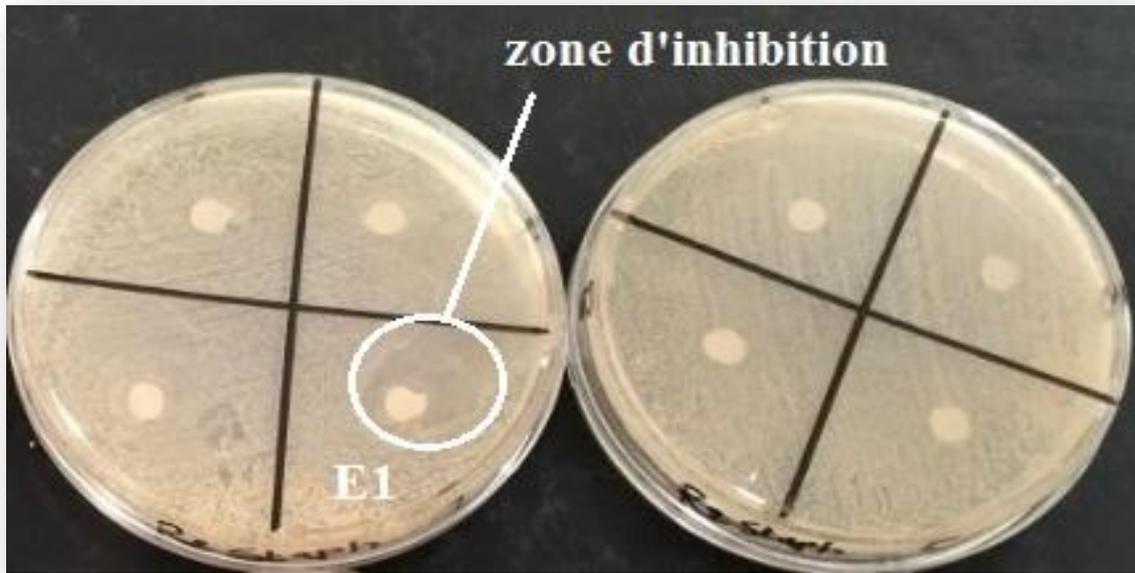
Quant à (Belhaj et al., 2016), l'activité du miel contre les bactéries s'expliquait par le fait que cette dernière contient l'enzyme glucose oxydase, qui catalyse la conversion du glucose en acide Gluconique et peroxyde d'hydrogène.



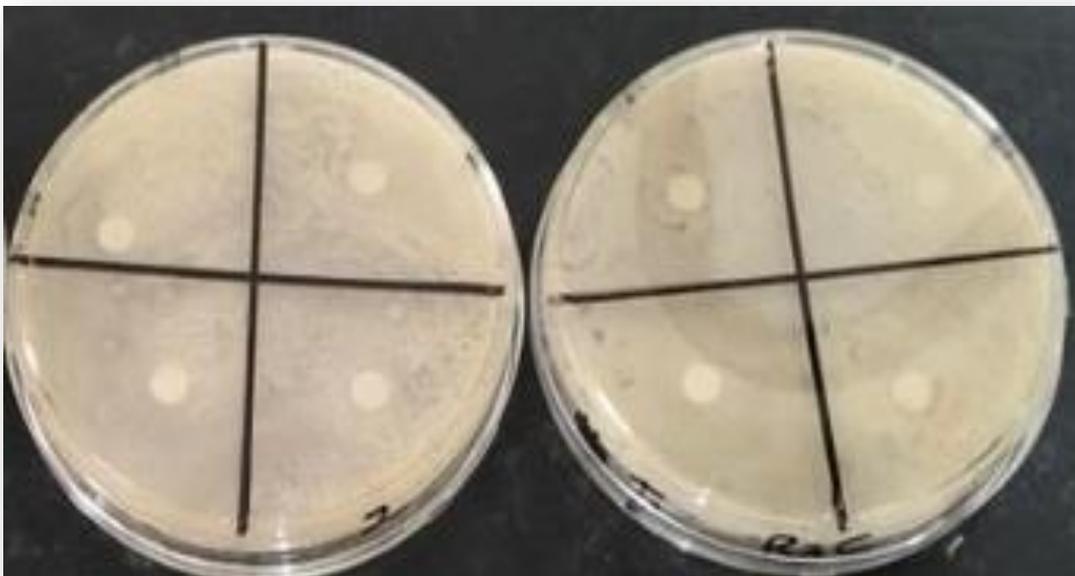
**Figure 12 .** La zone d'inhibition dans la bactérie *E.coli*



**Figure 13.** La zone d'inhibition dans la bactérie *proteus vulgaris*



**Figure 14 .**La zone d'inhibition dans la bactérie *staphylococcus aureus*.



**Figure 15.** La zone d'inhibition dans la bactérie *streptococcus.sp.*



**Figure 16.** La zone d'inhibition dans la bactérie *Candida albicans*.

#### 4.4. Détermination de la concentration minimale inhibitrice du miel

Pour déterminer les concentrations minimales inhibitrices (CMI), la technique de microdilution sur plaque a été utilisée, la concentration en CMI est prise en observant visuellement la précipitation.

