

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université IBN KHALDOUN -Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences biologiques

Spécialité: Biologie moléculaire et cellulaire

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique



Soutenu publiquement par:

- **Bouزيد Ghania**

- **Hattab Halima**

- **Khattou Fatiha**

Thème

**Etude physicochimique et évaluation des activités
biologiques du miel de Pégane (*Peganum harmala*)**

Devant le jury:

- Présidente	M ^{me} BELARBI F.	« Maitre-assistant A »
- Promotrice	M ^{me} MAKHLOUFI C.	« Maitre de conférences A »
- Co-promotrice	M ^{me} ABDALLAH F.	« Ingénieur de laboratoire »
- Examinatrice	M ^{me} AIT ABDERRAHIM L.	« Maitre de conférences A »

Année universitaire : 2020-2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنِ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ،
ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًّا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ
مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ﴾.

El O Prophète, ton Seigneur a inspiré aux abeilles leur mode de vie et leurs moyens de subsistance. Il leur a inspiré de prendre les cavernes des montagnes, les cavités des arbres et les treilles pour demeures – Puis Allah - qu'Il soit exalté- leur a inspiré de se nourrir de tous les fruits des arbres et des plantes ; Il leur a rendu disponibles, à cette fin, des moyens que leur Seigneur leur avait préparés et rendus faciles. De leurs estomacs sort un liquide de différentes couleurs, qui apporte une guérison pour les hommes. Il y a dans cette chose merveilleuse des preuves évidentes de l'existence d'un Créateur Tout-Puissant et Sage, pour un peuple qui réfléchit pour en tirer profit et gagner ainsi un bonheur permanent

(Sourate Nahl : verset 68 – 69)



Remerciements

En premier lieu, nous remercions Allah le tout puissant pour nous avoir donné la force, la patience, le courage, l'enthousiasme, l'énergie et la santé pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier particulièrement:

Notre promotrice **M^{me} MAKHLOUFI C** pour son encadrement de qualité, pour ses encouragements, son soutien, pour ses précieux conseils tout le long de réalisation de notre mémoire. Merci de nous avoir guidé avec patience.

Notre co-promotrice **M^{me} ABDELLAH F** pour sa patience, son aide, sa disponibilité, pour le temps qu'elle a consacré à nous apporter les outils indispensables à la bonne conduite de cette recherche, pour ses conseils ainsi que la confiance qu'elle nous a donné au cours de cette étude.

Que nos vifs remerciements aillent:

A M^{me} BELARBI F. qui nous a fait l'honneur de présider ce travail.

A M^{me} AIT ABDARRAHIM L. pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.
Nous tenons à remercier tous les techniciens du laboratoire pour leur aide, et leur respect.

Enfin, Nous tenons à remercier aussi tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Nous remercions toute la promotion de la biologie moléculaire et cellulaire 2020/2021.

Dédicaces

Tout d'abord, je remercie Allah pour tout. Pour la volonté, la force, la patience,
l'endurance

Et la continuité pour faire ce modeste travail.

Je dédie ce travail à ma chère mère, ma belle rose est une étoile qui illumine mon
ciel, que Dieu la guérisse.

A mon cher père, l'homme que j'aime tant et je suis fière d'être sa fille, merci pour
tout l'amour et

Et la confiance que tu m'as donnée depuis mon enfance.

Tu as toujours été le meilleur pour moi.

Papa, Maman que dieu vous bénisse et vous procure santé et longue vie.

A mes chères sœurs Amina, Latifa et Khadija

A mon cher frère Mohammed El Habib.

A ma cousine Karima, son mari et ses filles Aya, Yasmine et Nihal.

A Ma nièce Hadil Oumaima.

A mes chères grand-mères

A toute la famille Bouzid et Khalil.

A tous mes amis sans exception Surtout ma chère amie Latifa, Asma, Fatima,
Ikram ,marwa ,ilhem ,Djamila ,Djouher.

A tous qui sont chers.

A mes chers binômes et amies. Halima et Fatiha

A tous ceux qui m'ont aidé, même avec un mot gentil.

Ghania

Dédicaces

Avant tout, je remercie mon Dieu qui m'a donné la volonté de continuer mes études

Et faire ce modeste travail.

Je remercie particulièrement:

Ma mère, ma raison d'être, ma raison de vivre la latence qui éclaire mon chemin
Et m'illumine de douceur et d'amour et de soutien, je t'aime Daloula.

Mon père qui grâce à lui j'ai trouvé mon chemin. En priant pour moi, j'ai réussi dans

Mes études. Je t'aime Hadj Azzedine.

A qui leur amour coule dans mes veines et mon cœur rayonne de leur souvenir à mes

Frères Abdallah et sa femme Souad, Thabet mon deuxième père, Fathi mon soutien dans la vie et Yacine plus près de mon cœur.

A mes neveux adorables, Mohamed, Azzedine et mes nièces Hadil, Imane, Khawela.

A tous mes amis, Ikram, Djouher, Malika, Kheira, Djamila, Racha.

Je le dédie à mon cher binôme et amies Fatiha et Ghania.

A tous les gens qui ont cru en moi et qui me donnent l'envie d'aller en avant, je Vous

Remercie tous, votre soutien et vos encouragements me donnent la force de continuer.

Halima

Dédicaces

Tout d'abord je remercie Allah (mon dieu) de m'avoir donné la capacité, la volonté et de la patience

Pour réaliser ce modeste travail.

Ce mémoire est dédié aux plus chères à mon cœur. À la meilleure de toutes les mères
Aïcha

Qui m'a soutenu, qui m'a aidé durant toute ma vie, pour son amour infini et sa bienveillance jour et nuit, tu as toujours su trouver les mots qui conviennent pour me remonter la morale dans les moments pénibles, grâce à toi j'ai pu surmonter toutes les difficultés

À mon très cher père Lakhdhar

Pour être le bon exemple de père par son soutien, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études, merci pour tes encouragements dès mes premiers pas d'étude jusqu'à ce jour pour la confiance que tu m'as donnée depuis mon enfance.

À mes chères sœurs Amina, son marie Boubaker, Fraiha et son marie Mohamed, Aya Et Wiam.

À mes chers frères Walid et Hocine.

À mes neveux adorables Islam, Nassim, Mostapha.

À tous mes amies Djamila, Djouher, Malika, Kheira

À toute la famille Khattou et Cherif.

À mon cher binôme et amies Halima et Ghania.

À tous ceux que j'aime et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Fatiha

SOMMAIRE

Liste des abréviations	i
Liste des figures	ii
Liste des tableaux	iii
Liste des annexes	iv

Introduction

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Miel.....	02
1.1. Origine de miel.....	02
1.1.1. Nectar	02
1.1.2. Miellat	02
1.2. Types de miel	02
1.3. Qualité du miel	03
1.4. Composition chimique du miel	03
1.5. Cristallisation	04
1.6. Propriétés thérapeutique.....	05
1.6.1 Activité antibactérienne du miel	05
1.6.2. Action antioxydante	05

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Objectif du travail.....	06
2. Lieu et durée du travail.....	06
3. Matière premières	06
3.1. Matières biologique	06

3.1.1. Miel	06
3.1.2. Souches bactériennes	07
3.1.3. Matériel de laboratoire et réactifs.....	08
4. Méthodes	09
4.1. Protocole expérimental.....	09
4.2. Analyse physicochimiques	10
4.2.1. Détermination de la teneur en eau.....	10
4.2.2. Détermination de la conductivité électrique	10
4.2.3. Détermination du pH, de l'acidité libre, de l'acidité combinée et de l'acidité total.....	11
4.2.4 Cendres.....	12
4.2.5. Hydroxy –méthyl-furfural (HMF).....	13
4.3. Evaluation de l'activité antioxydant des miels.....	14
4.3.1. Dosage des poly phénols	14
4.3.2. Dosage des flavonoïdes	14
4.3.3. Test de réduction de fer FRAP (Fer Réduction Antioxydant Power)	15
4.4. Evaluation de l'activité antibactérienne des miels	16
4.4.1. Les souches bactériennes	16
4.4.2. Préparation de l'inoculum standard des souches.....	16
4.4.3. Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) en milieu solide.	17

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Analyses physicochimiques	18
1.1. Résultats	18
1.2. Discussion	19

1.2.1. Teneur en eau	19
1.2.2. Conductivité électrique	20
1.2.3. Teneur en Cendres.....	22
1.2.4. PH (Potentiel hydrogène	23
1.2.5. HMF (Hydroxyméthylfurfural)	24
1.2.6. Acidité libre.....	25
1.2.7. Acidité combiné	27
1.2.8. Acidité totale	28
2. Résultat des activités biologiques des miels étudiés	28
2.1. Effet antioxydant des miels	29
2.1.1. Teneur en polyphénols	29
2.1.2. Teneur en flavonoïdes	30
2.1.3. Activité antioxydant évaluée par le pouvoir réducteur (Test de FRAP).....	32
3. L'activité antibactérienne des miels	34
3.1. Résultat.....	34
3.2. Discussion	34

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

LISTE DES ABREVIATIONS

ATCC	American Type Culture Collection
CE₅₀	Concentration effective à 50%
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
D.O	Densité optique
EAG	Equivalent acide gallique
EC	Equivalent catechine
EQ	Equivalent Quercétine
FRAP	Pouvoir antioxydant réducteur ferrique
Max	Maximum.
Meq	Milli équivalent
MGO	Méthylglyoxal
Min	Minimum
mS	Milli siemens
nm	Nanomètre
pHE	Potentiel hydrogène équivalente
TCA	acide trichloroacétique
UV-VIS	Ultra-violet visible
Vol	Volume
μS	Micro siemens

LISTE DES FIGURES

Figures	Titres	Pages
01	Echantillons de miel étudiés.	07
02	Protocole expérimental.	09
03	Répartition de la teneur en humidité des miels étudiés.	19
04	Répartition de la conductivité électrique des miels analysés.	21
05	Répartition de la teneur en cendres des miels étudiés.	22
06	Répartition de pH des miels étudiés.	23
07	Représentation graphique du HMF des miels analysés.	25
08	Répartition de l'acidité libre des miels analysés.	26
09	Répartition de l'acidité combinée des miels étudiés.	28
10	Répartition de l'acidité totale des miels analysés.	29
11	Teneurs en polyphénols des échantillons des miels étudiés. (Moyenne±Ecartype).	29
12	Teneur en flavonoïdes des miels étudiés. (Moyenne±Ecartype).	31
13	Concentrations effectrices responsables du pouvoir réducteur des miels, Vitamine C et l'acide gallique. (Moyenne±Ecartype).	31

LIST DES TABLEAUX

Tableaux	Titres	Pages
01	Principales différences entre miel du nectar et de miellat (Bruneau, 2009).	03
02	Présentation des échantillons de miel étudiés.	06
03	Souches bactériennes utilisées.	07
04	Matériel et réactifs utilisés.	08
05	Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de miels.	18
06	Valeurs de CMI de nos échantillons du miel vis- à -vis des souches testées.	34

LISTE DES ANNEXES

Annexe	Titres
Annexe I	Tableau de CHATAWAY, (1935).
Annexe II	Les Valeurs de CMI des miels étudiés vis-à-vis des souches testées
Annexe III	Bactéries pathogènes étudiées
Annexe IV	Composition des milieux de culture.
Annexe V	Courbes d'étalonnages (acide gallique, quercétine)
Annexe VI	Pouvoir réducteur (Les standards)
Annexe VII	Pouvoir réducteur des miels étudiés

Introduction

Introduction

Le miel est un aliment naturel, visqueux et aromatique. Il représente l'une des denrées alimentaires les plus appréciées par l'homme et ceci grâce à ses propriétés nutritives et thérapeutiques.

Ce produit est élaboré par les abeilles (*Apis mellifera*) à partir du nectar des fleurs ou de sécrétions issues des parties vivantes des plantes (miellat) (**Djossou et al., 2013**).

Le miel est un composé complexe qui représente une solution hautement concentrée en sucres dont les principaux sont le glucose et le fructose, il renferme aussi une large gamme de composés mineurs tels que les vitamines, les minéraux, les protéines, les acides organiques, les flavonoïdes... (**Azeredo et al., 2003**).

Plusieurs vertus sont attribuées aux miels grâce à leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes.

Cependant certains composants antibactériens du miel et ses vertus curatives ne sont pas encore connus et ils continuent de constituer une énigme pour les chercheurs (**Postmes, 1997**).

Cette composition est en fonction des conditions environnementales, du climat, des espèces végétales et de la contribution de l'apiculteur (**Azeredo et al., 2003 ; Yaiche Achour et Khali, 2014**).

Des recherches et des études sur les miels algériens montrent ses meilleures qualités et ses propriétés antimicrobiennes (**Merah et al., 2010 ; Makhloufi, 2010 ; Nadir, 2014**).

L'Algérie est riche en espèces végétales et en fleurs mellifères, un climat favorable et un sol fertile mais la production des miels reste très inférieure par rapport aux potentialités mellifères existantes.

En plus le consommateur algérien est confronté à la cherté de ce produit noble, n'arrive pas à faire la différence entre un produit authentique et un autre falsifié et cela à cause de l'absence de structures officielles qui contrôlent la qualité des produits locaux.

L'objectif de ce travail se base sur l'étude des caractéristiques physico-chimiques et évaluation biologique de quatre miels algériens de pégane (*Peganum harmala*).

Chapitre -I-

Synthèse Bibliographique

1. Miel

Le miel est un produit naturel sucré, parfumé et fabriqué par les abeilles *Apis mellifera* à partir du nectar des fleurs ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes des plantes, que les abeilles butinent, transforment et fusionnent avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles même, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et murir dans les rayons de la ruche (**codex alimentaire, 2001**).

1.1. Origine du miel

Le miel provient des plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir de:

- Nectar élaboré par les nectaires;
- Miellat rejeté par les insectes piqueurs et suceurs (pucerons,).

1.1.1. Nectar

Le nectar est un liquide sucré, sécrété par les nectaires. Il est composé de trois sucres principaux, le glucose, le saccharose et le fructose. On y trouve de l'eau, des substances diverses et rares comme les vitamines ou les protéines (**Hoyet, 2005**).

1.1.2. Miellat

Le miel de miellat possède une couleur foncée. Il est très riche en sels minéraux et contient beaucoup d'éléments indigestes pour l'abeille (**Schweitzer, 2004**).

1.2. Types de miel

On distingue deux variétés de miel, miel de nectar recueilli dans la fleur et miel de miellat recueilli sur la plante (Tab. 01).

Tableau 01: Principales différences entre miel du nectar et de miellat (Bruneau, 2009)

Composants		Miel de Miellat	Miel de Nectar
pH		4,5 %	3.9 %
Minéraux (cendres)		0,58 %	0.26 %
Fructose et Glucose		61,6 %	74 %
Autres sucres exprimés en % des sucres totaux	Mélicitose	8,6 %	0,2 %
	Raffinose	0,84 %	0,03 %
	Maltose + isomaltose	9,6 %	7,8 %

Généralement les miels à base de nectar sont répartis en deux groupes:

a. Miel monofloral

Les miels uniflores possèdent des caractéristiques palynologiques, physico-chimiques et organoleptiques (Bogdanov *et al.*, 2001). Ces miels proviennent essentiellement d'une seule espèce florale.

b. Miel polyfloral

Les miels polyfloraux ou de toutes fleurs résultent de la récolte des abeilles sur plusieurs espèces florales, sans prédominance (Pham-Delegue, 1998).

1.3. Qualité du miel

Un miel de qualité doit être extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, il ne doit pas être adultéré et doit garder toutes ses propriétés d'origine et contenir le moins possible de polluants, antibiotiques, pesticides...etc (Schweitzer, 2004).

1.4. Composition chimique du miel

Le miel est un mélange très complexe. Sa composition ainsi que ses qualités organoleptiques (couleur, consistance, odeur, saveur) dépendent de la période de l'année et surtout de l'emplacement des ruches au sein de l'environnement végétal, ainsi que de la zone géographique et de l'origine botanique de la source du nectar et autres sécrétions des plantes.

➤ **L'eau** : est le deuxième constituant le plus important du miel. Son contenu peut varier de 15 à 21%. Sa teneur influence les propriétés du miel telles que : la couleur, le goût, la viscosité, la solubilité...etc. La **commission européenne du miel (2014)** exige une teneur en eau maximale de 20%.

- **Les éléments minéraux :** Ils sont plus abondants dans les miels plus foncés environ 0.4% et de 0.02% dans les miels de couleur clair (**Mores et al., 1980**).
- **Les sucres :** sont les principaux constituants du miel. Ils sont constitués de 75% de monosaccharides, 10 à 15% de disaccharides et un pourcentage plus faible des sucres qui restent (**Guler et al., 2007**).
- **Les composés volatils :** bien qu'ils soient présents en quantité minime, ils sont responsables des propriétés organoleptiques et nutritionnelles du miel.
- **Les composés phénoliques :** Ils peuvent servir comme indicateurs de son origine botanique et renseigne sur sa qualité. En effet, les flavonoïdes et les acides phénoliques sont responsables d'une importante capacité antioxydante, et d'autres propriétés pharmacologiques bénéfiques (**AL-Mamary et al., 2002**).
- **Les vitamines et les lipides:** sont présents en quantité minime dans le miel. Les principales vitamines sont les vitamines du groupe B provenant des grains de pollen en suspension. D'autre part, les lipides sont sous formes de glycérides et d'acides gras (**Bogdanov et Matzke, 2003**).
- **Les enzymes :** proviennent soit des nectars, soit des sécrétions salivaires de l'abeille. Les plus connues sont la gluco-invertase qui est responsable de l'hydrolyse des disaccharides, et les α - et β -amylases qui permettent la dégradation de l'amidon (**Serrano et al., 2007**).

1.5. Cristallisation

Selon **Vannier (1999)**, plus un miel est riche en glucose, plus vite il cristallise.

L'importance de la rapidité du phénomène dépend de plusieurs facteurs:

- sa teneur en eau ;
- la température de stockage ;
- ses proportions en glucose et en fructose.

Dyce (1976), cité par **Makhloufi (2000)** rapporte que la solidification se fait à partir des cristaux primaires de glucose, des grains de pollen et de poussières. C'est à 14°C que la cristallisation est la plus rapide (**Schweitzer, 2001**).

1.6. Propriétés thérapeutiques

Le miel a été utilisé depuis l'antiquité en médecine traditionnelle car il traite de nombreuses maladies comme antianémique, antiseptique, diurétique, et sédatif de la toux. Il permet de soulager les maux de gorge, les angines, il facilite la cicatrisation des brûlures et des blessures. Il est antibactérien, antifongique, antivirale et antioxydant (**Maglon et vanwijek, 2003 et Bradbear, 2005**).

1.6.1. Activité antibactérienne du miel

De nombreuses études scientifiques ont démontré les pouvoirs bactéricides et bactériostatiques du miel (**Cooper, 2007 ; Kwakman et al., 2010**). L'effet antibactérien du miel est dû à l'osmolarité élevée, l'acidité, peroxyde d'hydrogène et inhibines non peroxydes (**Meda, 2005 ; Sultanbawa et al., 2015**).