Les résultats obtenus sont représentés en mg/ml dans le tableau suivant :

**Tableau 05:** Résultat de la concentration minimale inhibitrice du miel

Miel	<i>Escherichia coli</i>	<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Streptococcus .sp</i>	<i>Candida albicans</i>
<b>E01</b>	2.5mg/ml	10mg/ml	5mg/ml	2,5mg/ml	-	-
<b>E02</b>	10mg/ml	10mg/ml	5mg/ml	-	-	-
<b>E03</b>	5mg/ml	10mg/ml	-	-	-	-
<b>E04</b>	10mg/ml	10mg/ml	-	-	-	-
<b>E05</b>	5mg/ml	10mg/ml	-	-	-	-
<b>E06</b>	5mg/ml	10mg/ml	-	-	-	-
<b>E07</b>	5mg/ml	10mg/ml	-	-	-	-
<b>E08</b>	5mg/ml	10mg/ml	-	-	-	-
<b>ATB Céfotaxime</b>	R	R	R	-	S	-

R: Résistance / -- : aucun CMI / S : sensible

Dans les résultats d'antibiotique, toutes les bactéries : *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae* étaient résistantes à l'antibiotique Céfotaxime.

*Escherichia coli* était le plus sensible aux huit échantillons de miel, car une concentration de 2,5 mg/ml de l'échantillon 01 pouvait inhiber la croissance d'*Escherichia coli*, et une concentration de 5 mg/ml dans chacun des échantillons 3.5.6.7.8

Autrement dit, l'activité du miel contre *Escherichia coli* était meilleure que celle du miel ukrainien dans l'étude menée par (Cilia et al., 2020), et les résultats du CMI dans son étude se situaient entre 188 et 375 mg/ml.

Les bactéries *Proteus vulgaris* étaient moins sensibles que *Escherichia coli* et la concentration minimale d'inhibition dans tous les échantillons de miel était de 10 mg/ml. Ces résultats étaient meilleurs que ceux trouvés. (Bouhlali et al., 2020) dans son test de CMI sur des échantillons de différentes origines végétales (oranger, lavande, eucalyptus) et les résultats du CMI étaient égaux à 10,33 -11,50-12,50 mg/ml.

Quant aux bactéries *Klebsiella pneumoniae*, la concentration de 5 mg/ml pour l'échantillon de miel 01 et l'échantillon de miel 02 était suffisante pour les inhiber. Les autres types de miel n'ont eu aucun effet sur elles.

- La bactérie *Staphylococcus aureus* a également montré une sensibilité envers l'échantillon 01 uniquement (CMI 2,5 mg/ml) alors qu'elle n'avait aucune sensibilité envers les autres échantillons de miel, ce résultat est meilleur que celui obtenu par (Bazaid et al., 2023). a la concentration la plus faible. Un inhibiteur de cette bactérie était de 400 mg/ml dans son étude sur le miel Saudi Sidr.

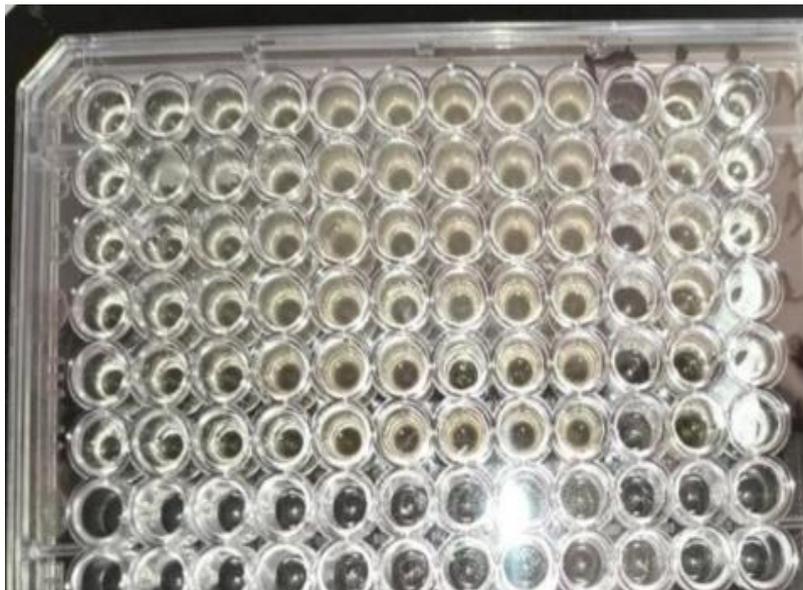
Quant aux bactéries *Streptococcus* et *Candida albicans*., elles n'étaient sensibles ou réactives à aucun des échantillons de miel testés, et ces résultats diffèrent de ceux obtenus par (Bazaid et al., 2023), où le CMI est égal à 700 mg/ml.



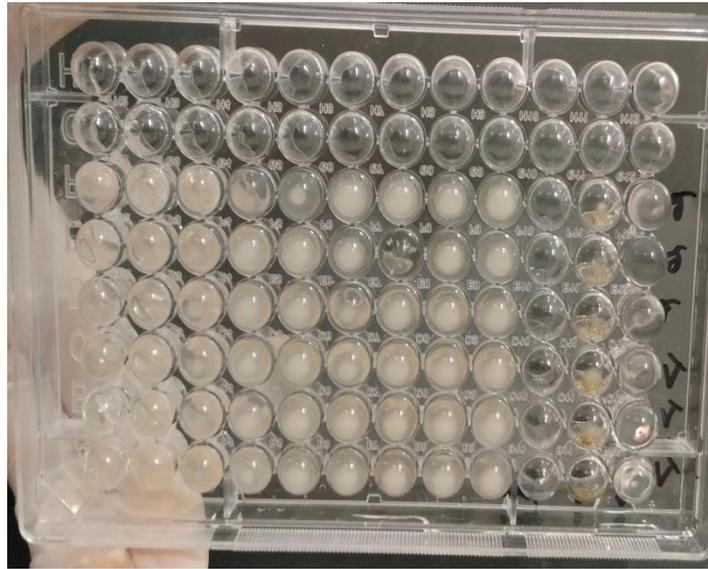
**Figure 17 .** Détermination CMI de *E.coli*



**Figure 18 .** Détermination CMI de *Proteus. vulgaris*



**Figure 19.** Détermination CMI de *Klebsiella pneumoniae*



**Figure 20 .** Détermination CMI de *Staphylococcus aureus*

# Conclusion

## Conclusion

Le miel est un produit tout à fait unique et naturel, riche en ingrédients et en matériaux qui lui confèrent une valeur nutritionnelle et thérapeutique importante.

De l'étude du miel algérien, nous concluons que les échantillons de miel testés ont une activité antioxydant qui varie d'un échantillon à l'autre, et cela est dû à la différence d'origine florale et géographique de ces échantillons.

De l'évaluation de l'activité antibactérienne de ces échantillons, nous concluons que les différences de sensibilité au miel des souches bactériennes diffèrent d'un miel à l'autre. Cependant, les bactéries *Escherichia coli* et *proteus vulgaris*. étaient les plus sensibles par rapport aux bactéries à Gram positif et *Candidas albicans*.

Cela peut être dû à la nature de la membrane et à la qualité du miel, à son origine végétale et à ses conditions de stockage.

Les résultats du mélange des sept échantillons de miel, échantillon (08), ont donné de bons résultats en termes de teneur en polyphénols et flavonoïdes et de capacité antioxydante, et ont donné de bonnes zones d'inhibition contre *Esherichia coli* Et *proteus vulgaris*.

Ces résultats positifs peuvent être dus à la combinaison de différents types de miel (Sidr, Multi floral et *Euphorbia*) dans un seul miel, et au fait que les composés actifs du miel agissent plus efficacement lorsque plusieurs types sont mélangés.

Il peut être judicieux d'essayer de mélanger plusieurs autres types de miels d'origines florales différentes afin de tirer le meilleur parti de ses activités biologiques.