1.6.2. Action antioxydante

Le miel contient un pouvoir antioxydant lié aux agents antioxydants tels que l'acide phénolique, les flavonoïdes, caroténoïdes, acides organiques, acide ascorbique, acides aminés et protéines (**Anso, 2012**).

Chapitre -II-

Matériel et Méthodes

1. Objectif du travail

Notre étude a pour objectif de déterminer les propriétés physicochimiques, antioxydantes et antibactériennes du miel de Pégane (*Peganum harmala*).

2. Lieu et durée du travail

L'étude expérimentale de ce travail a été menée pendant la période allant du 31 janvier au 01 juin 2021 au sein des laboratoires suivants :

- ❖ Laboratoire de recherche, Amélioration et valorisation des productions animales locales de l'université Ibn khaldoun-Tiaret;
- ❖ Laboratoire de microbiologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ibn khaldoun-Tiaret;
- ❖ Laboratoire de technologie alimentaire et physiologie végétale de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ibn khaldoun-Tiaret.

3. Matières premières

3.1. Matières biologiques

3.1.1. Miel

Les échantillons de miel étudiés de l'année 2020, proviennent de quatre régions (Djelfa, El Bayadh, Ksar chellala et Laghouat) (Tab. 02 et fig. 01).

Tous les échantillons ont été conservés au réfrigérateur dans des flacons en verre, jusqu'à l'analyse au laboratoire.

Tableau 02: Présentation des échantillons de miel étudiés.

Echantillons	Date de récolte	Région de récolte	Origine florale présumée	Mode d'extraction
H1	2020	Djelfa	Pégane	électrique
H2	2020	El Bayadh	Pégane	électrique
H3	2020	Ksar Chellala	Pégane	électrique
H4	2020	Laghouat	Pégane	électrique



H1



H2



H3



H4

Figure 01: Echantillons de miel étudiés

3.1.2. Souches bactériennes

Le tableau 03 représente les souches bactériennes utilisées dans notre étude pour l'évaluation de l'activité antibactérienne des miels.

Tableau 03 : Souches bactériennes utilisées.

Souches bactériennes à tester	
Bactérie Gram +	Bactérie Gram -
- <i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC33862)	- <i>Escherichia coli</i> (ATCC25922) - <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC27853)

3.2. Matériel de laboratoire et réactifs

Le matériel de laboratoire et les réactifs utilisés sont donnés dans le tableau 04.

Tableau 04 : Matériel et réactifs utilisés

Appareillage	Réfractomètre du type Abbe à thermomètre incorporé; Etuve (Memert) ; Conductimètre (Hanna EC 214) ; Balance analytique (Sartorius) ; Four à moufle (Heraeus) ; Agitateur magnétique (Heito) ; pH-mètre (Hanna HI 2211) ; Bain marie thermostaté (Grant) ; Dessiccateur ; Spectrophotomètre (UV-1202 Shimadzu) ; Vortex (Labline) ; Autoclave (Sanoclav) ; Micro-onde (LG).
Produits chimiques	Solution d'hydroxyde de sodium 0,05 N; Solution d'acide sulfurique 0,05 N; Solution d'acide barbiturique; Réactif à la paratoluidine; Isopropanol; Acide acétique cristallisable; Folin-Ciocalteu ; TCA; Acide gallique ; Quercétine; Carbonate de sodium (Na_2CO_3) ; Chlorure d'aluminium (AlCl_3) .
Milieu de culture	Gélose Mueller Hinton, Chapman, King B, Mac-conkey.

4. Méthodes

4.1. Protocole expérimental

La procédure expérimentale adaptée pour notre étude est résumée dans la figure suivante :

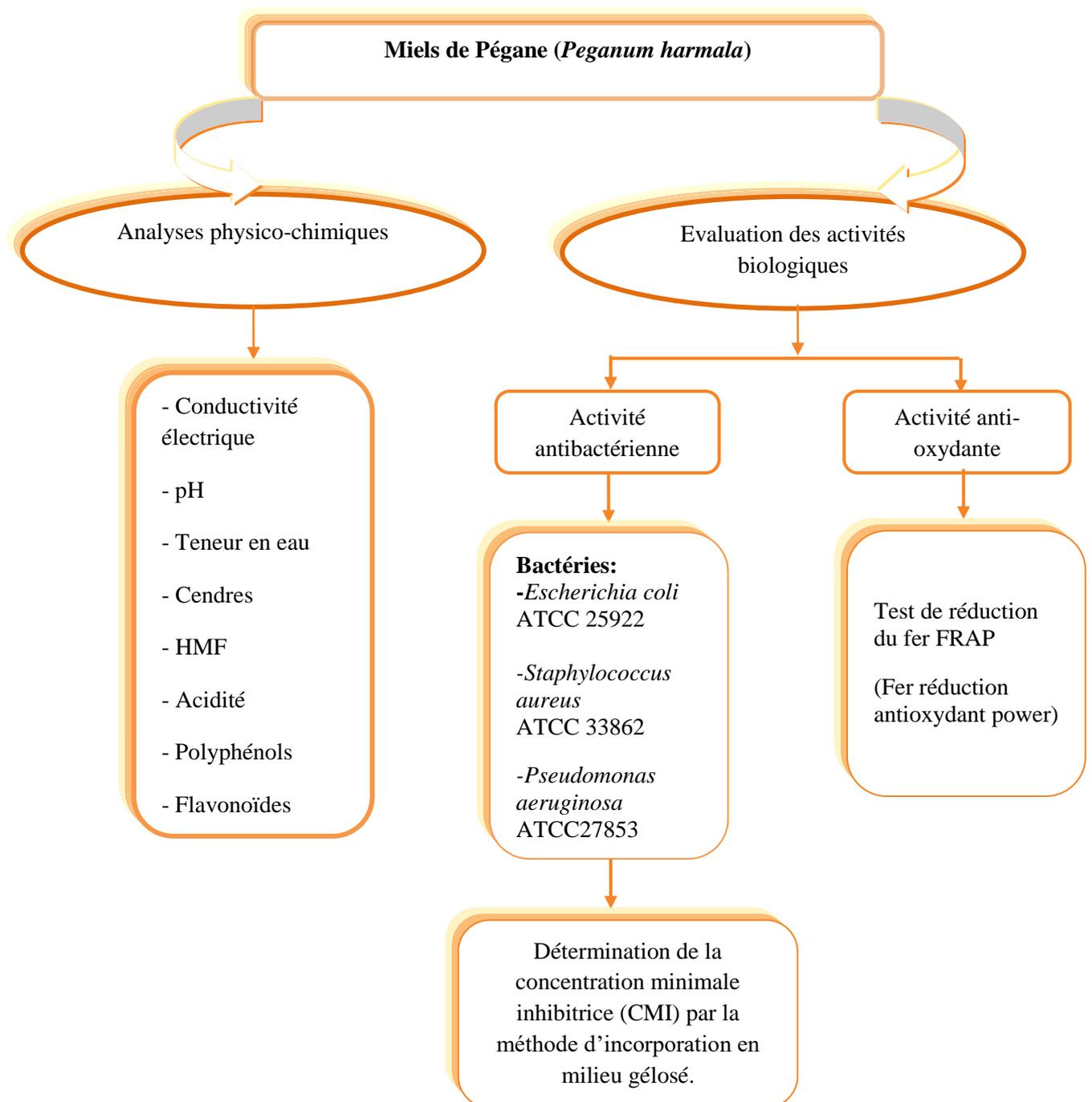


Figure 02: Protocole expérimental

4.2. Analyses physicochimiques

Les analyses physicochimiques sont réalisées selon les méthodes harmonisées de la commission européenne du miel (**Bogdanov et al., 1997**).

4.2.1. Détermination de la teneur en eau

Ce paramètre est déterminé par la mesure de l'indice réfractométrique.

Le miel à analyser doit être homogénéisé et parfaitement liquide. Si le produit se trouve à l'état cristallisé, il est nécessaire de le refondre dans un flacon à fermeture hermétique en étuve ou au bain marie à moins de 50°C.

Mode opératoire

Après étalonnage de l'appareil, à l'aide de la baguette de verre, déposer une goutte de miel sur le prisme du réfractomètre et répartir en couche mince. Fermer l'appareil, lire l'indice de réfraction, et noter la température du prisme.

Si la mesure a été effectuée à une température différente de 20°C, la lecture doit être corrigée pour ramener l'indice de réfraction à 20°C.

La correction est additive, si la mesure est faite au-dessus de 20°C, soustractive dans le cas contraire. Le facteur de correction est de 0,00023 par degré Celsius.

En se rapportant au tableau de CHATAWAY (**annexe. I**), la teneur en eau correspondant à chaque indice de réfraction à 20°C, est déterminée.

4.2.2. Détermination de la conductivité électrique

Mesure à 20°C de la conductivité électrique, d'une solution de miel à 20% de matière sèche du produit.

Mode opératoire

Peser une masse de miel telle que :

$$M = \frac{5.100}{MS}$$

MS (%) : Matière sèche du miel déterminé à partir de la mesure du taux d'humidité.

Dissoudre les M g de miel dans quelques ml d'eau distillée, compléter à 25 ml dans une fiole jaugée.

Mettre la solution dans un bécher de 50 ml. Après étalonnage de l'appareil, plonger l'électrode dans la solution, la lecture est faite à 20°C et la valeur de la conductivité électrique est affichée directement sur le potentiomètre. Les résultats sont exprimés en mS/cm.

4.2.3. Détermination du pH, de l'acidité libre, des lactones et de l'acidité totale

Réalisée par la méthode de titrage au point d'équivalence.

L'acidité libre est obtenue par la courbe de neutralisation du miel par une solution d'hydroxyde de sodium et détermination du pH du point équivalent (pHE).

L'acidité due aux lactones est obtenue par l'ajout d'un excès d'hydroxyde de sodium à la solution de miel en déterminant cet excès par un titrage en retour par l'acide sulfurique.

Mode opératoire

Peser 5 g de miel et dissoudre dans un peu d'eau. La solution est complétée à un volume de 50 ml dans une fiole jaugée.

Prélever 25 ml dans un bécher. Le pH mètre doit être étalonné à l'aide de solutions tampons de commerce, tampons 4 et 7.

Le liquide est agité modérément à l'aide d'un agitateur puis dosé avec de l'hydroxyde de sodium.

Les valeurs des pH sont notées successivement après chaque ajout de NaOH qui est de l'ordre de 0,2 ml au début du dosage puis de 0,1 ml dès que les variations deviendront plus importantes.

Lorsque les variations du pH redeviennent minimales (pH compris entre 8,5 et 9), ajouter un excès d'hydroxyde de sodium, et sans tarder, procéder au titrage retour avec la solution d'acide sulfurique.

Expression des résultats

Tracer les courbes de neutralisation en portant le pH en ordonnées et les volumes d'hydroxyde de sodium et d'acide sulfurique en abscisses. Il détermine graphiquement le point équivalent E de la courbe de neutralisation du miel.

$$\text{Acidité libre (meq/kg)} = \frac{1000.V N}{M}$$

$$\text{Acidité combinée (meq/kg)} = \frac{1000.[(10-V)N - 0.05V']}{M}$$

$$\text{Acidité totale (meq/kg)} = \text{Acidité libre} + \text{Acidité combinée}$$

V : Volume en millilitre d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre le pH du point équivalent E lors de la neutralisation du miel ;

V' : Volume en millilitre d'acide sulfurique pour atteindre le pH du point équivalent lors du dosage en retour ;

N : Normalité d'hydroxyde de sodium ;

M : Prise d'essai en gramme.

4.2.4. Cendres

La teneur en cendres est déterminée par incinération du produit dans un four à moufle, jusqu'à obtention d'une cendre blanche.

Mode opératoire

Peser 5 g de miel de masse M_0 dans une capsule. Carboniser lentement en évitant les projections, puis porter au four à 600°C.

L'incinération est complète quand la différence entre deux pesées consécutives faites à 30 mn d'intervalle n'excède pas 1mg. Après refroidissement dans un dessiccateur, procéder à la pesée de la capsule avec les cendres.

Expression des résultats

$$M = \frac{M_1 - M_2}{M_0} 100$$

M : Masse des cendres pour 100 g de miel ;

M₁ : Poids de la capsule avec les cendres ;

M₂ : Poids de la capsule vide ;

M₀ : Prise d'essai.

4.2.5. Hydroxy-méthyl-furfural (HMF)

Déterminé par la méthode de Winkler, réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible.

Mesure à une longueur d'onde de 550 nm de la coloration rouge due à l'action de l'HMF sur l'acide barbiturique et la paratoluidine.

Réactif à la paratoluidine

Dissoudre 10 g de paratoluidine dans un peu d'isopropanol. Ajouter 10 ml d'acide acétique cristallisable.

Verser dans une fiole jaugée de 100 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'isopropanol et mélanger par retournements.

Conserver le réactif en flacon brun et au réfrigérateur. Il est renouvelé journalièrement.

Solution d'acide barbiturique

Dissoudre 0,5 g d'acide barbiturique dans un peu d'eau distillée. Transvaser dans une fiole jaugée de 100 ml et ajuster jusqu'au trait de jauge.

Préparation de la solution de miel

Dissoudre 2 g de miel dans un peu d'eau. Transvaser dans une fiole jaugée de 10 ml puis ajuster au trait de jauge.

Verser dans un premier petit tube 2 ml de la solution, 5 ml de réactif à la paratoluidine et 1 ml d'eau distillée (témoin), agiter.

Verser dans un deuxième petit tube 2 ml de la solution, 5 ml de réactif à la paratoluidine et 1 ml de la solution d'acide barbiturique (essai), agiter.

Les deux réactifs doivent être ajoutés immédiatement dans l'intervalle d'une à deux minutes.

Faire le zéro de l'appareil sur le témoin. Noter la valeur de l'absorbance maximal.

Expression des résultats

$$\text{Teneur en HMF} = \frac{192 \cdot \text{extinction } (D^\circ)}{\text{Épaisseur de la cuve en (cm)}}$$

Le facteur 192 est obtenu expérimentalement à partir d'HMF pur.

La teneur en HMF est exprimée en mg par 1000g de miel.

4.3. Evaluation de l'activité antioxydante des miels

4.3.1. Dosage des polyphénols

Principe

Le dosage des polyphénols a été effectué en milieu alcalin selon la méthode de **Folin Ciocalteu** décrite par (**Singleton et al., 1999**).

Le réactif de folin de couleur Jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) qui sont réduits lors de l'oxydation des polyphénols, en mélange d'oxydes de tungstène et de molybdène de couleur bleu dont l'intensité est proportionnelle à la quantité des composés phénoliques présents dans l'échantillon (**Benazzouz, 2005**).

Mode opératoire

Des solutions de différentes concentrations de miel à analyser ont été préparées (de 25 à 500 mg/ml).

Un volume de 0.25 ml de chaque solution de miel a été mélangé avec 0.25 ml de réactif folin-Ciocalteu dilué (1/10) après 2 min, un volume de 0.5 ml de Na_2CO_3 (7,5%) a été additionné, le mélange ainsi obtenu a été incubé de nouveau pendant 20 min à la température ambiante et à l'abri de la lumière.

L'absorbance a été ensuite lue au spectrophotomètre à 760 nm contre un blanc sans échantillon.

Une courbe d'étalonnage est préparée en utilisant l'acide gallique comme standard, les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par 100 grammes de miel (mg EAG/100 g).

4.3.2. Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent le groupe de composés phénolique le plus répandu dans l'alimentation humaine.

Ils sont présents dans les produits naturels, tel que le miel. Ils sont surtout connus pour leur activité antioxydante (**Rebiai et al., 2015**).

Principe

La teneur en flavonoïdes a été déterminée selon la méthode colorimétrique en utilisant une solution de chlorure d'aluminium (AlCl₃ 2%). Les flavonoïdes réagissent avec l'AlCl₃ pour donner un complexe de couleur jaune qui absorbe à une longueur d'onde de 430 nm.

La concentration de flavonoïdes présente dans les échantillons de miel est fortement proportionnelle à l'intensité de la couleur jaune (**Benabdallah, 2017**).

Mode opératoire

Un volume de 1 ml de différentes concentrations de nos échantillons de miel (de 25mg/ml à 500mg/ml) ont été mélangés avec 1 ml d'une solution de chlorure d'aluminium (AlCl₃ à 2%) puis les mélanges ont été incubés pendant 30 min à la température ambiante et à l'abri de la lumière.

L'absorbance a été mesurée à 430 nm. Les concentrations en flavonoïdes sont estimées en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercétine qui a été réalisée de la même façon que les échantillons. Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercétine par 100 g de miel (mg EQ/100g).

4.3.3. Test de réduction de fer FRAP (Pouvoir antioxydant réducteur ferrique)

Principe

C'est un test simple et rapide pour l'évaluation de l'activité antioxydante. Son principe est basé sur la réduction des ions ferricyanure [Fe(CN)₆]⁻³ en ions de ferrocyanure [Fe(CN)₆]⁻⁴ dans un milieu neutre qui donnent en présence des ions Fe⁺³ une coloration bleue claire, dont l'intensité de cette dernière est mesurée à 700nm (**Ou et al., 2001**) et ce par le mécanisme réactionnel suivant :



Mode opératoire

Dans les tubes à essai en verre contenant 2,5ml des solutions des échantillons de miel à différentes concentrations (de 12,5 à 600mg/ml), on ajoute 2,5ml de tampon phosphate (0,2M, pH6,6) puis 2,5ml de ferricyanure de potassium (K₃Fe (CN)₆) à 1%.)

Les mélanges sont incubés à 50°C pendant 20 minutes. Un volume de 2,5ml d'acide trichloracétique (10%) est ensuite ajouté pour stopper la réaction.

Les tubes sont centrifugés à 3000 tours/min pendant 10 minutes. Dans des aliquotes 2,5ml de surnageant est combiné avec 2,5ml d'eau distillée et 0,5ml de FeCl₃ (chlorure ferrique) à 0,1%.

La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel se fait à 700nm contre un blanc semblablement préparé, en remplaçant l'échantillon de miel par de l'eau distillée qui permet de calibrer l'appareil (UV-VIS spectrophotomètre).

Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard, l'acide ascorbique et l'acide gallique dont l'absorbance a été mesurée dans les mêmes conditions que les échantillons.

Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des miels testés.

Expression des résultats

Les potentiels réducteurs des miels analysés et les standards (acide gallique et la vitamine C) sont exprimés par les valeurs de concentrations effectives à 50% (CE₅₀) qui correspondent à la concentration de l'échantillon nécessaire pour donner une absorbance égale à 0,5 à 700nm.

4.4. Evaluation de l'activité antibactérienne des miels

4.4.1. Souches bactériennes

L'activité antibactérienne de nos échantillons de miel a été évaluée vis-à-vis des souches bactériennes suivantes : deux bactéries à Gram négatif *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) et *Escherichia coli* (ATCC 25922) et une bactérie à Gram positif *Staphylococcus aureus* (ATCC 33862).

Ces souches proviennent du laboratoire de recherche, Amélioration et Valorisation des productions animales locales de l'université Ibn khaldoun de Tiaret.

4.4.2. Préparation de l'inoculum standard des souches

La préparation de l'inoculum standard des souches bactériennes à tester sont faite à partir des cultures pures de 24 h sur milieu d'isolement, à l'aide d'une anse de platine en raclant quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques.

Décharger l'anse dans 5 à 10 ml d'eau physiologique stérile à 0,9%. Bien homogénéiser la suspension bactérienne à l'aide d'un vortex pendant quelques secondes.

Son opacité doit être équivalente à 0,5 Mc Farland ou à une D.O de 0,08 à 0,10, lue à 625nm, équivalent à 1×10^8 ufc/ ml.

L'ensemencement doit se faire dans les 15 mn qui suivent la préparation de l'inoculum (Soussy *et al.*, 2010).

4.4.3. Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) en milieu solide

L'évaluation de l'activité antibactérienne des miels analysés a pour principe de mettre à chaque fois une souche bactérienne en contact avec le miel pour la détermination des CMI en utilisant la méthode d'incorporation en milieu gélosé.

Dans des tubes à essai stériles, différentes concentrations des miels (de 4% à 12%) sont mélangées avec le milieu Mueller Hinton préalablement fondu et maintenu à 45°C pour avoir un volume final de 5 ml, Les tubes ont été agités à l'aide d'un vortex afin de bien disperser les miels dans le milieu de culture avant de les verser dans les boîtes de Pétri de 60 mm de diamètre.

Des témoins, contenant les milieux de culture seuls, sont également préparés, ensuite les boîtes ont étéensemencées par écouvillonnage avec un inoculum standard de 0,5 Mc Farland de chaque souche à tester. Les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 24h (Boukrâa, 2008).

Après l'incubation de 24h la lecture de nos résultats se fait par la comparaison de la croissance ou de l'inhibition de la croissance des bactéries à tester par rapport à la croissance sur la boîte témoin sans miel.

Selon Noel et Leyvral (2001), la CMI correspond à la plus faible concentration du produit (miel) capable d'inhiber toute croissance bactérienne visible à l'œil nue. Les valeurs de CMI sont exprimées en pourcentage (vol/vol).

Chapitre -III-

Résultats et discussion

1. Analyses physico-chimiques

1.1. Résultats

Les résultats des paramètres étudiés des miels analysés sont donnés dans le tableau 05

Tableau 05: Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de miels.

Paramètres	Valeur moyenne ± Ecart-type	Min–Max	Limites standard internationales
Humidité (%)	17.65±2.24	16.2-21	Pas plus de 20%
Cendres (%)	0.25±0.09	0.15-0.36	Miel de nectar: pas plus de 0,6% Miel de miellat: pas moins de 0,6%
Conductivité électrique (mS/cm)	0.76±0.18	0.6-0.93	Miel de nectar, ou mélange de miel de nectar et miel de miellat pas plus de 0,8 mS/cm Miel de miellat: pas moins de 0,8 mS/cm
pH	4.16±0.18	4.02-4.41	Miel de nectar: 3,5-4,5 Miel de miellat: 5-5,5 mélanges de miels de nectar et de miellat: valeurs intermédiaires
Acidité libre (meq/kg)	11,75±10,62	4-27	Pas plus de 50 meq/kg
Acidité combinée (meq/kg)	28,5±10,72	13-37	Limite non fixée
Acidité totale (meq/kg)	37,75 ±16,11	18-57	Limite non fixée
HMF (mg/kg)	22.61±12.83	13.24-41.08	Pas plus de 40 mg/kg

1.2. Discussion

1.2.1. Teneur en eau

L'humidité est un indice important pour évaluer la durée de vie, le comportement de cristallisation, les conditions de stockage, le risque de fermentation et le degré de maturité du miel (Belhaj *et al.*, 2015).

La teneur en eau des quatre échantillons de miel varie entre 16.2 et 21% avec une moyenne de 17.65 ± 2.24 (Tab 05 et fig 03)

La valeur la plus basse (16.2%) est marquée par le miel H1 de Djelfa. Tandis que le miel de Ksar chellala H3 possède la valeur la plus élevée (21%) qui dépasse la limite de 20%, fixée par la **commission du codex alimentaire (2001)**.

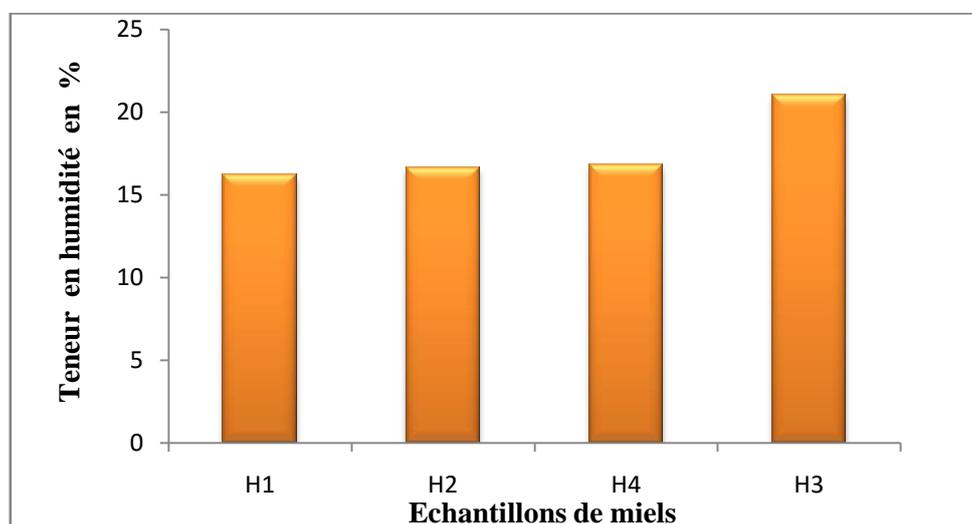


Figure 03: Répartition de la teneur en humidité des miels étudiés

La saison de récolte et le degré de maturité atteint dans la ruche, la teneur en eau du nectar, l'origine florale des différents miels sont les facteurs qui influencent la variation en humidité des miels (Fallico *et al.*, 2004 ; Finola *et al.*, 2007 cité par korichi et latamene, 2017).

D'après Hooper (1980) cité par Makhloufi (2001), le miel est hygroscopique, peut aussi bien absorber l'humidité de l'air que perdre de l'eau, suivant que l'atmosphère est humide ou sec.

Habib *et al.* (2014) ont trouvé des teneurs allant de 13,63 à 20,60% et Makhloufi *et al.* (2010) des valeurs qui varient de 13,9 à 20,2% dans des études sur les miels algériens.

Bakchiche et al. (2017) ont trouvé dans leur étude sur les miels algériens qu'un échantillon de *Peganum harmala* de la région de Ksar Elhiran présente une teneur en eau de 18,5 %.

Les travaux d'**Amri et al. (2007)** sur l'aspect physicochimique des miels de l'est algérien (Annaba) en comparaison avec les miels commercialisés (Espagne et Arabie Saoudite) indiquent que le taux d'humidité est inférieur ou égale à 18%.

Les résultats observés par **Karabagias et al. (2018)** dans 34 miels collectés de Chypre, Grèce et Egypte montrent des valeurs d'humidité qui varient de 12,10-18,90%.

Les travaux de **Terrab et al. (2003)** sur 29 échantillons de miels marocains d'Eucalyptus indiquent des valeurs entre 14 et 19,9%.

Les résultats trouvés par **Ouchemoukh et al. (2007)** montrent des valeurs entre 14 et 19% pour les miels de toutes fleurs de Bejaia.

La variation de l'humidité entre les résultats peut s'expliquer par la composition, l'origine florale, la force des colonies d'abeille, la méthode et la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche, ainsi que les conditions hygrométriques de la ruche (**Ouchemoukh, 2012 ; Doukani et al., 2014**).

Selon **Bogdanov et al. (2004) ; Ozcan et al. (2006)**, la variation de la teneur en eau est liée aux différentes conditions environnementales telles que le climat, l'origine florale des miels, la teneur en eau des nectars, aux techniques de traitement et aux conditions de stockage.

1.2.2. Conductivité électrique

L'aptitude d'un corps à conduire un courant électrique exprime la conductivité électrique (**Amellal, 2008**).

Cette mesure est l'un des paramètres qui permettent de distinguer les miels de nectar des miels de miellat.

Selon **Bogdanov et al. (1999)**, le miel de nectar et les mélanges des miels de nectar et de miellat possèdent une conductivité ne dépassant pas 0,8 mS/cm, tandis que celle de miel de miellat supérieure à 0,8 mS/cm.

Le Tableau 05 et la figure 04 présentent les valeurs de conductivité électrique allant de 0.6 à 0.93 mS/cm avec moyenne de $0,76 \pm 0,18$

Cependant, les miels H3 et H4 ont des valeurs de conductivité électrique supérieure à 0,8 mS/cm, cela confirme qu'ils sont issus du miellat.

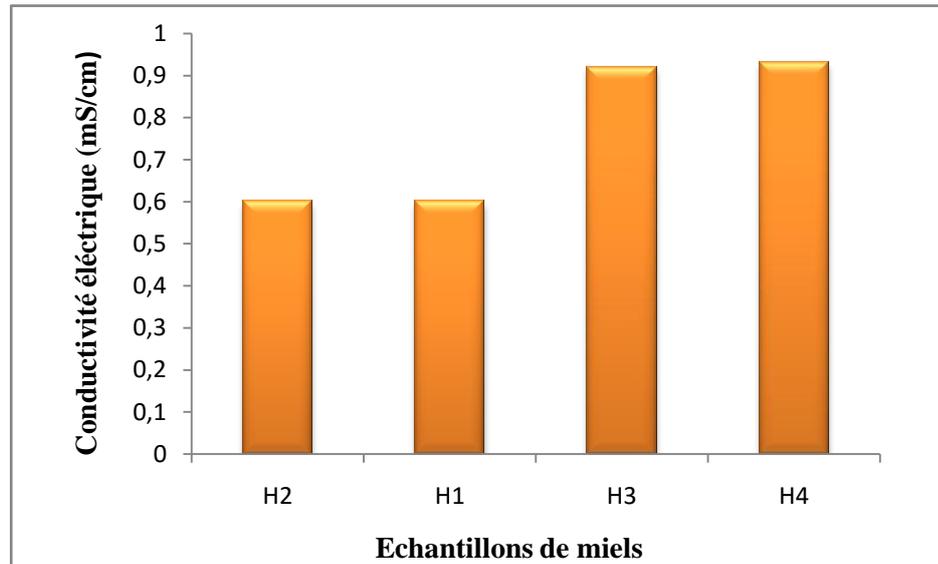


Figure 04: Répartition de la conductivité électrique des miels analysés

Makhloufi et al. (2010) ont trouvé des valeurs allant de 0,11 à 0,94 mS/cm dans 66 miels algériens.

Benaziza-Bouchema et Schweitzer (2010) ont obtenu sur 28 échantillons de miel étudiés une conductivité électrique variant entre 0,20 mS/cm \pm 0,01 et 0,80 mS/cm \pm 0,06.

Makhloufi et al. (2010) ; Achour et Khali (2014) ; Doukani et al. (2014) ont obtenu des valeurs de conductivité électrique entre 0,1 et 0,9 mS/cm pour 76 miels algériens.

Les travaux d'**Ouchemoukh et al. (2007)** sur 11 miels de Bejaïa ont indiqué que les valeurs de la conductivité électrique varient de 0,70 à 1,61 mS/cm, valeurs élevées à celles obtenues par **Belaid (1999)** sur les miels du centre algérien qui sont comprises entre 0,25 et 0,77 mS/cm avec une moyenne de 0,45 mS/cm. Cependant **Chefrou (2009)** a trouvé une grande variation de la conductivité électrique des miels de l'Est examinés, allant de 0,21 à 2,72 mS/cm.

D'après **Terrab et al. (2003)**, les conditions climatiques et le sol sont différents en Afrique du Nord.

Au niveau des miels marocains, la conductivité électrique se situe entre 0,196 et 0,413 mS/cm (**Belhaj, 2015**).

D'après **Belay et al. (2013)**, les miels foncés transmettent mieux le courant électrique que les miels clairs.

Zerrouk et al. (2011); Piazza et al. (1991) signalent que la conductivité électrique du miel est étroitement liée à la concentration en sels minéraux, en protéines et en acidité du miel.

1.2.3. Teneur en cendres

Les cendres représentent le résidu minéral du miel après incinération.

La teneur en cendres des échantillons analysés varie de 0.15 à 0.36% avec une moyenne $0,25 \pm 0,09$ (Tab. 05 et fig. 05)

Nos résultats sont inférieurs à la valeur 0.6%, exigée par les normes internationales pour miels de fleurs. Ceci indique que tous les miels étudiés sont d'origine florale.

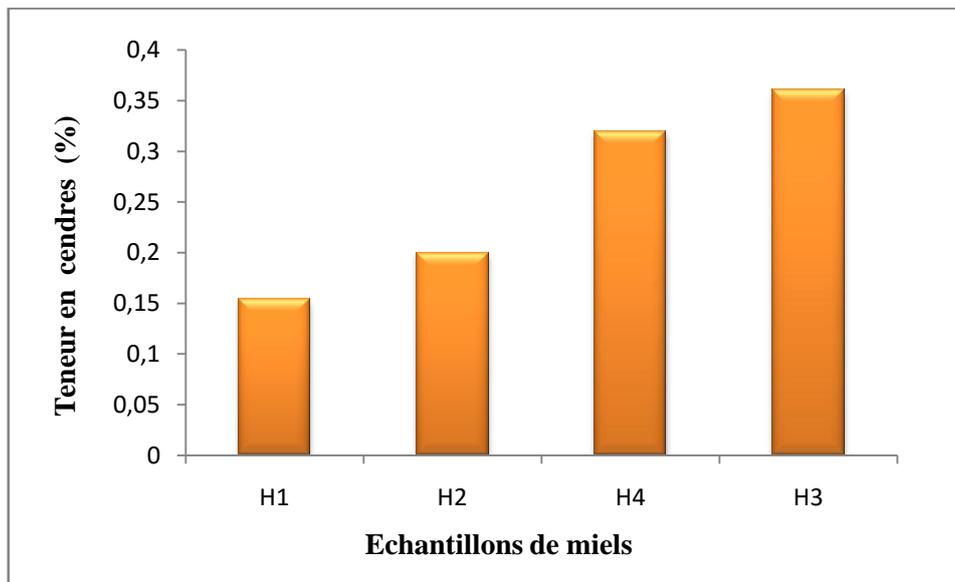


Figure 05: Répartition de la teneur en cendres des miels

Pour **Ouchmoukh et al. (2007)**, les substances minérales de 11 échantillons de miel algériens varient de 0.09 à 0.54%.

Ayariet al. (2013) ont trouvé dans 12 échantillons de miel tunisiens des valeurs allant de 0,09 % à 0,52 %.

D'après **Feas et al. (2010) et Felsner et al. (2004)**, il existe une relation entre la couleur des miels et leur teneur en cendres, en effet selon **Louveaux (1968)**, les miels clairs sont moins riches en cendres que les miels foncés.

Bogdanov et al. (1999) rapportent que la teneur en cendres dépend de l'origine botanique du miel. Ainsi le miel issu des nectars a une teneur en matières minérales ne dépassant pas 0,6%, tandis que celle du miel de miellat ou mélange avec du miel de nectar est comprise entre 0,6 et 1,2 % (**Codex Alimentaire, 2001**).

La variation entre les résultats est liée aux caractéristiques du sol et du climat d'origine du miel.

1.2.4. pH (Potentiel hydrogène)

Le potentiel d'hydrogène est la mesure du coefficient caractérisant l'acidité d'un milieu, il représente la concentration des ions H⁺ d'une solution (**Nair, 2014**).

Le pH est utilisé pour la différenciation entre le miel du miellat (pH élevé) et celui des fleurs (pH bas), ce paramètre est doté d'une grande importance lors de l'extraction et du stockage du miel (**Terrab et al., 2002 ; Alqarani et al., 2012**).

Les valeurs de pH des miels étudiés sont acides, elles sont comprises entre 4.02 et 4.41 avec une moyenne de $4,16 \pm 0,18$ (Tab. 05 et fig. 06). Cela confirme le caractère acide des miels.

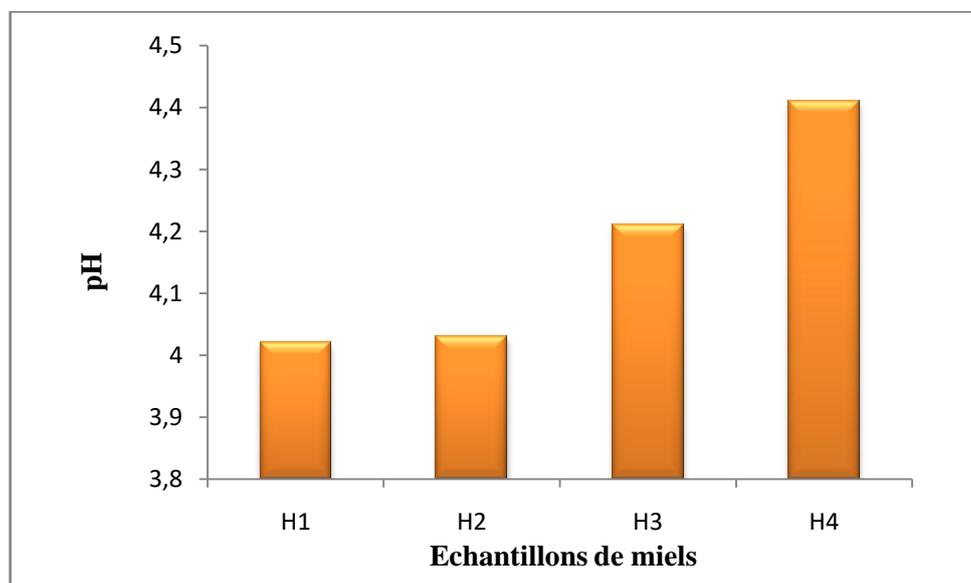


Figure 06 : Répartition de pH des miels étudiés

L'acidité du miel est principalement due à sa teneur en acide gluconique (**Balas, 2015**).

Achour et khali (2014) montrent que toutes les valeurs de pH trouvées dans les miels étudiés sont acides (3,66 à 4,04) à l'exception de celui du miel de jujubier qui tend vers la neutralité (6,33).

Les travaux de **Makhloufi et al. (2007)** ; **Laredj et Rezzoug (2017)** ; **Adjlane et al. (2014)** ; **Nair (2014)** ont trouvé des pH qui varient de 3.4 à 6.23; 3.12 à 5.18; 3.40 à 4.46 et 3.58 à 5.7 respectivement.

Le pH du miel se rapproche de la neutralité lorsque sa teneur en minéraux est élevée (**Gonnet, 1982**).

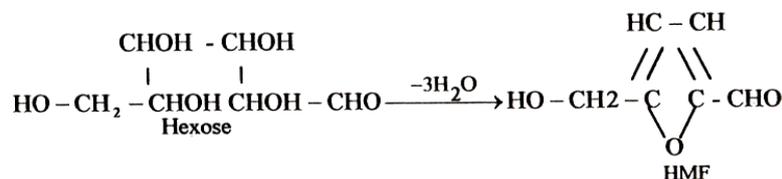
Selon **Ibrahim et al. (2012)** , le miel est naturellement acide, indépendamment de son origine géographique.