# **Référence bibliographique**

## Références

1. Abdellah, F., Makhloufi, C., Boukraa, L., Hammoudi, S. M., Safa, A., Dellel, N., Benamara, A., Benhadiri, M., Marouf, N., & Benaraba, R. (2020). Physico-chemical Properties and Antibacterial and Antioxidant Activity of Two Varieties of Honey from Algerian Steppe. *Journal of Apitherapy and Nature*, 3(2), pp.59-74.
2. Achouri, M. Y., Selka, M. A., & Yakoub, M. N. S. (2021). *Méthodes physiques utilisées dans la caractérisation et le contrôle de qualité des miels : Revue générale*.
3. Adimasu Abeshu, M. (2015). Medicinal Uses of Honey. *Biology and Medicine*, 08(02).
4. Aker, D., & NiSbet, C. (2020). Antioxidant activities, total phenolic and flavonoid contents of honey collected from different botanical origins. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 67(2), pp.133-136.
5. Alfarisi, H. A. H., Ibrahim, M. B., Mohamed, Z. B. H., Hamdan, A. H. B., & Mohamad, C. A. C. (2021). *Honey and its Role in Medical Disorders*. 10.
6. al-hindi, R., & Shehata, A. (2014). Evaluation of antioxidant and antibacterial activities and essential elements content of locally produced honey in Saudi Arabia. *Life Science Journal*, 11, pp.175-185.
7. Alqurashi, A. M., Masoud, E. A., & Alamin, M. A. (2013). Antibacterial activity of Saudi honey against Gram negative bacteria. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, 5(1), 1-5.
8. Almasaudi, S. (2021). The antibacterial activities of honey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(4), pp.2188-2196.
9. Alnnasouri, M. (2010). *Etude du développement de biofilms dans des*. Thesis. Université de Limoges.
10. Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Díaz, D., Estevez, Y., Romandini, S., Giampieri, F., Damiani, E., Astolfi, P., Bompadre, S., & Battino, M. (2010).

11. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 48(8-9), pp.2490-2499.
12. Alzahrani, H. A., Alsabehi, R., Boukraâ, L., Abdellah, F., Bellik, Y., & Bakhotmah, B. A. (2012). Antibacterial and Antioxidant Potency of Floral Honeys from Different Botanical and Geographical Origins. *Molecules*, 17(9), pp.10540-10549.
13. Ashagrie Tafere, D. (2021). Chemical composition and uses of Honey : A Review. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 04(03).
14. Bakchiche, B., Temizer, İ. K., Güder, A., Çelemlı, Ö. G., Yegin, S. Ç., Bardaweel, S., & Ghareeb, M. (2020). Chemical Composition and Biological Activities of Honeybee Products From Algeria. *Journal of Applied Biotechnology Reports*, 7(2).
15. Balázs, V. L., Nagy-Radványi, L., Filep, R., Kerekes, E., Kocsis, B., Kocsis, M., & Farkas, Á. (2021). In Vitro Antibacterial and Antibiofilm Activity of Hungarian Honeys against Respiratory Tract Bacteria. *Foods*, 10(7),p.1632.
16. Bazaid, A. S., Alsolami, A., Patel, M., Khateb, A. M., Aldarhami, A., Snoussi, M., Almusheet, S. M., & Qanash, H. (2023). Antibiofilm, Antimicrobial, Anti-Quorum Sensing, and Antioxidant Activities of Saudi Sidr Honey : In Vitro and Molecular Docking Studies. *Pharmaceutics*, 15(9),p.2177.
17. Belhaj, O., Abbadi, I. E., & Ouchbani, T. (2016). *Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne du miel naturel d'origine marocaine*.
18. Bentabet, N., Boucherit-Otmani, Z., & Boucherit, K. (2014). Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de Béchar en Algérie. *Phytothérapie*, 12(6), pp.364-371.
19. Boizot, N. (2006). *Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier*.

20. Bouhala, A. (2022). *Inventory of melliferous plants and physicochemical analyzes of honeys from the region of Jijel* .Thesis, University of Mohammed Seddik Ben Yahia.
21. Bouhlali, E. D. T., Hmidani, A., Bourkhis, B., Khouya, T., Ramchoun, M., Filali-Zegzouti, Y., & Alem, C. (2020). Phenolic profile and anti-inflammatory activity of four Moroccan date (*Phoenix dactylifera* L.) seed varieties. *Heliyon*, 6(2), p.3436.
22. Bouyahya, A., Abrini, J., Et-Touys, A., Lagrouh, F., Dakka, N., & Bakri, Y. (2018). Analyse phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des échantillons du miel marocain. *Phytothérapie*, 16(S1), pp.220-224.
23. Chebira, B., & Mekroud, A. (2018). *Detection et quantification par chromatographie liquide haute performance (HPLC) de quelques antibiotiques utilisés en apiculture en Algérie*.
24. Chua, L. S., Rahaman, N. L. A., Adnan, N. A., & Eddie Tan, T. T. (2013). Antioxidant Activity of Three Honey Samples in relation with Their Biochemical Components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2013, pp.1-8.
25. Cilia, G., Fratini, F., Marchi, M., Sagona, S., Turchi, B., Adamchuk, L., Felicioli, A., & Kačániová, M. (2020). Antibacterial Activity of Honey Samples from Ukraine. *Veterinary Sciences*, 7(4), p.181.
26. Djelloul, Z. (2022). *Potentialités mellifères, analyse et étude des vertus thérapeutiques des miels de la région de Sidi bel Abbès R* .Thesis, Université Mustapha Stambouli].
27. Draiaia, R. (2016). *Caractérisation physico-chimique et appellation botanique des miels Algériens (Cas des ruches langstroth)* .Université Badji Mokhtar.
28. Da Silva P. M., Gauche C., Gonzaga L. V., Costa A. C. O., Fett, R. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food chemistry* 196 : pp.309-323.

29. Ertop, U., ŞeviK, H., & Hendek Ertop, M. (2023). Mineral Composition and Heavy Metal Contents of Chestnut Honey Collected From Kastamonu Region. *Journal of Apitherapy and Nature*, 6(2), pp.73-87.
30. Ganfon, H., Houvohehou, J.-P., Assanhou, A. G., Bankole, H. S., & Gbenou, J. (2019). Activité antibactérienne de l'extrait éthanolique et des fractions de *Anogeissus leiocarpa* (DC) Guill. Et Perr. (Combretaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), Article 2.
31. Guerzou, M., Aouissi, H. A., Guerzou, A., Burlakovs, J., Doumandji, S., & Krauklis, A. E. (2021). From the Beehives : Identification and Comparison of Physicochemical Properties of Algerian Honey. *Resources*, 10(10), p.94.
32. Hameed, O. M., Shaker, O. M., Ben Slima, A., & Makni, M. (2024). Biochemical Profiling and Physicochemical and Biological Valorization of Iraqi Honey : A Comprehensive Analysis. *Molecules*, 29(3), p.671.
33. Hasam, S., Qarizada, D., & Azizi, M. (2020). A Review : Honey and Its Nutritional Composition. *Asian Journal of Research in Biochemistry*, pp.34-43.
34. Hegazi, A. G., Al Guthami, F. M., Al Gethami, A. F. M., Allah, F. M. A., Saleh, A. A., & Fouad, E. A. (2017). Potential antibacterial activity of some Saudi Arabia honey. *Veterinary World*, 10(2), pp.233-237.
35. Ismail, M., Abdallah, E. M., & Elsharkawy, E. R. (2021). Physico-chemical properties, antioxidant, and antimicrobial activity of five varieties of honey from Saudi Arabia. *Asia Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology*, pp.27-34.
36. Kerbastard Nicolas, Rapior, S., Nangou, A., & Meissonnier, C. (2020). *DES ABEILLES, DES HUMAINS ET DU MIEL / Bee, Human and Honey*.
37. Koehler, S. (2015). *Le miel dans la cicatrisation des plaies : Un nouveau médicament?*

- 
38. Lamontagne-Drolet M., Samson-Robert O., Giovenazzo P., Fournier V. 2019 . The impacts of two protein supplements on commercial honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Journal of Apicultural Research* 58(5): pp.800-813.
39. Laredj, H. (2017). *Caractérisation microbiologique et physicochimique des miels produits au niveau de la région de Tiaret* .Thesis, Université Ibn Khaldoun -Tiaret.
40. 36.Liquet L. 2010 . Du nectar a un miel de qualité: contrôles analytiques du miel et conseils Pratiques à l' intention de l'apiculteur amateur. Thèse de Doctorat, Université Claude-Bernard - Lyon 1, 194p.
41. Le Bihan, A. (2016). *Les pansements au miel dans la cicatrisation des plaies aiguës et chroniques* (Doctoral dissertation, Editeur inconnu).
42. M., za. (2013). Antibacterial activity of Saudi honey against Gram negative bacteria. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*, 5(1),pp. 1-5.
43. Mahendran, S., & Kumarasamy, D. (2015). Antimicrobial Activity of some Honey Samples against Pathogenic Bacteria. *International Letters of Natural Sciences*, 34, pp.15-20.
44. Mehdi, Yamina. (2016). *Caractérisation Physicochimique, Palynologique Et Effets Antibactérien, Antioxydant Et Immunomodulateur Des Miels De La Région Ouest D'algerie* Thesis, Université Djillali Libes Faculté De Sciences De L Nature et De la vie.
45. Merah, M. (2010). *Etude De L'effet Antimicrobien De Trois Echantillons Du Miel Naturel Recoltes Du Territoire Algerien*. 2.
46. Molaveisi, M., Beigbabaie, A., Akbari, E., Noghabi, M. S., & Mohamadi, M. (2019). Kinetics of temperature effect on antioxidant activity, phenolic compounds and color of Iranian jujube honey. *Heliyon*, 5(1), p.1129.