Les résultats des paramètres de détermination de l'origine botaniques (pH, cendres et conductivité électrique) de tous les miels étudiés sont inclus dans les normes internationales conçues pour les miels de nectar ou mélange de miel de nectar et miel de miellat à l'exception des échantillons H3 et H4 qui sont des miels de miellat pour la conductivité électrique.

Il est à signaler que la conductivité électrique est liée aux acides organiques, aux sels minéraux, aux protéines et aux conditions environnementales.

1.2.5. HMF (Hydroxyméthylfurfural)

L'HMF est un composé chimique issu de la dégradation du fructose et du glucose, selon la réaction suivante (**Belaid, 1999**) :



Le HMF est très important pour connaître la qualité de nos miels. La mesure de ce paramètre permet l'évaluation de la fraîcheur du miel, la limite maximale fixée par les normes internationales étant de 40 mg/kg. La nouvelle directive européenne prévoit de porter ce maximum à 80 mg/kg pour les miels d'origine tropicale. **Schweitzer (2003)** rapport qu'un miel de qualité ayant le maximum de ses propriétés diététiques et sensorielles ne devrait pas dépasser 10 à 15 mg/kg.

L'analyse spectrométrique des échantillons étudiés montrent des teneurs en HMF qui sont situées entre 13.24 et 41.08 mg/kg avec une moyenne de 22.61 ± 12.83 mg/kg (Tab 05. et fig. 07).

Dans les miels examinés, un seul échantillon (H2) dépasse la limite de 40 mg/kg et le reste des échantillons montrent des valeurs qui sont typiques des miels frais non chauffés, selon les critères de qualité (Schweitzer, 2003).

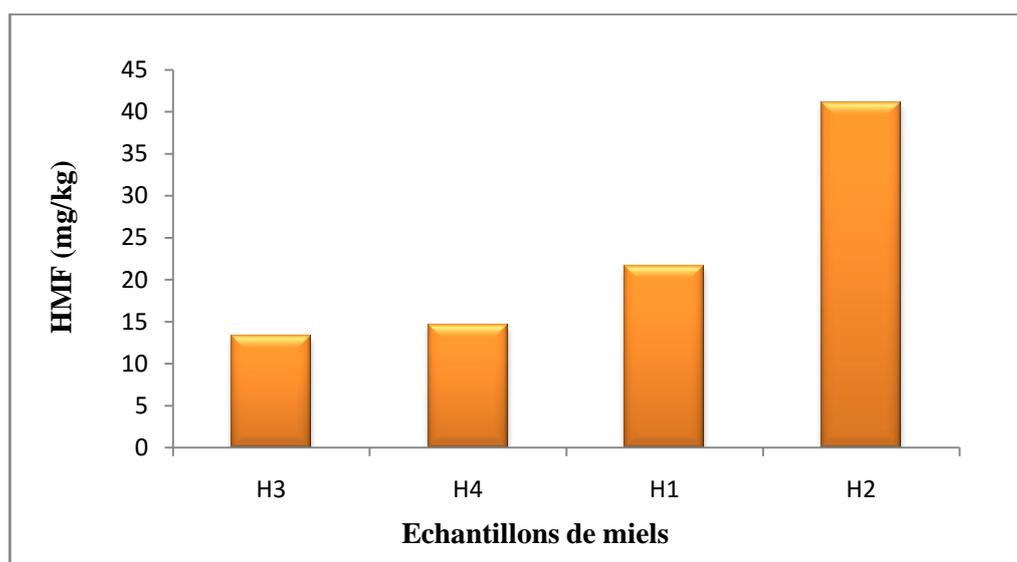


Figure 07: Répartition de la teneur en HMF des miels analysés

Les résultats des travaux sur 38 miels algériens de **Draiaia et al. (2015)** varient de 0,14 à 571,9 mg/kg,.

Makhloufi et al. (2010); **Benaziza-Bouchema et Schweitzer (2010)**; **Beneddouche et Dahmani (2011)** ont trouvé des valeurs en HMF allant de 0 à 598.8 mg/kg pour 140 miels algériens.

L'étude de **Chakir et al. (2016)** sur les propriétés physicochimiques de 73 variétés de miel marocains a montré que la teneur en HMF est entre 1,87 et 30,43mg/kg.

Khan et al. (2006) ont trouvé des concentrations en HMF de la majorité des miels pakistanais très élevées (13,6 à 509,8 mg/kg). Cela a été lié au traitement thermique, au stockage prolongé et à l'adultération.

1.2.6. Acidité libre

D'après **Bogdanov et al. (2011)**, l'acidité du miel est considérée comme un critère de qualité. Ce paramètre augmente l'action de la dégradation du glucose en acide gluconique dont le taux augmente régulièrement avec le vieillissement.

Les résultats des échantillons étudiés oscillent entre 4 à 27 meq/kg avec une moyenne de $11,75 \pm 10,62$ meq/kg (Tab. 05 et fig. 08), la valeur la plus faible est marquée par le miel de Laghouat H4 (4 meq/kg) et la valeur la plus élevée est enregistrée par le miel de Djelfa H1 (27 meq/kg). Ces valeurs sont largement en dessous de la limite maximale fixée par les normes internationales (50 meq/kg) Préconisée par La **Commission du codex alimentaire (2001)**. C'est un indicateur de la pauvreté de ces miels en acides organiques et de l'absence de fermentation indésirable.

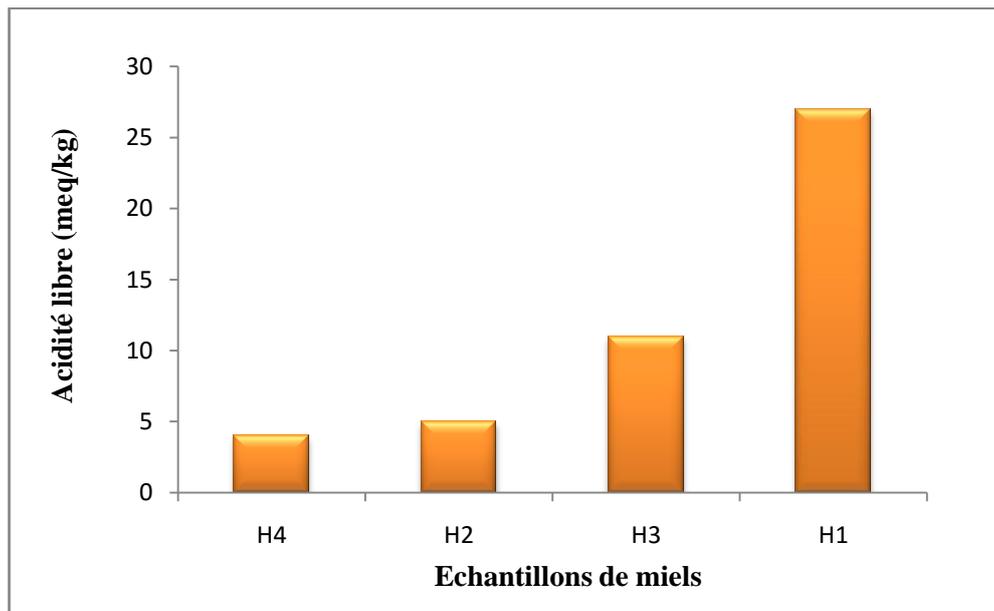


Figure 08 : Répartition de l'acidité libre des miels analysés

Makhloufi (2011) a observé dans 66 miels algériens des valeurs de l'acidité libre qui varient entre 2 et 44.5 meq/kg.

L'acidité libre des miels de Bejaia trouvée par **Ouchemoukh (2012)**, varient entre 9.23 et 30.37 meq/kg.

Bakchiche et al. (2017) a trouvé une valeur de 23.28 meq/kg dans le miel de *Peganum harmala* de Ksar Elhiran.

Selon **Rebiai et al. (2015)**, les travaux sur les miels de sud d'Algérie indiquent que les valeurs de l'acidité libre varient entre 0,26 et 63,2 meq/kg

Les résultats de l'étude de 17 échantillons de miel du nord algérien se situent entre 25,76 et 44,88 meq/kg (**Amri et Ali, 2013**).

Monggudal et al. (2018) a obtenu des valeurs (4 et 26 meq/kg) similaires avec nos résultats (4 à 27 meq/kg).

Pour les miels Marocains analysés, l'acidité libre oscille entre 0,5 et 16,65 meq/kg (**Kamal et al., 2019**).

D'après **Kamal et al. (2019)**, les valeurs trouvées sur les miels de Bangladesh varient entre 24,32 et 37,55 meq/kg.

Il existe des différences entre les résultats probablement liées à la race d'abeille, à l'environnement géographique, à la flore butinée et au climat (**Perez-Arquillue et al., 1995**).

Horn et Lüllman (1992) rapportent qu'il existe quelques sortes de miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée.

1.2.7. Acidité combinée

L'acidité du miel provient d'acides organiques dont certains sont combinés sous forme de lactones (**Bogdanov et al., 2004 ; Gomes et al., 2010**).

Selon **Gonnet (1982)**, l'acidité combinée est considérée comme acidité de réserve et sera libérée uniquement lorsque le miel devient alcalin. Elle est représentée principalement par l'acide gluconique.

L'acidité combinée de nos échantillons varient entre 13 et 37meq/kg avec une moyenne de $28,5 \pm 10,72$ (Tab. 05 et fig. 09).

La valeur la plus faible a été marquée par le miel d'El Bayadh H2 (13meq/kg) et la valeur la plus élevée par le miel de Laghouat H4 (37meq/kg). Ceci pourrait être due à l'origine florale.

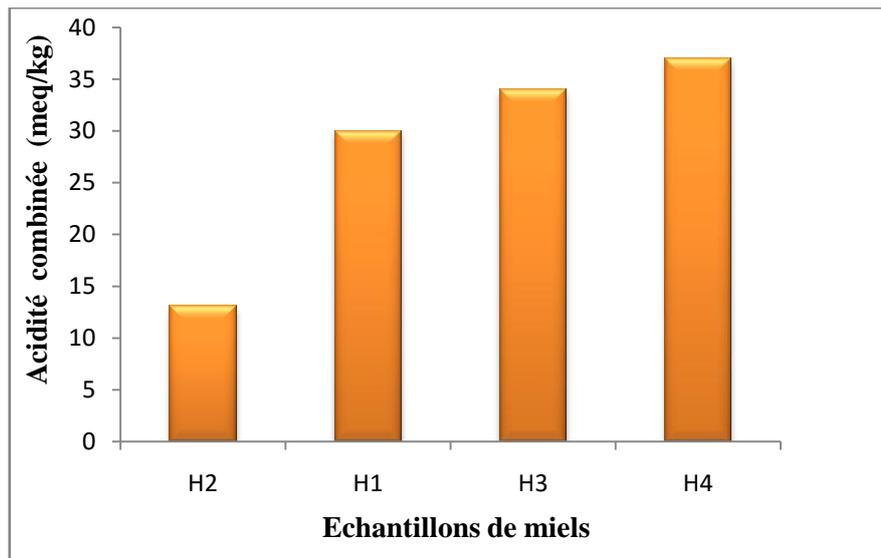


Figure 09: Répartition de l'acidité combinée des miels étudiés

D'après **Allen et al. (2000)**, l'apparition de l'acide gluconique résulte de l'oxydation de l'eau et du glucose quand le miel est dilué.

Nos résultats sont élevés par rapport à ceux obtenus dans les miels de l'est algérien par **Amri et al. (2007)** et qui sont de 7.063-11.033 meq /kg.

La différence entre les résultats obtenus est liée à quelques paramètres tels que la teneur en humidité, en cendres, à l'origine florale et à la race d'abeille (**Perez-Arquillue et al., 1995**).

1.2.8. Acidité totale

C'est un critère qui indique l'évolution du miel. En effet selon **Alqarni et al. (2012)**, la détermination de l'acidité totale est importante car la fermentation du miel provoque son augmentation.

L'acidité totale de nos échantillons oscille entre 18 et 57meq/kg avec une moyenne de $37,75 \pm 16,11$.

La valeur la plus élevée a été enregistrée par le miel de Djelfa H1 (57meq/kg) et la valeur la plus basse par le miel d'EL Bayadh H2 (18meq/kg) (Tab. 05 et fig. 10).

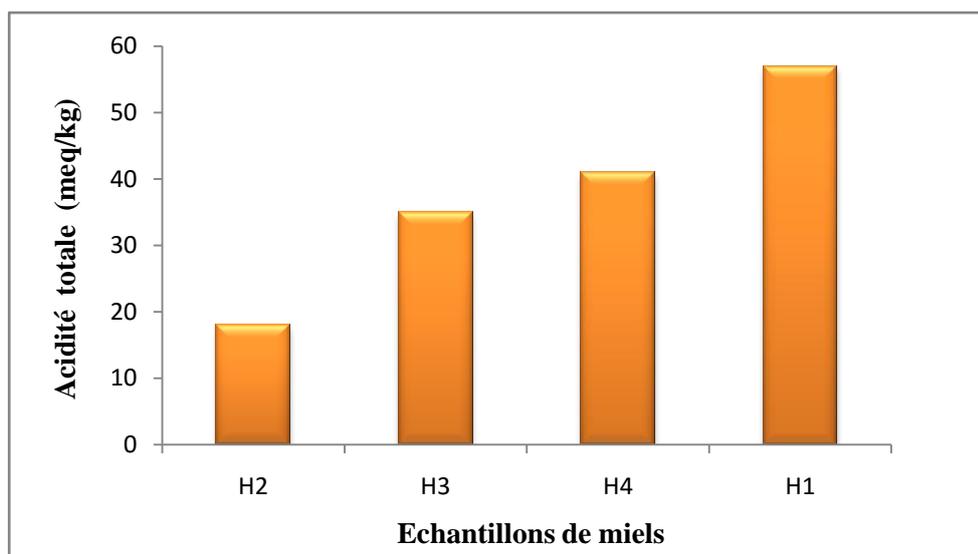


Figure 10: Répartition de l'acidité totale des miels analysés

Nos résultats se rapprochent de ceux trouvés par **El-Haskoury et al. (2018)** qui sont compris entre 16,5 et 59meq/kg pour les miels marocains de *Ceratonia siliqua*.

2. Résultats des activités biologiques des miels étudiés

2.1. Effet antioxydant des miels

2.1.1. Teneur en polyphénols

Les résultats des teneurs en polyphénols des miels étudiés sont représentés dans la figure suivante:

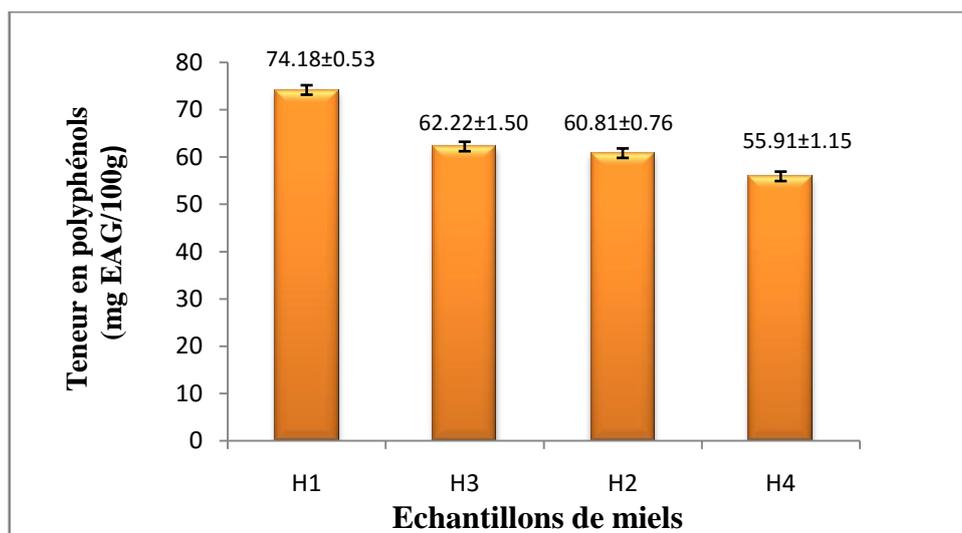


Figure 11: Teneurs en polyphénols des échantillons des miels étudiés

(Moyenne ± Ecart type).

Les résultats obtenus révèlent que les teneurs en polyphénols des quatre échantillons de miel de *Peganum harmala* varient entre 55,91 et 74,18 mg EAG/100g. On constate que la teneur la plus élevée a été enregistrée dans l'échantillon H1 de la région de Djelfa (74.18 ± 0.53 mg EAG/100g) tandis que la teneur la plus faible a été obtenue dans l'échantillon H4 de la région de Laghouat (55.91 ± 1.15 mg EAG/100g).

Bakchich et al. (2017) ont obtenu un taux de polyphénols d'ordre de 17.2 mg d'EAG/100g pour le miel de *Peganum harmala*.

Khalil et al. (2012) ont trouvé que la teneur en polyphénols de quelques variétés de miels algériens oscillent entre 41.11 et 49.816 mg EAG/100g.

Bakchich et al. (2017) ont trouvé une teneur en polyphénol d'ordre de 86 ± 0.008 mg EAG/100g pour le miel de *Peganum harmala* de la région de Laghouat.

Zerrouk et al. (2017) ont obtenu des teneurs en polyphénols qui varient entre 163.1 et 187.7 mg EAG/100g pour quelques miels de jujubier Algériens.

Chua et al. (2013) ont enregistré des teneurs en polyphénols comprises entre 110.394 et 196.5 mg EAG/100g pour les miels de Malaisie.

La qualité et la quantité des composés phénoliques dépendent de l'origine géographique et florale, de la saison et des facteurs environnementaux (**Rodriguez-Flores et al., 2015**).

Généralement les miels les plus foncés sont plus riches en polyphénols et possèdent une activité antioxydante importante par rapport aux miels clairs (**Doukani et al., 2014**).

2.1.2. Teneur en flavonoïdes

Les résultats des teneurs en flavonoïdes des échantillons de miel analysés sont représentés dans la figure 12.

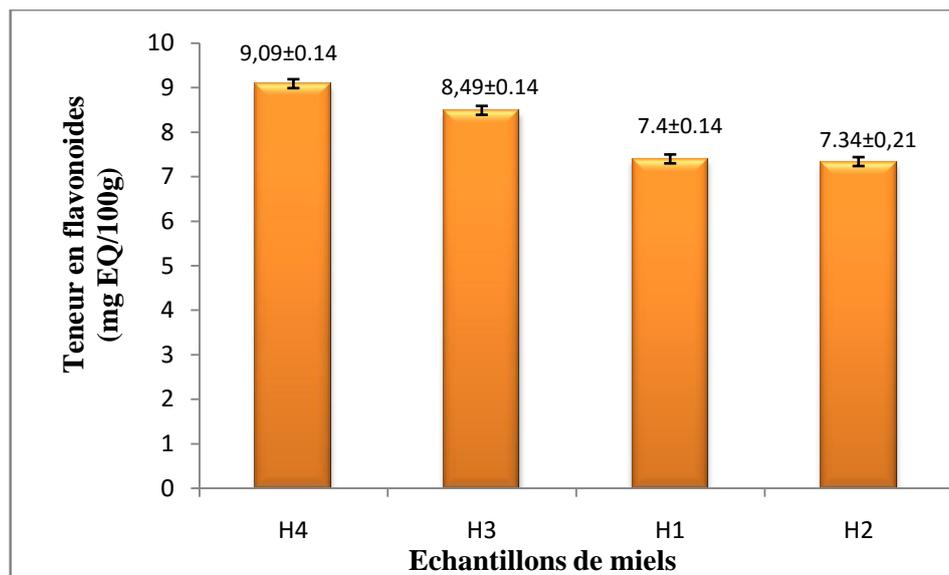


Figure 12: Teneur en flavonoïdes des miels étudiés

(Moyenne \pm Ecart type).