47. Nedji, N. (2015). *Effets des acaricides sur l'abeille domestique Apis mellifera intermissa et analyse de l'activité antimicrobienne de la propolis et du miel*. Université Badji Mokhtar.
48. Neggad, A. (2021). *Isolement et analyse de substances naturelles par des techniques dites vertes à partir de différentes matrices telles que Ruta graveolens, Warionia saharae et le miel*. Thesis, Université des sciences et de la technologie Houari boumediene.
49. Omari, N. E. (2021). *Étude phytochimique et toxicologique et évaluation de l'activité antioxydante, antidiabétique et antibactérienne des racines d'Aristolochia longa L.* [Thesis]. Université Mohammed V.
50. Pensamiento-Niño, C. A., Campos-Montiel, R. G., Añorve-Morga, J., Ramírez-Moreno, E., Ascacio-Valdés, J. A., & Hernández-Fuentes, A. D. (2021). Nutritional Characterization of the Functional and Antioxidant Activity of Cactus Flowers from Hidalgo, Mexico. *Applied Sciences*, 11(13), Article 13.
51. Predescu, C., Papuc, C., & Nicorescu, V. (2015). *Antioxidant Activity Of Sunflower And Meadow Honey*.
52. Purbafrani, A., Hashemi, S. A. G., Bayyenat, S., Moghaddam, H. T., & Saeidi, M. (2014). The Benefits of Honey in Holy Quran. *International Journal of Pediatrics*.
53. Rossant A. 2011 . Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de doctorat, Université Limoges, 132 p.
54. Scherazad, M., Carine, M., Nassera, D., & Safia, B. (2020). *Caractéristiques Méliissopalynologiques Et Contenu Phénolique Du Miel De Ziziphus Lotus D'algérie*.
55. Shehu, A., Rohin, M. A. K., Aziz, A. A., & Ismail, S. (2013). *Antibacterial Activity and Antioxidant Capacity of Malaysian Tualang Honey*. 4(4).
56. Stefani, J.-J. (2017). *Le miel de Corse : De la ruche à l'officine*.
57. Tafere, D. A. (2021). Chemical composition and uses of Honey : A Review. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, 4(3), pp.194-201.

58. Talbaoui, A. (2012). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from six Moroccan plants. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(31).
59. Taleb R, A. 2021. Evaluation de l'effet Antioxydant, anti ulcère antidiabétique et cicatrisant du Miel et de la Propolis du sud Algérien «Étude *in vivo* » : Pharmacologie Expérimentale. Thèse De doctorat, Université Abdelhamid Ibn Badis , Mostaganem, 130p
60. Voidarou, C., Alexopoulos, A., Plessas, S., Karapanou, A., Mantzourani, I., Stavropoulou, E., Fotou, K., Tzora, A., Skoufos, I., & Bezirtzoglou, E. (2011). Antibacterial activity of different honeys against pathogenic bacteria. *Anaerobe*, 17(6), pp.375-379.
61. Wabaidur, S. M., Obbed, M. S., Alothman, Z. A., Alfaris, N. A., Badjah-Hadj-Ahmed, A. Y., Siddiqui, M. R., Altamimi, J. Z., & Aldayel, T. S. (2020). Total phenolic acids and flavonoid contents determination in Yemeni honey of various floral sources : Folin-Ciocalteu and spectrophotometric approach. *Food Science and Technology*, 40(suppl 2), pp.647-652.
62. Yang, Y. (2014). *Qualification des miels de Corse par une approche multifactorielle : Diversité pollinique & variabilité chimique*.
63. Zahoor, M., Naz, S., & Sangeen, M. (2014). Antibacterial, antifungal and antioxidant activities of honey collected from Timergara (Dir, Pakistan). *Pak. J. Pharm. Sci*, 27(1), pp.45-5
64. Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555-559.