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en flavonoïdes des miels étudiés varient entre 7.34 ± 0.21 et 9.09 ± 0.14 mg EQ/100g, on remarque que la teneur la plus élevée (9.09 ± 0.14 mg EQ/100g) a été enregistrée dans l'échantillon H4 de la région de Laghouat et la valeur la plus faible (7.34 ± 0.21 mg EAG/100g) a été obtenue dans l'échantillon H2 de la région d'El Bayadh.

Ces teneurs en flavonoïdes sont proches à ceux enregistrées par **Abdellah et al. (2020)** qui sont de 6.83 mg EQ/100g pour le miel de *Noaea mucronata* et 9,37 mg EQ/100g pour le miel d'*Euphorbia cheiradenia*.

Le résultat de l'étude effectuée par **Subashini et al. (2011)** sur 5 échantillons de miel de néo-zélandais indique que les teneurs en flavonoïdes varient entre 0.25 et 3.34 mg EQ/100g.

Iturralde et al. (2018) rapportent des teneurs en flavonoïdes qui oscillent entre à 0.47 à 3 mg EC/100 g pour le miel d'Eucalyptus de l'Équateur.

Pauliuc et al. (2020) ont enregistré des teneurs en flavonoïde comprises entre 17,4 et 33,5 mg EQ/100g pour différents types de miel roumain.

Bouyahia et al. (2017) ont rapporté des teneurs en flavonoïde comprises entre 19,64 et 43,24 mg EQ/100g pour les miels marocains.

La variation de la teneur en flavonoïdes du miel dépend de la source florale, de la région, de la saison et du site de collecte (Mouhoubi et al., 2016).

2.1.3. Activité antioxydante évaluée par le pouvoir réducteur (Test de FRAP)

Le résultat du pouvoir réducteur des miels étudiés est donné dans la figure suivante:

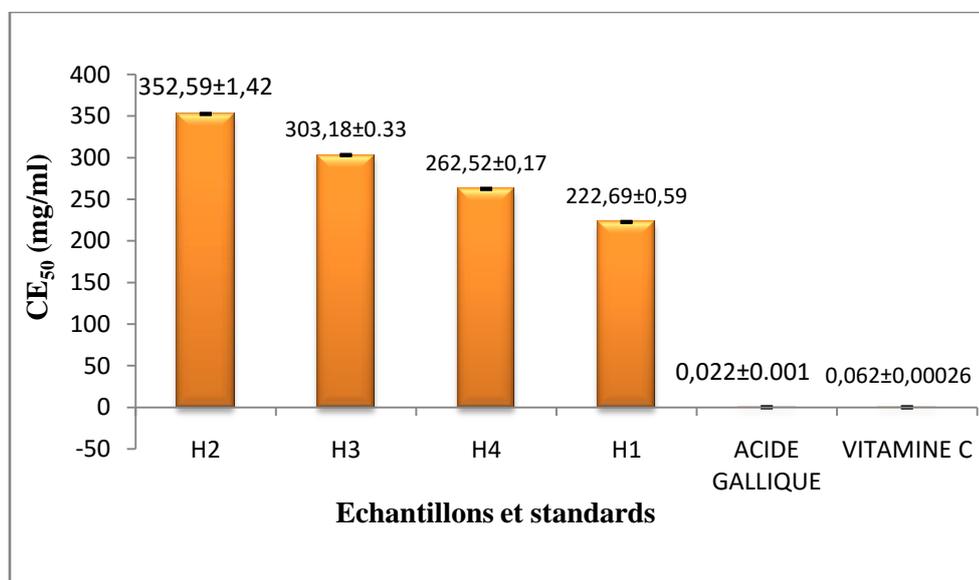


Figure 13: Concentrations effectrices responsables du pouvoir réducteur des miels, Vitamine C et l'acide gallique (moyenne ± Ecart type).

Les résultats obtenus indiquent que tous les échantillons des miels étudiés possèdent une activité antioxydante évaluée par le test du pouvoir réducteur (FRAP) avec des CE₅₀ qui varient entre 222.69±0.59 et 352.59±1.42 mg/ml. Ce pouvoir reste inférieur à ceux des antioxydants standards (acide gallique et vitamine C) qui possèdent des CE₅₀ d'ordre de 0.022±0.001 et 0.062±0.00026 mg/ml respectivement.

On constate que le miel H1 de la région de Djelfa possède le meilleur pouvoir réducteur avec une CE₅₀ d'ordre de 222,69 mg/ml qui peut être due à sa teneur élevée en polyphénols (74,18 mg EAG/100g) en comparaison aux autres variétés de miel, alors que le miel H2 de la région de El Bayadh possède la plus faible capacité réductrice avec une valeur de CE₅₀ d'ordre de 352.59 mg/ml, ceci peut être expliquée par sa faible teneur en flavonoïdes (7.34 mg EQ/100g).

L'activité antioxydante du miel a été démontrée par plusieurs études:

Bakchich et al. (2017) ont montré que le miel de *peganum harmala* de la région de Laghouat possède un pouvoir réducteur important.

Imtara et al. (2018) ont trouvé que le miel palestinien présente un pouvoir réducteur avec des valeurs de CE_{50} qui varient entre 2,84 et 5.32 mg/ml.

Abdellah et al. (2020) ont trouvé que deux variétés du miel de la steppe algérienne (*Euphorbia cheiradenia* et *Noaea mucronata*) présentent un pouvoir réducteur important avec des valeurs de CE_{50} d'ordre de 159,37 mg/ml pour le miel d'*Euphorbia cheiradenia* et de l'ordre de 176,93 mg/ml pour le miel de *Noaea mucronata*.

Castro Rosane et al. (2012) ont étudié l'activité antioxydante de 9 échantillons de miel brésiliens, et ont trouvé des valeurs des CE_{50} qui varient entre 34,99 à 438,69 mg/ml.

L'étude faite par **Otmani et al. (2019)** sur deux variétés de miel de la région de Skikda montre que ces miels possèdent un pouvoir réducteur avec des CE_{50} d'ordre de 106,38 mg/ml pour le miel monofloral de fraise, et de 34,91 mg/ml pour le miel multifloral.

L'activité antioxydante du miel est due à la présence de nombreux composants dont on peut citer :

Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des molécules spécifiques au règne végétal, ils sont synthétisés par les plantes lors du métabolisme secondaire pour résister aux dommages environnementaux. Ils ont un fort effet antioxydant *in vitro* et *in vivo* et peuvent fournir de l'hydrogène ou des électrons aux radicaux libres (**Khan et al., 2018**). Ils agissent en neutralisant les radicaux libres selon la réaction suivante :



Parmi les structures identifiées dans le miel, on trouve les acides phénoliques (acides benzoliques et cinnamiques), les flavonoïdes (chrysin, pinocembrine, quercétine, kaempférol...) (**Collin et Crouzet, 2011**).

Les enzymes

Les enzymes antioxydantes préviennent la production des espèces réactives de l'oxygène en limitant la phase d'initiation des réactions d'oxydation. Ces fonctions sont principalement liées à la neutralisation des radicaux libres (**Ogeturka et al., 2005**). Parmi les enzymes antioxydantes présentes dans le miel se trouve la catalase, qui représente l'antagoniste de la glucose-oxydase, elle catalyse la réaction de détoxification du H_2O_2 selon la réaction suivante : $2 H_2O_2 \longrightarrow 2 H_2O + O_2$

Les vitamines

Le miel contient de nombreuses vitamines, telles que la thiamine, la riboflavine, la pyridoxine, l'acide pantothénique, l'acide folique et l'acide nicotinique, on peut également trouver de la vitamine C qui est un antioxydant puissant hydrosoluble capable de dégrader à des concentrations très faibles les radicaux libres oxygénés, ce qui assure une protection contre les agents toxiques pour la cellule (Fain, 2004 ; Couquet et al., 2013).

2.2. Activité antibactérienne des miels étudiés

2.2.1. Résultats

Les valeurs de CMI des miels étudiés vis-à-vis des souches testées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 06 : Valeurs de CMI de nos échantillons du miel vis-à-vis des souches testées

Souches testées Echantillons	<i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922)	<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 33862)	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 27853)
Miel de Djelfa (H1)	9%	6%	8%
Miel de El Bayadh (H2)	11%	8%	9%
Miel de Ksar Chellala (H3)	8%	5%	6%
Miel de Laghouat (H4)	8%	5%	6%

2.2.2. Discussion

Les résultats obtenus montrent que tous les échantillons de miels étudiés possèdent une activité antibactérienne contre toutes les souches testées.

Les valeurs de CMI obtenues varient de 8 à 11% pour *E. coli*, de 5 à 8% pour *S. aureus* et de 6 à 9% pour *P. aeruginosa*.

On constate que le miel H3 de la région de Ksar Chellala et le miel H4 de Laghouat présentent le même et le meilleur effet antibactérien, ceci pourrait être due à leurs fortes concentration en flavonoïdes (8.49 mg/ml pour H3 et 9.09 mg/ml Pour H4) et leurs faibles teneurs en HMF (13.24 mg/kg pour H3 et 14.59 mg/kg pour H4).

L'échantillon H2 de la région d'El Bayadh possède l'effet antibactérien le plus faible vis-à-vis des bactéries Gram négatif (*P. aeruginosa*, *E. coli*), ceci peut être attribué à sa faible teneur en flavonoïdes (7.345mg EQ/100g) par rapport aux autres échantillons analysés.

Les échantillons de miel étudiés possèdent un effet antibactérien le plus élevé vis-à-vis de la bactérie Gram positif (*S. aureus*) que les bactéries gram négatif (*E. coli* et *P. aeruginosa*), ceci peut être attribué à la nature de la paroi des bactéries Gram négatif qui est formé principalement de lipoprotéine, lipopolysaccharide et de lipide. Ces composés jouent un rôle de barrière et limitent la pénétration des agents antimicrobiens à travers la paroi bactérienne contrairement à *S. aureus* qui a une paroi de type Gram positif, exempt de ces composés (Larpent, 1985). Ce constat est similaire à celui fait par Nedji et Ayad (2014).

Plusieurs études scientifiques ont montré l'activité antibactérienne du miel :

Owayss et al. (2019) ont rapporté que les miels de jujubier d'Arabie Saoudite possèdent une meilleure activité antibactérienne vis-à-vis d'*E. coli* (ATCC 25922) et *S. aureus* (ATCC 8095)

Les résultats d'une étude faite par Bourbia et al. (2020) montrent que trois échantillons de miel algériens de différentes origines florales inhibent la croissance des bactéries suivantes : *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Escherichia coli* (ATCC 25922).

Belhaj et al. (2016) ont rapporté que 08 échantillons de miel marocain sont une activité antibactérienne vis-à-vis d'*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella spp.*

Grego et al. (2016) ont trouvé que 26 échantillons de miel de l'Italie présentent une activité antibactérienne contre *P. aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus*, *P. mirabilis*, *E. fecalis*.

Le résultat d'une étude faite par Chougar et al. (2018) indique que les miels de *Ziziphus lotus* possèdent un effet antibactérien vis-à-vis d'*E. coli* (ATCC 25922), *S. aureus* (ATCC 25923) et *P. aeruginosa* (ATCC 27853).

Nedja (2014) a montré que le miel du Nord-Est algérien possède un effet antimicrobien vis-à-vis des bactéries Gram positif *Bacillus subtilis* , *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923); les bactéries Gram négatif *Escherichia coli* (ATCC 25922); *Klebsiella pneumoniae*; *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27893) et une souche fongique *Candida albicans* .

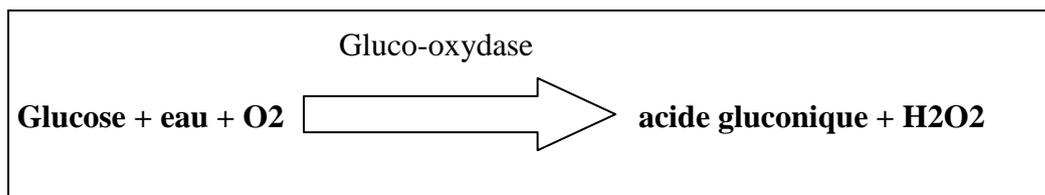
Abdellah et al. (2020) ont montré que deux variétés du miel de la steppe algérienne (*Euphorbia cheiradenia* et *Noaea mucronata*) possèdent un effet antibactérien vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Staphylococcus aureus* (ATCC 33862).

Selon **Delphine (2010)**, l'activité antimicrobienne du miel est attribuée aux plusieurs facteurs dont on cite:

Peroxyde d'hydrogène

Le peroxyde d'hydrogène est présent dans la plupart des miels, il est considéré comme un très bon antiseptique et la principal inhibine du miel.

Il résulte de l'oxydation d'eau et de glucose par le glucose oxydase sécrétée par les glandes hypopharyngiennes de l'abeille lors de la transformation du nectar en miel selon la réaction suivante :



Sa production est influencée par la chaleur, la lumière et la durée du stockage.

L'eau oxygénée est réduit par la catalase également trouvé dans de nombreux miels et qui représente l'antagoniste de la glucose-oxydase. Donc la concentration en peroxyde dépend de l'activité de ces deux enzymes (**Jessica, 2015 ; Libonatti et al., 2014 ; Bogdanov et Pascale, 2001**).

Acidité

Le pH du miel est acide (entre 3 et 6) pour inhiber le développement de nombreux microorganismes pathogènes.

Osmolarité

L'effet osmotique dépend de la concentration des sucres dans le miel et de l'humidité. Il y a une forte interaction entre les sucres du miel et les molécules d'eau et par conséquent, il y a très peu d'eau libre disponible pour le développement des microorganismes. Le miel agit donc de manière osmotique en provoquant une forte déshydratation des germes qui n'ont plus alors suffisamment d'eau pour survivre (**Olaitan et al., 2007**).

Méthylglyoxal (MGO)

Le méthylglyoxal est l'un des composants dicarboxylés résultant de la réaction de Maillard qui s'effectue dans tous les produits très riches en sucres, tel que le nectar. Cette molécule présente un pouvoir bactéricide puissant et sa teneur varie en fonction de l'origine géographique et florale du miel et elle a une forte corrélation avec son effet antibactérien (**Sultanbawa et al., 2015 ; Elbanna et al., 2014 ; Rossant, 2011**).

Défensine-1

Ce sont de petits peptides, de masse moléculaire variant de 3,5 à 6 kDa fabriquées par les glandes hypopharyngiennes et mandibulaires des abeilles, et possèdent un large spectre d'activité antimicrobienne (**Annie, 2013**).

Viscosité

Du fait de sa viscosité, le miel va former une barrière protectrice qui va préserver la zone à traiter de toute surinfection. C'est une propriété purement mécanique

Lysozymes

Ce sont des enzymes produits également par les abeilles, caractérisées par un effet bactériostatique

Composés phénoliques

Parmi la composition du miel se trouve les composés phénoliques tels que les tanins, l'acide benzoïqueect qui sont des métabolites secondaires responsables de son activité antibactérienne (**Cushine et Lamb, 2005**).

Flavonoïdes

Le miel contient des flavonoïdes tels que f. pinobanksin, f. chrysin, f. galangin, f. quercétines, f. lutéoline, f. kaempferol et f. pinocembrin qui sont caractérisés par une activité antimicrobienne efficace contre les bactéries et les champignons (**Miraglio et al., 2003**).

Ces facteurs sont présents à des taux variables selon l'origine florale du miel. Ils sont beaucoup moins sensibles à la lumière, la chaleur et la durée du stockage, contrairement aux composants à activité peroxyde (**Al-Waili, 2011**).

Conclusion

Conclusion

Conclusion

La présente étude est menée dans le cadre d'évaluer la qualité de quatre échantillons de miel, récoltés de différentes régions algériennes, en se basant sur l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques ainsi que sur l'effet antibactérien et antioxydant.

Chaque paramètre étudié renseigne soit sur la maturité, soit sur la fraîcheur ou sur l'origine florale du miel.

La teneur en eau obtenue (16.2 et 21%) indique la stabilité et la maturité des échantillons analysés à l'exception du miel H4 de la région de Laghouat qui dépasse légèrement les normes.

L'acidité libre des miels étudiés présentent des teneurs allant de 4 à 27 meq/kg. Ces valeurs témoignent l'absence de fermentation de ces échantillons.

La teneur en HMF (13.24 à 41.08 mg/kg) indique que les miels étudiés sont frais et n'ont pas été surchauffés, seulement l'échantillon H2 de la région d'El Bayadh qui dépasse légèrement les normes.

En ce qui concerne l'origine botanique, les valeurs du pH (4.02-4.41), et des cendres (0.15-0.36%), laissent supposer que les échantillons analysés sont issus de nectar.

Pour les valeurs de la conductivité électrique des miels H1 et H2 sont inclus dans les normes internationales conçues pour les miels de nectar. Tandis que celles des miels H3 et H4 sont élevées ($> 0.8\text{mS/cm}$). Probablement, ce sont des miels de miellat pour ce paramètre.

Les miels étudiés sont caractérisés par une activité antioxydante importante, évaluée par le pouvoir réducteur (Test de FRAP).

En ce qui concerne l'activité antibactérienne, on a constaté que toutes les souches bactériennes testées sont sensibles à l'action inhibitrice des miels analysés.

A la lumière des résultats obtenus, il est possible d'utiliser le miel comme produit antibactérien et antioxydant naturel.