# **Annexes**

## Liste de sensibilité des souches bactériennes à certains antibiotiques

### Annexe 01 . Sensibilité *E.coli* aux antibiotiques

**EPH Dr SAADANE**  
LABORATOIRE CENTRAL  
UNITE DE MICROBIOLOGIE

Nom de famille = [REDACTED]      Service = EXTERNE  
Prénom = [REDACTED]      Date de prélèvement = 9-mai-2024  
Age = [REDACTED]      Numéro de prélèvement = 2162  
Sexe = f      Type de prélèvement = Urine

---

Micro-organisme = *Escherichia coli*

Acide nalidixique	R	Amikacine	S
Ampicilline	R	Amoxicilline/Acide clavulanique	RR
Céfazoline	R	Céfoxime	R
Céfoxitine	S	Ceftazidime	S
Ciprofloxacine	R	Colistine	S
Gentamicine	S	Imipenem	S
Nitrofurantoïne	S	Ticarcilline	R
Triméthoprime/Sulfaméthoxazole	R		

B $\beta$ -lactamase      Positif  
 BLSE      Positif  
 Commentaire      INFECTION URINAIRE  
 ESBL-producing Enterobacteriaceae  
 Depending on your area, resistant isolates may be uncommon.

18-mai-2024 13:03    R = Résistant    I = Intermédiaire    S = Sensible    NS = Non-sensible

---

### Annexe 02 . Sensibilité *Klebsiella pneumoniae* aux antibiotiques

**EPH Dr SAADANE**  
LABORATOIRE CENTRAL  
UNITE DE MICROBIOLOGIE

Nom de famille = NA. [REDACTED]      Service = CARDIOLOGIE  
Prénom = K. [REDACTED]      Date de prélèvement = 16-mai-2024  
Age = [REDACTED]      Numéro de prélèvement = 2281  
Sexe = f      Type de prélèvement = Urine

---

Micro-organisme = *Klebsiella pneumoniae* ss. pneumoniae

Acide nalidixique	R	Amikacine	S
Ampicilline	R	Amoxicilline/Acide clavulanique	RR
Céfazoline	R	Céfoxime	R
Céfoxitine	S	Ceftazidime	S
Ciprofloxacine	R	Colistine	S
Gentamicine	S	Imipenem	S
Nitrofurantoïne	S	Ticarcilline	R
Triméthoprime/Sulfaméthoxazole	R		

B $\beta$ -lactamase      Positif  
 BLSE      Positif  
 portage  
 SOUCHE RESPONSABLE DES EPIDEMIES  
 ESBL-producing Enterobacteriaceae  
 Depending on your area, resistant isolates may be uncommon.

18-mai-2024 13:09    R = Résistant    I = Intermédiaire    S = Sensible    NS = Non-sensible

---

Annexe 03 . Sensibilité *Staphylococcus aureus* aux antibiotiques

EPH Dr SAADANE LABORATOIRE CENTRAL UNITE DE MICROBIOLOGIE			
Nom de famille = H		Service = MEDECINE INTERNE FEMME	
Prénom = YC		Date de prélèvement = 22-mai-2024	
Âge =		Numéro de prélèvement = 2406	
Sexe = f		Type de prélèvement =	
Micro-organisme = <i>Staphylococcus aureus</i> ss. aureus			
Ciprofloxacine	S	Clindamycine	S
Erythromycine	S	Kanamycine	I
Levofloxacine	S	Oxacilline	?
Penicilline G	R	Pristinamycine	?
Rifampine	S	Teicoplanine	S
Tetracycline	S	Triméthoprime/Sulfaméthoxazole	R
Vancomycine	?		
i-2024 11:18 R = Résistant I = Intermédiaire S = Sensible NS = Non-sensible			

Annexe 04 . Sensibilité *Streptococcus .sp* aux antibiotiques

EPH Dr SAADANE LABORATOIRE CENTRAL UNITE DE MICROBIOLOGIE			
Nom de famille = C		Service = EXTERNE	
Prénom = C	R	Date de prélèvement = 20-mai-2024	
Âge =		Numéro de prélèvement = 2345	
Sexe = f		Type de prélèvement = Prosthesis, vascular	
Micro-organisme = <i>Streptococcus</i> sp.			
Ampicilline	S	Céfotaxime	S
Ciprofloxacine	R	Clindamycine	R
Erythromycine	S	Levofloxacine	?
Penicilline G	S	Pristinamycine (Haute)	S
Rifampine	R	Tétracycline	R
Teicoplanine	S	Gentamicine (Haute)	S
Vancomycine	S		
Commentaire	COLONISATION		
27-mai-2024 11:17 R = Résistant I = Intermédiaire S = Sensible NS = Non-sensible			