Il serait intéressant que ce travail soit poursuivi sur tout le territoire national en parallèle avec d'autres techniques d'analyses (analyses physicochimique, biologiques, polliniques et sensorielles) afin de caractériser les miels algériens.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

-A-

- Abdellah F., Makhloufi C., Boukraa L., Hammoud 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), 59-74. www.dergipark.gov.tr/jan.
- Achour H.Y., Khali M., 2014.** Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Science*, 10(2), 127 -136. <http://www.afriquescience.info>.
- Adjlane N., Haddad N., Laid-Ameur K., Kesraoui S., Moussaoui D., 2014.** Physicochemical and Microbiological Characteristics of Some Samples of Honey Produced by Beekeepers In Algeria. *Sciendo*, p 1-5. <https://doi.org/10.2478/ata-2014-0001>.
- Ahmed J., Prabhu S.T., Raghavan G.S.V., Ngadi M., 2007.** Physicochemical, rheological, calorimetric and dielectric behaviour of selected Indian honey. *Journal of Food Engineering*, 79, 1207-1213. [Doi 10.1016/j.foodeng.2006.04.048](https://doi.org/10.1016/j.foodeng.2006.04.048).
- Alexandra R., 2011.** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse. Doctorat. Pharmacie. France.
- Allen R., Fcushman L., Morris S., Eldman J., wade C., Don M., Mosesfredikronenberg M., 2000.** Use of complementary and alternative medicine among Dominican emergency department patients. *the American journal of emergency medicine*, 18,51-54 . [Doi.org/10.1016/S0735-6757\(00\)90048-2](https://doi.org/10.1016/S0735-6757(00)90048-2).
- AL-Mamary M., AL-Meeri A., AL-Habori M., 2002.** Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition research*, 22, 1041-1047.
- Alqarni A.S., Owayss A.A., Mohamed A.A., 2012.** Physicochemical characteristics, total phenols and pigments of national and international honeys in Saudi Arabia. *Arabian Journal of Chemistry*, 9(5), 114-120. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2012.11.013>.
- Al-Waili N.S., Salom K., Butler G., Al Ghamdi A.A., 2011.** Honey and microbial infections:a review supporting the use of honey for microbial control. *Journal Med Food*, 14(10), 107996. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0161>.
- Amellal H., 2008.** Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes: formulation d'un yaourt naturellement, sucré et aromatisé. Thèse. Doctorat. Technologie Alimentaire. Boumerdes.

Références Bibliographiques

- Amri A., Ladjama A., Tahar A., 2007.** Etude de quelques miels produits à l'est, Algérien: Aspect physico-chimique et biochimique. *Revue Synthèse*, 17, 57-63.
- Annie K., 2013.** The therapeutic effects of honey. *The Plymouth student scientist*, 6 (1), 376-385. <http://hdl.handle.net/10026.1/14023>.
- Anso J., 2012.** Du miel à volonté. D2A, (1), 23. In Mémoire. Magistère. Biologie appliquée. (Analyses polliniques et caractérisations des composés phénoliques du miel naturel de la région d'Ain zaâtout) présent par Chouia Amel. Beskra.
- Ayari B., Abbassi F., Hammami M.A., Landoulsi A., 2013.** Physicochemical and antimicrobial properties of Tunisian honeys: Honey inhibited the motility of bacteria. *African Journal of Microbiology Research*, 7(32), 4138-4145.
- Azeredo L.D.C., Azeredo M.A.A., Souza S.R., Dutra V.M.L., 2003.** Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80, 249–254. [Doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00261-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00261-3).

-B-

- Bakchiche B., Habati M., Benmebarek A., Gherib A., 2017.** Caractéristiques physico-chimiques, concentrations en composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie). *Rev. Magistaire. Agronomie*. 6 (1), 118-123.
- Bakchiche B., Habati M., Benmebarek A., Gherib A., 2017.** Total Phenolic, Flavonoid Contents and Antioxidant Activities of Honey and Propolis Collected from the Region of Laghouat (South of Algeria). *World News of Natural Sciences*, 11, 91-97.
- Balas F., 2015.** Les propriétés thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en médecine générale revue de la littérature. Thèse. Doctorat. Médecine. Faculté de médecine, université de Nice Sophia-Antipolis.
- Belaid M., 1999.** Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels du centre d'Algérie: Etablissement des normes d'identification. Mémoire. Magistère. Agronomie. INA. El Harrach.
- Belay A., Solomon W.K., Bultona G., Adgaba N., Melaku S., 2013.** Physicochemical properties of the Hareenna forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry*, 141, 3386-3392. [Doi: 10.1016/j.foodchem.2013.06.035](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.035).
- Belhaj O., Oumato J., Zrira S., 2015.** Étude physico-chimique de quelques types de miels marocains. *Revue Marocaine Des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 3, 71-75.

Références Bibliographiques

- Belhaj O., EL-abbadi I., Ouchbani T., 2016.** Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne du miel naturel d'origine marocaine. Mémoire. Magistère. Agronomie. Maroc.
- Benabdallah A., 2017.** Etude éco-physiologique, développement et importance des plantes médicinales du genre *Mentha* dans le parc national d'El-Kala (Nord-est Alegria). Thèse. Doctorat. Biologie Végétale. Maroc.
- Benaziza-Bouchema D., Schweitzer P., 2010.** Caractérisation des principaux miels des régions du Nord de l'Algérie. *Cahiers Agricultures*, 19 (6).
<http://doi.org/10.1684/agr.2010.0432>.
- Benazzouz L., 2005.** Etude des interactions protéines – poly-phénols. Etude de cas : extrait de *Nigella sativa* L. avec la protéine Sérum Albumine Bovine. Mémoire. Magistère. Sciences de la Nature et de la Vie. Bejaia.
- Benbareka O., Hafsaoui I., 2019.** Etude de l'activité antibactérienne de miel récolte du territoire algérien. Thèse. Doctorat. Médecine. Blida.
- Beneddouch B., Dahmani K., 2011.** Physical properties of honey products in Algeria. *Journal.Stored Prod. Postharvest Res*, 2, 237-244. [Doi.org/10.5897/JSPPR.9000032](https://doi.org/10.5897/JSPPR.9000032).
- Bogdanov S., Ruoff K., Persano L., 2004.** Physico-chemical methods for characterization of unifloral honeys. a review. *Apidologie*, 35, 4-17. [Dio : 10.1051/apido:2004047](https://doi.org/10.1051/apido:2004047).
- Bogdanov S., 1999.** Stockage, cristallisation et liquéfaction des miels. *Centre suisse recherche apicole*, 2(12), 237-244.
- Bogdanov S., Blumer P., 2001.** Propriétés antibiotiques naturelles du miel. *Revue de suisse d'Apiculture*, 98(3), 107-114.
- 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., Ivanov T., 1997.** Harmonised methods of the European honey commission. *Apidologie*, p1-59. <http://www.bee-hexagon.net/en/network.htm>.
- Bogdanov S., Matzke A., 2003.** La propolis-un antibiotique naturel. *Edition V DB 6235 Winikon*, 72 pp.
- Bogdanov S., Pascale B., 2001.** Propriétés antibiotiques naturelles du miel. *Centre Suisse de recherche Apicole*, 1-8.
- Boukraâ L., 2008.** Additive activity of royal jelly and honey against *Pseudomonas aeruginosa*. *Original Research*, 13(4), 330-333.

Références Bibliographiques

Boukraa L., 2008. L'effet antimicrobien du miel et de la gelée royale. L'importance de l'origine botanique et rôle potentialisant de l'amidon : évaluation in vitro. Thèse. Doctorat. Microbiologie. Oran.

Bradbear N., 2005. Apiculture et moyens d'existence durables. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. ISSN 1813-6001, Rome.

Bruneau E., 2009. Chapitre IX : Les produits de la ruche in **Clément H et al.** Le Traité Rustica de *l'apiculture Editions Rustica*, Paris, 354-387.

-C-

Castro Rosane N., Regina L.P.L., Luiza D'Oliveira S., Aurea E., 2012. Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Brazilian Honeys and their Extracts. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 23(4), 618-627.

Chakir A., Romane A., Marcazzan G.L., Ferrazzi P., 2016. Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry*, 9,946–S954.

Chefrour A., Tahar A., 2009. Origine botanique des miels des régions semi arides (Algérie), <http://www.beekeeping.com/articles/fr/mielsalegriens>.

Chougar T., Kebdi T., 2018. Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et pouvoirs antioxydant et antimicrobien des miels algériens de régions diverses. Mémoire. Master. bsciences Biologiques et des sciences Agronomiques. Tizi-Ouzou.

Codex Alimentarius Commission., 2001. Revised codex standard for honey. Revue, 12, 1-7. WWW.codex alimentarius.org.

Collin S., Crouzet J., 2011. Les polyphénols et procédés. Ed. *Lavoisier*,333.

Cooper R.A., Molan R.C., Harding K.G., 2002. The sensitivity to honey of Gram-positive cocci of clinical significance isolated from wounds. *Journal of Applied Microbiology*, 93, 857-863. [Doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01761](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01761).

Couquet Y., Desmoulière A., Rigal M.L., 2013. Les propriétés antibactériennes et cicatrisantes du miel. *Actualités Pharmaceutiques*, 52, 22-25.

[Doi.org/10.1016/j.actpha.2013.10.005](https://doi.org/10.1016/j.actpha.2013.10.005).

Cushnie T., Lamb A.J., 2005. Antimicrobial activity of flavonoids. *Health Emergency Collection*, 26(5), 343-356. [Doi:10. 1016/j.ijantimicag.2005.09.002](https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2005.09.002).

Références Bibliographiques

-D-

Delphine I., 2010. Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Utilisation dans les plaies. Doctorat en pharmacie. Thèse. Doctorat. Pharmacie. Limoges.

Djossou J.A., Tchobo F.P., Yédomonhan H., Alitonou A.G., Soumanou M.M., 2013. Evaluation des caractéristiques physico-chimiques des miels commercialisés à Cotonou. *Tropicicultura*, 31(3), 163-169.

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

(DSA, 2015. Direction des services Agricoles). <http://fsnv.univ-tiaret.dz/revues.php>.

Draiaia R., Chefrour A., Dainese N., Borin A., Manzinello C., Gallina A., Mutinelli F., 2015. Physicochemical parameters and antibiotics residuals in Algerian honey. *African Journal of Biotechnology*, 14(14), 1242-1251.

-E-

Elbanna K., Attalla K., Elbadry M., Abdeltawab A., Gamal-Eldin H., Fawzy Ramadan M., 2014. Impact of floral sources and processing on the antimicrobial activities of different unifloral honeys. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4, 194-200.

[https://doi.org/10.1016/S2222-1808\(14\)60504-1](https://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60504-1).

El-Haskoury R., Kriaa W., Lyoussi B., Makni M., 2018. Ceratonia siliqua honeys from Morocco: Physicochemical properties, mineral contents, and antioxidant activities. *Journal of food and drug analysis*, 26, 67 -73.

-F-

Fain O., 2004. Carence en vitamine C. *La Revue de Médecine Interne*, 24 (12), 872- 880.

Fallico B., Zappala M., Arena E., Verzera A., 2004. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. *Food Chemistry*, 85, 305-313.

WWW.elsevier.com/locate/foodchem.

Feàs X., Pires J., Estevinho M.L., Pinto de Araujo J.P., 2010. Pamynological and physicochemical data characterisation of honeys produced in the Entre-duoro e Minho region of Portugal. *International journal of food science and technology*, 45 , 1255-1262.

<http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02268.x>.

Felsner M.L., Cano C.B., Bruns R.F., Watanabe H.M., Almeida-Muradian L.B., Matos J. R., 2004. Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. *Journal of food composition and analysis*, 17(6), 737-747.

<http://dx.doi.org/10.1016%2Fj.fca.2003.11.001>.

Références Bibliographiques

Finola M.S., Lasagno M.C., Marioli J.M., 2007. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry*, 100, 1649-1653.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.046>.

-G-

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

Gonçalves J., Ribeiro I., Marçalo J., Rijo P., Faustino C., Pinheiro L., 2018. Physicochemical, antioxidant and antimicrobial properties of selected Portuguese commercial monofloral honeys. *Journal of Food and Nutrition Research*.6(10), 645-654.
[DOI:10.1269/jfnr-6-10-5](https://doi.org/10.1269/jfnr-6-10-5).

Gonnet M., 1982. Le miel, composition, propriétés, conservation. HAL INRAE .France.

Grego E., Robino P., Tramuta C., Giusto G., Boi M., Colombo R., Serra G., Chiadò-Cutin S., Gandini M., Nebbia P., 2016. Evaluation of antimicrobial activity of Italian honey for wound healing application in veterinary medicine. *Original contributions*,158(7), 521-527. [DOI 10.17236/sat00075](https://doi.org/10.17236/sat00075).

Guler A., Bakan A., Nisbet C., Yavuz O., 2007. Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (Saccharumoffinarum L) . syrup.*food chemistry*,105,1119-1125.

-H-

Habib H.M., Al Meqbali F.T., Kamal H., Souka U.D., Ibrahim W.H., 2014. Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. *Food Chemistry*, 153, 35-43.[Doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.048](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.12.048).

Horn H., Lullmann C., 1992. Das grosse honigbuch. Ehrenwirth verlag. german.

Hoyet C., 2005. Le miel: De la source à la thérapeutique. Thèse. Doctorat.de pharmacie. Faculté de pharmacie. Université poincare de Nancy.

Références Bibliographiques

-I-

Imtara H., Elamine Y., Lyoussi B., 2018. Physicochemical characterization and antioxidant activity of Palestinian honey samples. *Food Science nutrition*, 6, 2056-2065.

[DOI: 10.1002/fsn3.754.](https://doi.org/10.1002/fsn3.754)

Iturralde G., Garcia-Tenesaca M., Paredes-Moreta J., Narváez D., 2018.

Physicochemical parameters, chemical composition, antioxidant capacity, microbial contamination and antimicrobial activity of Eucalyptus honey from the Andean region of Ecuador. *Journal of Apicultural Research*, 57, 382-394.

-J-

Jessica Y.Y., 2015. Etude de l'effet de quatre composés contenant du miel sur deux bactéries cariogènes : *Streptococcus mutans* et *Lactobacillus rhamnosus*. Thèse. Doctorat. chirurgie dentaire. France.

-k-

Karabagias I.K., Louppis A.P., Kontakos S., Drouza C., Papastephanou C., 2018.

Characterization and botanical differentiation of monofloral and multifloral honeys produced in Cyprus, Greece, and Egypt using physicochemical parameter analysis and mineral content in conjunction with supervised statistical techniques. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 10. [http://doi.org/10.1155/2018/7698251.](http://doi.org/10.1155/2018/7698251)

Khan S.U., Anjum S.I., Rahman K., Ansari M.J., Khan W.U., Kamal S., khattak B., Muhammad A., Khan H.U., 2018. Honey: Single food stuff comprises many drugs. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25, 320-325. [Doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.08.004.](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.08.004)

Korichi N., Latamene A., 2017. Analyse physico-chimiques et pollinique et effet antibactérien de quelques miels de Bejaïa. Mémoire. Master. en Biochimie Appliquée. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Bejaïa.

-L-

Laredj H., Rezzoug W., 2017. Microbiological and Physicochemical Characterization of Honeys from the Tiaret Region of Algeria. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Health Care*, 9, 3, 85-91.

Références Bibliographiques

Larpent J.P., Gourgaud M.I., 1985. Manuel pratique de microbiologie. Hermano, Paris.

Lee Swan C., Rahaman N., Adnan N., Tan T., 2013. Antioxidant activity of three honey samples in relation with their biochemical components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/313798>.

Louveau J., 1968. Composition propriété et technologie du miel. Les produits de la ruche. In traité de biologie de l'abeille. Masson et Cie, Paris.

-M-

Maglon G., vanwijek R., 2003. Guide des plaies .Ed.J.L. Eurotext, paris, 102p in Mémoire . Mastèr. S.N.V et S.N.T Analyses physico-chimique du miel de quelque miel de la wilaya : Ain Defla , Djendel, Bathia , Bourached et Miliana. présente par Yahia-Mohamed Sarah et Yahia- Mohamed Wissam. Khemis Miliana .

Makhloufi C., 2000. Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels du nord algérien : Impact du rôle de l'abeille sur l'équilibre écologique. Mémoire. Magistaire. Agronomie. Tiaret.

Makhloufi C., 2001. Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels du nord algérien : Impact du rôle de l'abeille sur l'équilibre écologique. Mémoire. Magistaire. Agronomie. Tiaret.

Makhloufi C., 2011. Melis sopalynologie et étude des éléments bioactifs des miels algériens. Thèse, Doctorat, agronomie. El Harrach.

Makhloufi C., Kerkvliet D., Ricciardelli-D'albore G., Choukri A., Samar R., 2010. Characterization of Algeriean honeys by palynological and physico-chemical methods. *Apidologie*, 41, 509-521. [Doi :10.1051/apido/2010002](https://doi.org/10.1051/apido/2010002).

Makhloufi C., Schweitzer P., Azouzi B., Persano Oddo L., Choukri A., Laaredj H., Ricciardelli-D'Albore G., 2007. Some Properties of Algerian Honey. *Apiacta* , 42, 73 – 80.

Meda A., 2005. Utilisations thérapeutiques des produits de la ruche, étude phytochimique et activités biologiques des miels du Burkina Faso. Thèse. Doctorat. Ouagadougou.

Merah M., Bensaci Bachagha M., Boudershem A., 2010. Etude de l'effet antimicrobien de trois échenillons du miel naturel récolté du territoire algérien. *Annales des Sciences et Technologie*, p115-125.

Monggudal M.B., Radzi M.N., Ismail M., Ismail W., 2018. Effect of six month storage on physicochemical analysis and antioxidant activity of several types of honey. *Materials Science and Engineering*,440, 1-7. [Doi:10.1088/1757-899X/440/1/012047](https://doi.org/10.1088/1757-899X/440/1/012047).

Références Bibliographiques

Morse R., Lisk D.J., 1980. Elemental analysis of honeys from several nations. *A m Bee.J*, 522-523.

Mouhoubi Z., Ouchemoukh S., Tamendjari A., 2016. Antioxidant activity of some Algerian honey and propolis. *Industrial Crops and Products*, 88, 85-90.

[Doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.02.033](https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.02.033).

-N-

Nair S., 2014. Identification des plantes mellifères et analyses physico-chimiques des miels Algériens. Thèse. Doctorat. des Sciences de la nature et de la terre. Oran.

Naman M., Faid M., EL-adlouni C., 2005. Microbiological and physicochemical properties of Moroccan honey. *International Journal of Agriculture & Biology*, 7(5), 773-776.

<http://www.ijab.org>.

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. Thèse. Doctorat. Sciences biologie. Annaba.

Nedji N., Ayad W.L., 2014. Antimicrobial Effects of Algerian Honey on Pathogenic Food-Related bacteria. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(11), 1194-1200.

Nguyen H., Panyoyai N., Paramita V., Mantri N., Kasapis S., 2018. Physicochemical and viscoelastic properties of honey from medicinal plants. *Food Chemistry*, 241, 143-149.

<http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.08.070>.

Noel J., Leyvral G., 2001. Microbiologie technique. Dictionnaire des techniques 3èmes éditions du *centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine*. 213-219.

-O-

Ogeturka M., Kusa I., Colakoglu N., Zararsiza I., Ilhanc N., Sarsilmaz M., 2005.

Caffeic acid phenethyl ester protects kidneys against carbon tetrachloride toxicity in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 97, 273-280. doi.org/10.1016/j.jep.2004.11.019.

Olaitan P.B., Adeleke O.E., Ola I.O., 2007. Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *African Health Sciences*, 7(3), 159-165.

Otmani I., Abdennour C., Dridi A., Kahalerras L., Halima-Salem A., 2019.

Characteristics of the bitter and sweet honey from Algeria Mediterranean coast. *Veterinary World*, 12(4), 551-557. [Doi : 10.14202/vetworld.2019.551-557](https://doi.org/10.14202/vetworld.2019.551-557).

Références Bibliographiques

- Ou B., Hampsch-Woodill M., Prior R.L., 2001.** Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (49), 4619-4626.
- Ouchemoukh S., 2012.** Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. Thèse. Doctorat. Biochimie. Bejaia.
- Ouchemoukh S., Louaileche H., Schweitzer P., 2007.** Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys. *Journal of Food Control*, 18, 52-58.
<http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.08.007>.
- Owayss A.A., Elbanna K., Javaid I., Abulreesh H.H., Organji S.R., Hael S.A. Raweh-Alqarni A. S., 2019.** In vitro antimicrobial activities of Saudi honeys originating from *Ziziphus spina christi L.* and *Acacia gerrardii Benth. Trees.* *Food science & nutrition*, p390-401. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1320>.
- Ozcan M.D., Arslam D.A., 2006.** Phenolic profiles and antioxidant capacities of Chinese unifloral honeys from different botanical and geographical sources. *Food Chemistry*, 99, 24-27.

-P-

- Pauliuc D., Dranca F., Oroian M., 2020.** Antioxidant Activity, Total Phenolic Content, Individual Phenolics and Physicochemical Parameters Suitability for Romanian Honey Authentication. *Food*, 9(3), 1-22. [Doi:10.3390/foods9030306](https://doi.org/10.3390/foods9030306).
- Perez-Arquillué C., Conchello P., Ariño A., Juan T., Herrera A., 1995.** Quality evaluation of Spanish rosemary (*Rosmarinus officinalis*) honey. *Food Chemistry*, 51, 207-210.
- Pham-Delégue M.H., 1998.** Les abeilles. *La Martinière*, Hong-Kong, 42 p.
- Piazza M. G., Accorti M., Persano Oddo L., 1991.** Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys. *Apicoltura*, 7, 51-63.

-R-

- Rebai A., Lanez T., Chouikh A., 2015.** Physicochemical and biochemical properties of honey bee products in south algeria. *alma mater Publishing House*, 16 (2). 133 – 142.
- Rodriguez-Flores M.S., Escuredo O., Carmen Seijo M., 2015.** Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honey dew honeys. *Food Chemistry*, 166, 101-106. [Doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.005](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.005).

Références Bibliographiques

Rossant A., 2011. Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse. Doctorat, Pharmacie. Limoges.

-S-

Schweitzer P., 1999. Sur les sentiers des miels France. L'HMF et les miels. *Abeille de France*, N°849.

Schweitzer P., 2003. Sur les sentiers des miels de France. L'analyse physico-chimique des miels. *Abeille de France*. N°891.

Serrano S., Villarejo M., Espejo R., Jordal M. L., 2007. Diastase and invertase activities in Andalusian honeys. *IntJ. Food Sci. Technol*, 42, 76-79.

Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-raventos R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.

Soussy C.J., Bonnet R., Cavallo J.D., Chardon H., Chidiac C., Courvalin P., Dabernat H., Drugeon H., Dubreuil L., Guery B., Jarlier V., Jehl F., Lambert T., Leclercq R., Nicolas-chanoine M.H., Plesiat P., Quentin C., Rouveix B., Varon E., Weber P., 2010. Comité de l'antibiogramme de la société française de microbiologie (Recommandations 2010). [http:// www.sfm.asso.fr](http://www.sfm.asso.fr).

Subhashree V., Subashini D., 2011. Estimation of total flavonoids, phenols and antioxidant activity of local and New Zealand manuka honey. *Journal of Pharmacy Research*, 4(2), 464-466.

Sultanbawa Y., Cozzolino D., Fuller S., Cusack A., Currie M., Smyth H., 2015. Infra-red spectroscopy as a rapid tool to detect methylglyoxal and antibacterial activity in Australian honeys. *Food Chemistry*, 172, 207–212.

-T-

Terrab A., Recamales F., Hernanz D., Heredia F.J., 2004. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry*, 88, 537-542.

-V-

Vannier P., 1999. L'ABC daire du miel. Flammarion. Thèse. Doctorat. Paris.

-Y-

Yaiche A.H., Khali M., 2014. Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique science*, 10(2), 127-136.

Références Bibliographiques

-Z-

Zerrouk S., Seijo-Coello M.C., Escuredo O., Rodríguez-Flores M.S., 2017.

Characterization of *Ziziphus lotus* (jujube) honey produced in Algeria. *Journal de recherche apicol*, 69-80. [Doi.org/10.1080/00218839.2017.1399663](https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1399663).

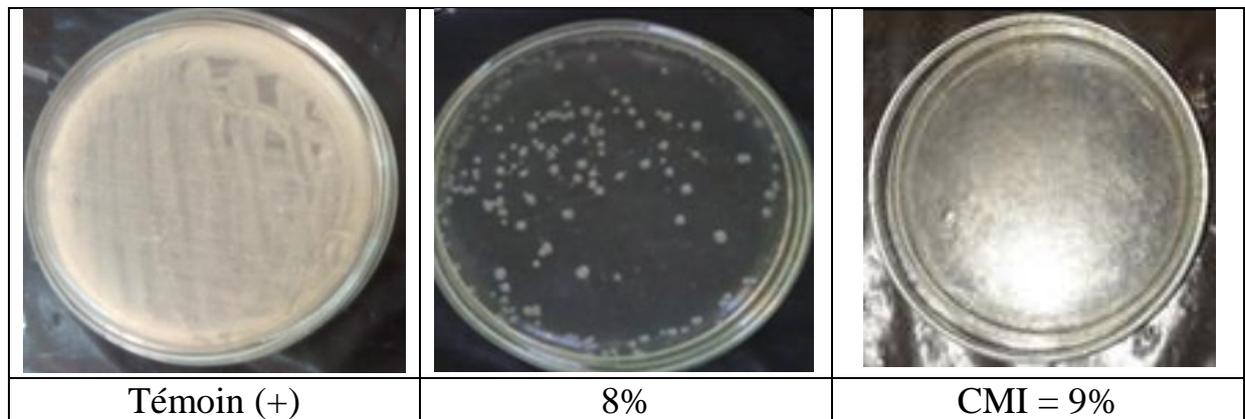
Annexes

Annexe I: Tableau de CHATAWAY,(1935).

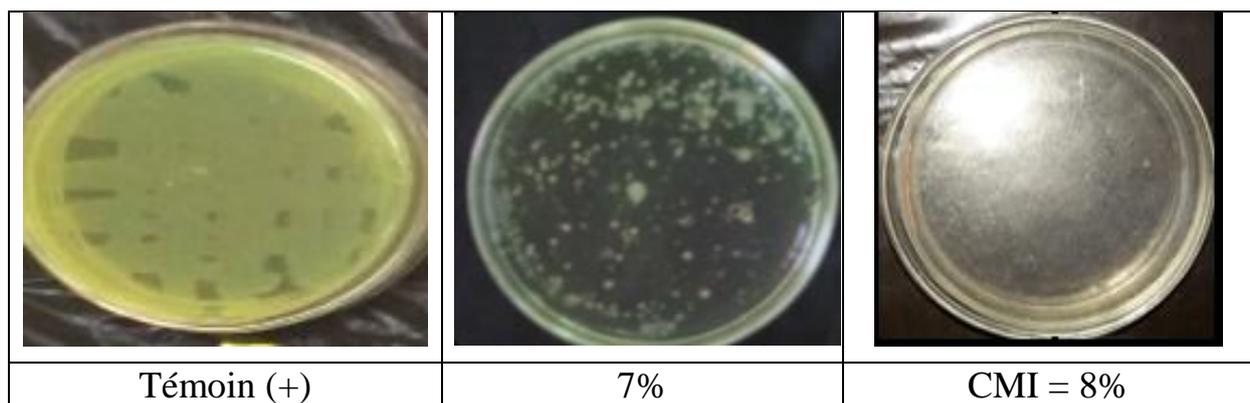
Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)
1,5038	13,2	1,488	19,4
1,5033	13,4	1,4875	19,6
1,5028	13,6	1,487	19,8
1,5023	13,8	1,4865	20
1,5018	14	1,486	20,2
1,5012	14,2	1,4855	20,4
1,5007	14,4	1,485	20,6
1,5002	14,6	1,4845	20,8
1,4997	14,8	1,484	21
1,4992	15	1,4835	21,2
1,4987	15,2	1,483	21,4
1,4982	15,4	1,4825	21,6
1,4976	15,6	1,482	21,8
1,4971	15,8	1,4815	22
1,4966	16	1,481	22,2
1,4961	16,2	1,4805	22,4
1,4956	16,4	1,48	22,6
1,4951	16,6	1,4795	22,8
1,4946	16,8	1,479	23
1,494	17	1,4785	23,2
1,4935	17,2	1,478	23,4
1,493	17,4	1,4775	23,6
1,4925	17,6	1,477	23,8
1,492	17,8	1,4765	24
1,4915	18	1,476	24,2
1,491	18,2	1,4755	24,4
1,4905	18,4	1,475	24,6
1,49	18,6	1,4745	24,8
1,4895	18,8	1,474	25,5
1,489	19		

Annexe II : Les valeurs de CMI des miels étudiés vis-à-vis les souches testées

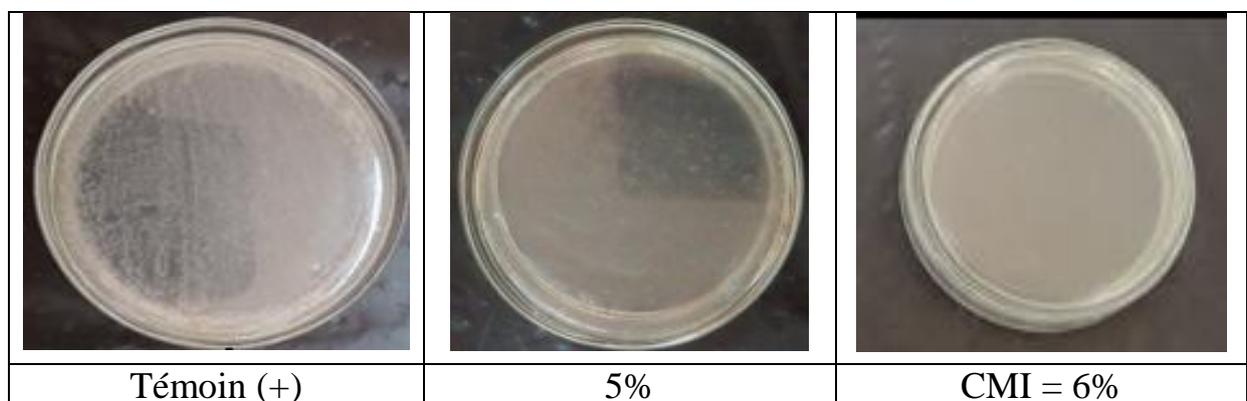
Le CMI de H1 vis-à-vis *E. coli*



Le CMI de H1 vis-à-vis *P.aeruginosa*



Le CMI de H1 vis-à-vis *S. aureus*

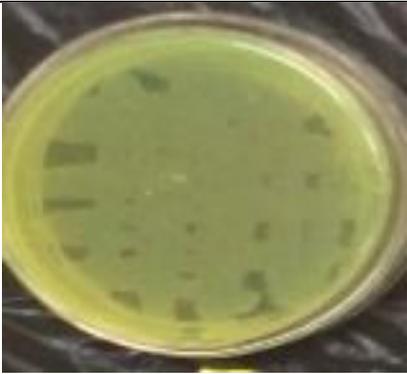
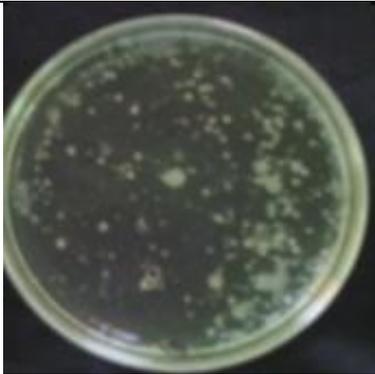