Annexe 05 . Sensibilité *Proteus. vulgaris* aux antibiotiques

EPH Dr SAADANE  
LABORATOIRE CENTRAL  
UNITE DE MICROBIOLOGIE

Nom de famille = [REDACTED]  
Prénom = [REDACTED]  
Age = [REDACTED]  
Sexe = f

Service = MEDECINE INTERNE FEMME  
Date de prélèvement = 16-mai-2024  
Numéro de prélèvement = 2283  
Type de prélèvement = Pus

Micro-organisme = *Proteus vulgaris*

Acide nalidixique	R	Amikacine	S
Ampicilline	R	Amoxicilline/Acide clavulanique	RR
Céfazoline	R	Céfotaxime	R
Céfixime	R	Ciprofloxacine	I
Colistine	R	Gentamicine	R
Imipenem	S	Nitrofurantoïne	R
Ticarcilline	R	Triméthoprime/Sulfaméthoxazole	R

18-mai-2024 13:16 R = Résistant I = Intermédiaire S = Sensible NS = Non-sensible

## Résumé

### ملخص

تركز هذه الدراسة على تقييم النشاط المضاد للأكسدة لثمانية عينات من العسل الجزائري، من خلال فحص محتوى البوليفينول والفلافونويد والقدرة . ويهدف أيضًا إلى تقييم النشاط المضاد للميكروبات لهذه العينات باستخدام تقنية انتشار القرص وطريقة تحديد التركيز المثبط DPPH المضادة للأكسدة لـ ( باستخدام اللوحة الدقيقة MIC الأدنى )  
 (جم)، GEA/100 بعد تقييم نتائج مضادات الأكسدة، أظهرت النتائج أن العينة 06 تحتوي على أعلى محتوى من البوليفينول ( $0.557 \pm 0.002$  مجم فيما يتعلق بنتائج مضادات الميكروبات، بينما تحتوي العينة 02 على أعلى قيمة فلافونويد عالية (2.733 مجم مكافئ/100 جم). بقيمة 5.807 ملغم/مل. و *Klebsiella pneumoniae* الأكثر حساسية لمعظم العينات، في حين كانت *Esherichia coli* و *Proteus vulgaris* كانت سلالات *Streptococcus* و *Candidas albicans* أقل حساسية، في حين لم يكن للعسل أي تأثير على *Staphylococcus aureus*. الكلمات المفتاحية: العسل، نشاط مضادات الأكسدة، DPPH، البوليفينول، الفلافونويد، نشاط مضاد للميكروبات، MIC.

### Résumé

Cette étude porte sur l'évaluation de l'activité antioxydante de huit échantillons de miel algérien, en examinant la teneur en polyphénols et flavonoïdes et la capacité antioxydante du DPPH. Il vise également à évaluer l'activité antimicrobienne de ces échantillons en utilisant la technique de diffusion sur disque et la méthode de détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) Utilisation de microplaque ; Après avoir évalué les résultats en antioxydants, les résultats ont montré que l'échantillon 06 avait la teneur en polyphénols la plus élevée ( $0,557 \pm 0,002$  mg de GEA/100 g), tandis que l'échantillon 02 avait la valeur de flavonoïdes la plus élevée (2,733 mg Eq/100 g). Avec une valeur de 5,807 mg/ml ; Concernant les résultats antimicrobiens, les souches *Esherichia coli* et de *Proteus vulgaris* étaient les plus sensibles pour la plupart des échantillons, tandis que *Klebsiella pneumoniae* et *Staphylococcus aureus* étaient moins sensibles, tandis que le miel n'avait aucun effet sur *Candidas albicans* et *Streptococcus*.

Mots clés : miel, activité antioxydante, DPPH, polyphénols , flavonoïdes, activité antimicrobienne, CMI.

### Summary

This study focuses on the evaluation of the antioxidant activity of eight samples of Algerian honey, by examining the content of polyphenols and flavonoids and the antioxidant capacity of DPPH. It also aims to evaluate the antimicrobial activity of these samples using disk diffusion technique and minimum inhibitory concentration (MIC) determination method using microplate; After evaluating the antioxidant results, the results showed that sample 06 had the highest polyphenol content ( $0.557 \pm 0.002$  mg GEA/100 g), while sample 02 had the highest flavonoid value. high (2.733 mg Eq/100 g). With a value of 5.807 mg/ml; Regarding antimicrobial results, *Esherichia coli* and *Proteus vulgaris* strains were the most sensitive for most samples, while *Klebsiella pneumoniae* and *Staphylococcus aureus* were less sensitive, while honey had no effect on *Candidas albicans* and Streptococcus.

Key words: honey, antioxidant activity, DPPH, polyphenols, flavonoids, antimicrobial activity, MIC.