Annexe II :Suite 1

Le CMI de H2 vis-à-vis *E.coli*

		
Témoin (+)	10%	CMI = 11%

Le CMI de H2 vis-à-vis *P.aeruginosa*

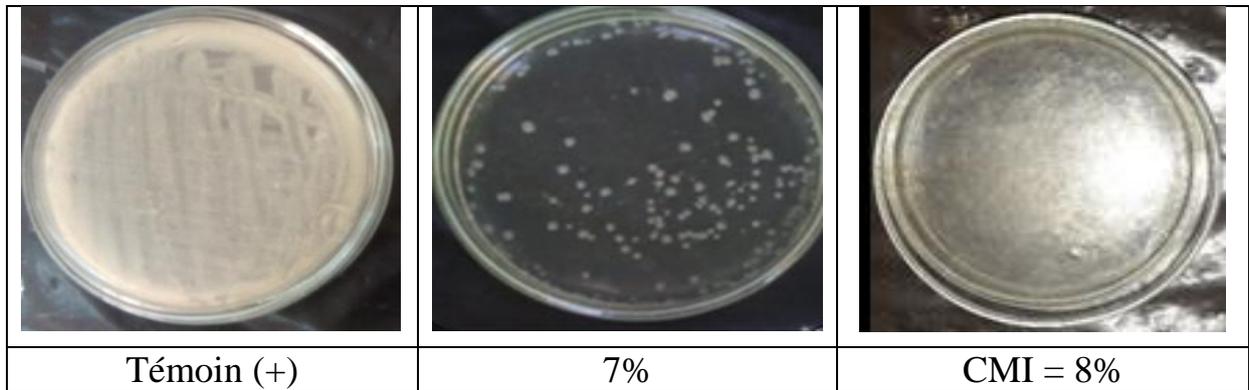
		
Témoin (+)	8%	CMI = 9%

Le CMI de H2 vis-à-vis *S. aureus*

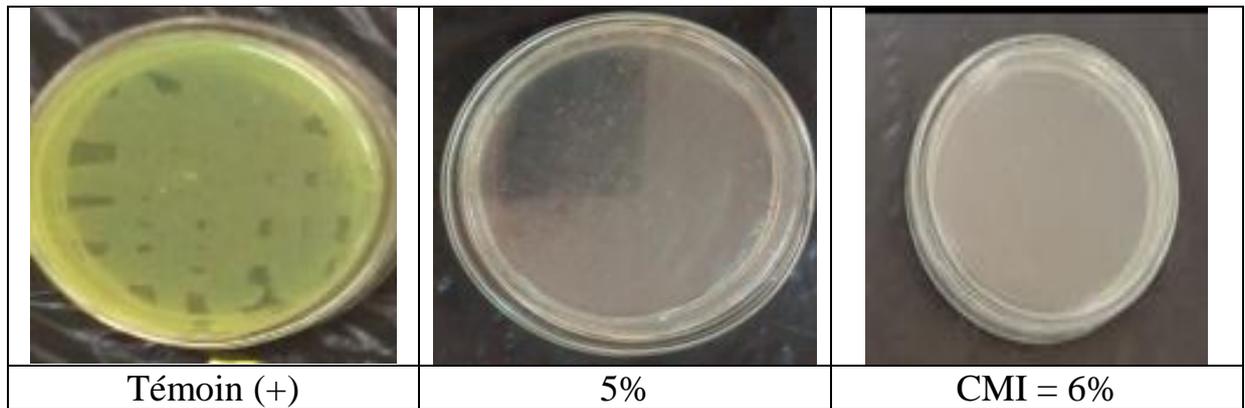
		
Témoin (+)	7%	CMI = 8%

Annexe II :Suite 2

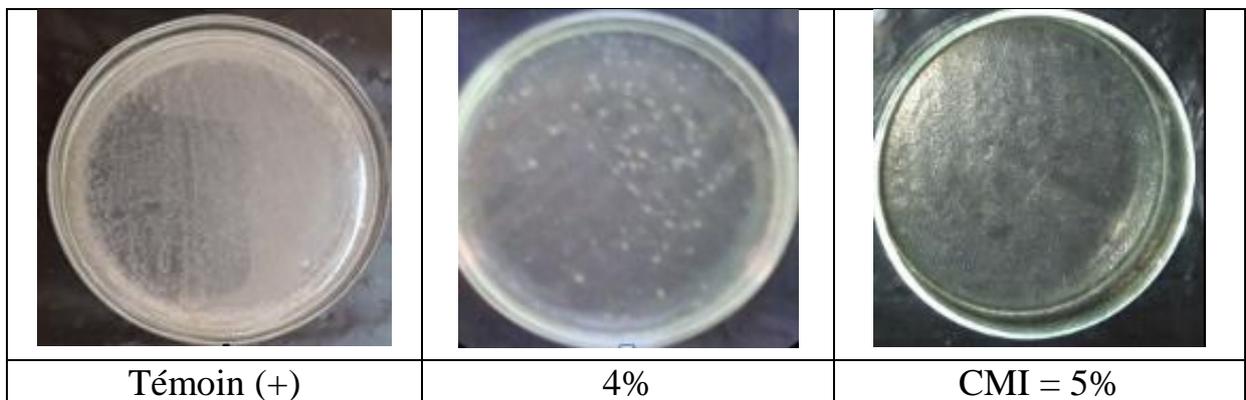
Le CMI de H3 vis-à-vis *E.coli*



Le CMI de H3 vis-à-vis *P.aeruginosa*

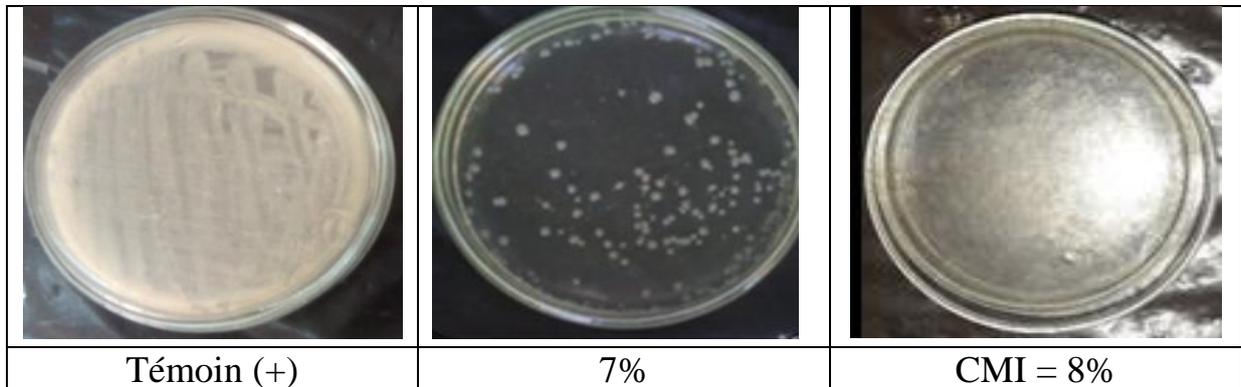


Le CMI DE H3 vis-à- vis *S. aureus*

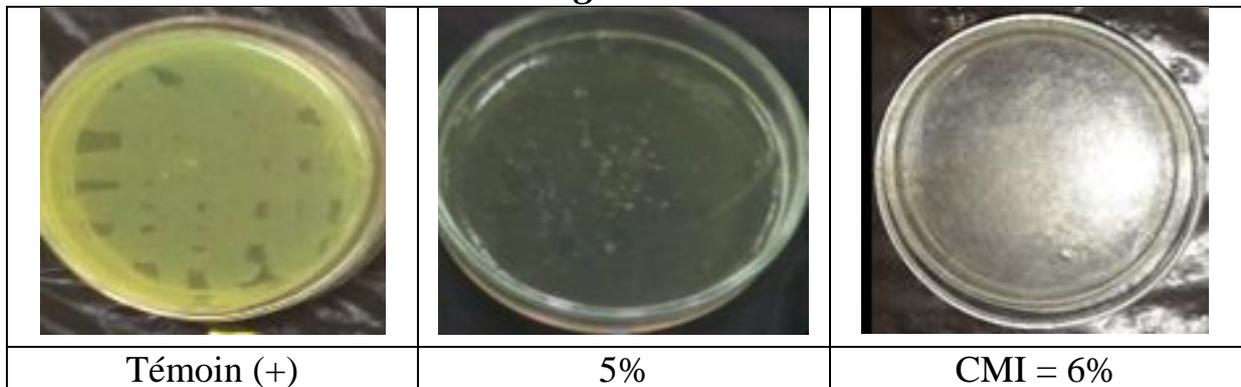


Annexe II :Suite 3

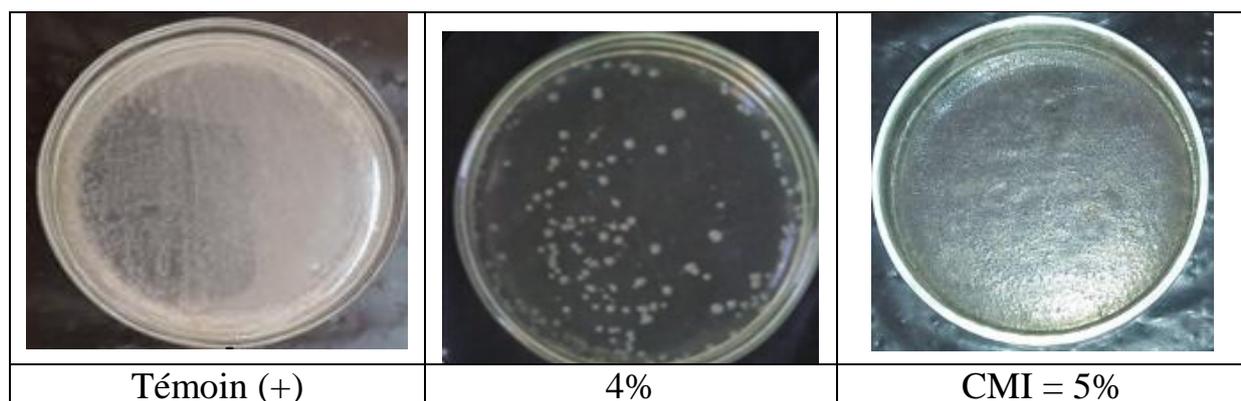
Le CMI de H4 vis-à-vis *E.coli*



Le CMI de H4 vis-à-vis *P.aeruginosa*



Le CMI DE H4 vis-à- vis *S. aureus*



Annexe III : Bactéries pathogènes étudiées

Bactérie	Pouvoir pathogène commun	Résistance aux antibiotiques
<i>Staphylococcus aureus</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Infections suppuratives superficielles et profondes ➤ Infections cutanées ➤ Infections ostéo -articulaires ➤ Infections pulmonaires ➤ Infections cardiaques ➤ Infections nosocomiales ➤ Infection intestinal <p>(Fauchere et Avril, 2002).</p>	<p>Certaines souches, résistantes à l'antibiotique méthiilline</p> <p>(Avisse, 2014).</p>
<i>Escherichia coli</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Infection intestinal syndromes dysentériques avec invasion de la muqueuse intestinale, de diarrhées sanglantes liées à la production de toxines ➤ Gastro-entérites infantiles ➤ Infection urinaire plus fréquent chez la femme ➤ Infection néonatale qui Peut se traduire par 	<p>une bactérie productrice de bété lactamase à spectre étendu (BLSE) qui décomposent de nombreux antibiotique</p> <p>(Avisse, 2014).</p>
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ des infections parfois sévères chez les sujets dont les défenses sont amoindries. <p>des infections urinaires, bronchiques, cutanées, (impétigo, furoncles)</p> <p>(Delarras, 2007) .</p>	<p>une bactérie généralement multi résistante, Elle est résistante à la ciprofloxacine</p> <p>(Avisse, 2014).</p>

Annexe IV : Composition des milieux de culture.

Gélose de Muller-Hinton

Hydrolysate acide de caséine (peptone).....	17,5g/L
Extrait de viande.....	2g/L
Amidon.....	1,5g/L
Calcium	20 à 25mg/L
Magnésium.....	10à12,5mg/L
Agar.....	15g/L

Gélose Mac-Conkey

Peptone.....	20g/L
Sels biliaires n°3.....	1g/L
Cristal violet.....	0,001g/L
Lactose 10g/L Rouge neuter.....	0,05g/L
Chlorure de sodium	05g/L
Agar.....	15g/L

Gélose Chapman

Peptone.....	10g/L
Extrait de viande de bœuf.....	1g/L
Chlorure de sodium	75g/L
Mannitol.....	10g/L
Rouge de phénol.....	0,025g/L
Agar.....	15g/L

Gélose King B

Peptone dite "B"	20,0g/L
Glycérol	10,0g/L
Hydrogénophosphate de potassium	1,5g/L
Sulfate de magnésium heptahydraté	1,5g/L
Agar purifié.....	12,0g/L

Annexe V : Les courbes d'étalonnages

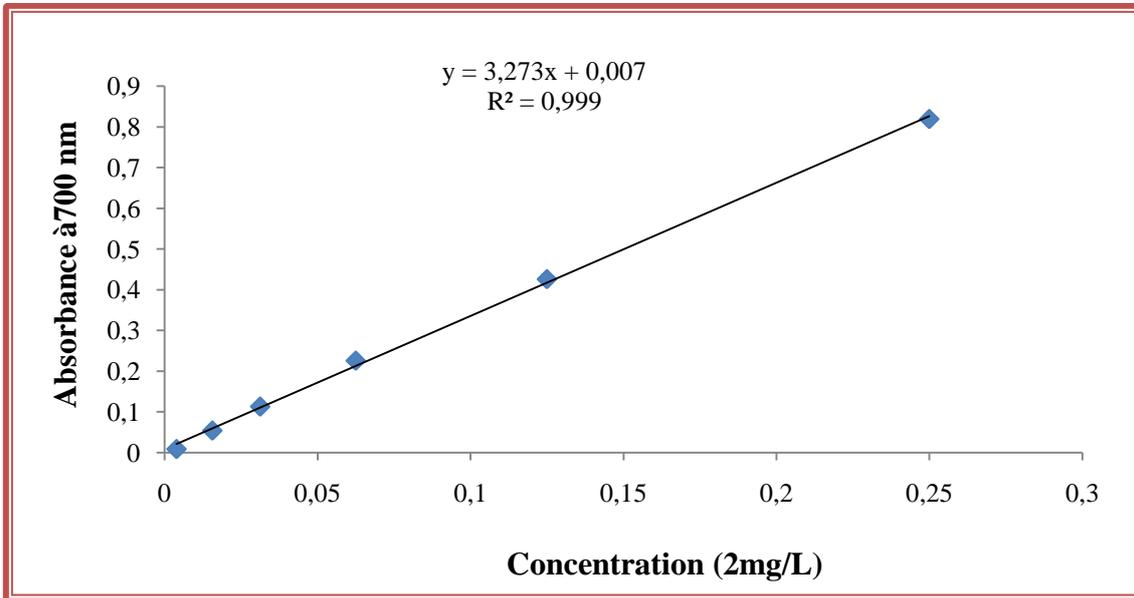


Figure 01 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

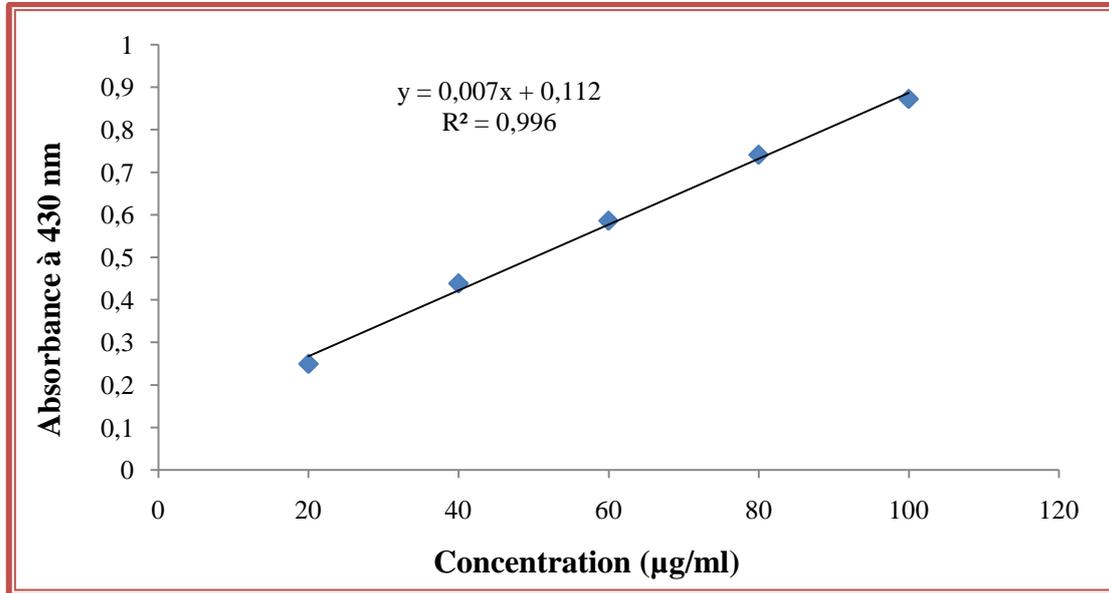


Figure 02 : Courbe d'étalonnage de la Quercitaine.

Annexe VI: Pouvoir réducteur (Les standards)

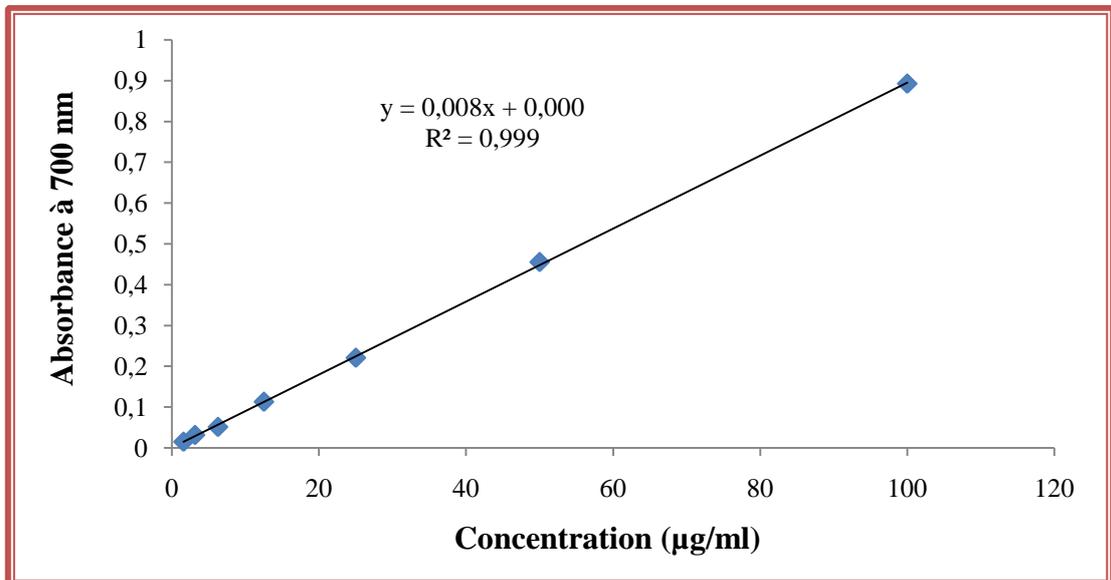
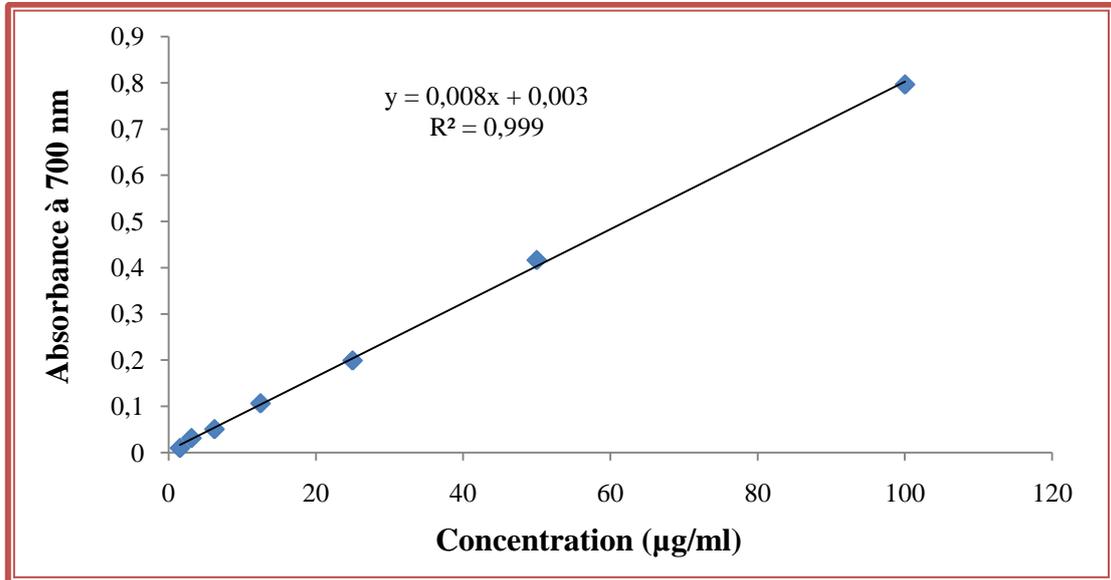


Figure 01 : Pouvoir réducteur de la vitamine C.

Annexe VI : suite 01

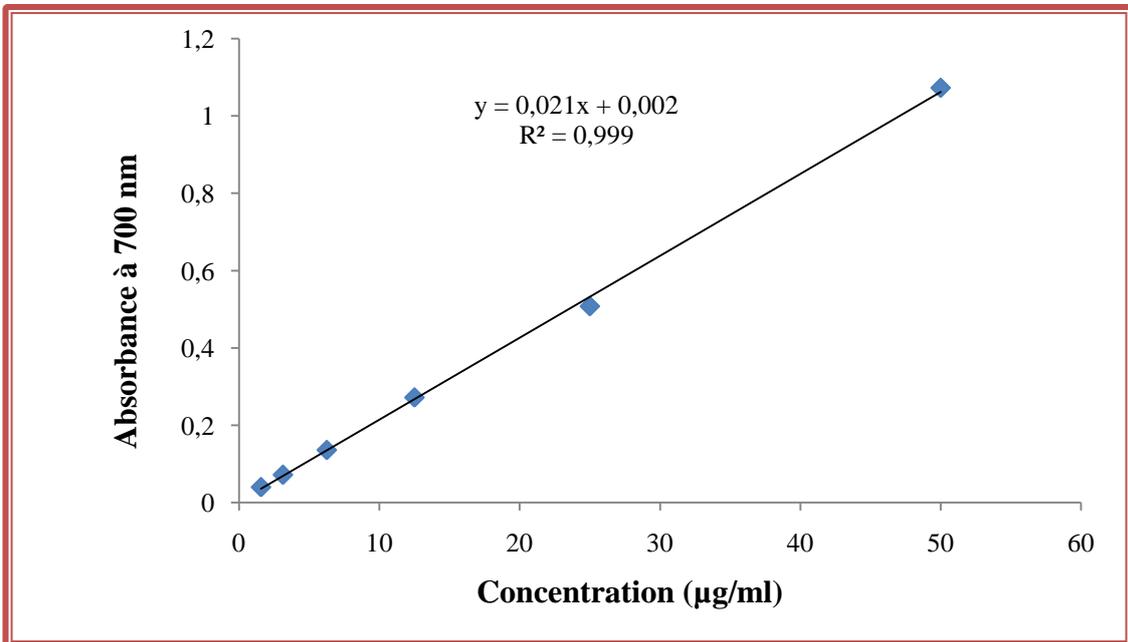
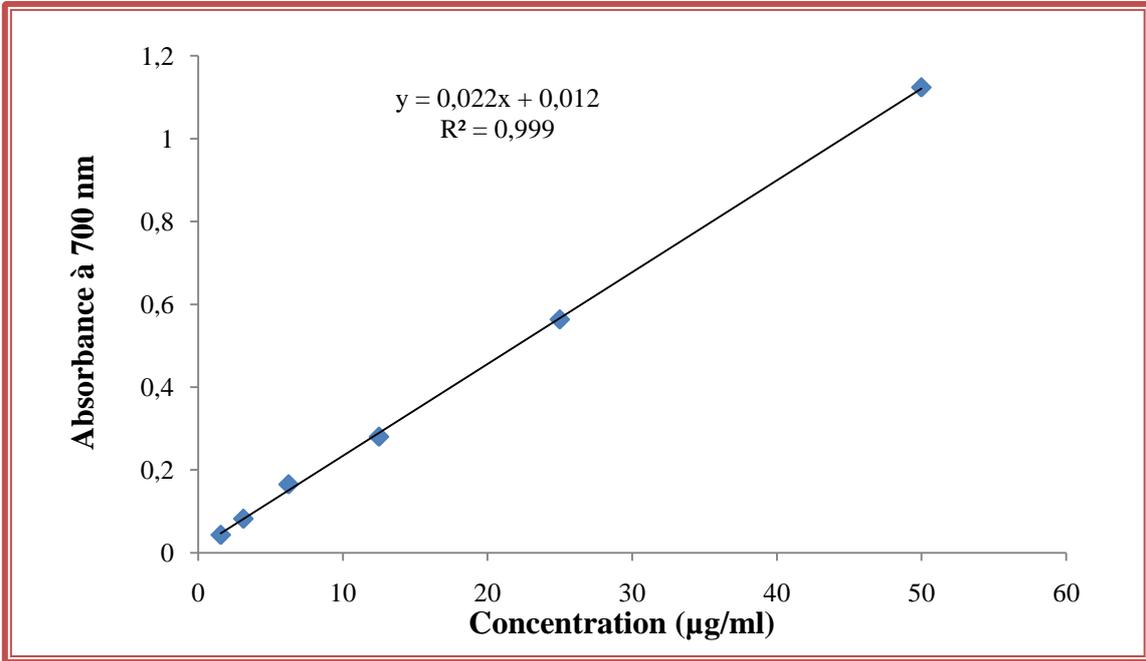


Figure02 : Pouvoir réducteur de l'acide gallique.

Annexe VI: suite 02.

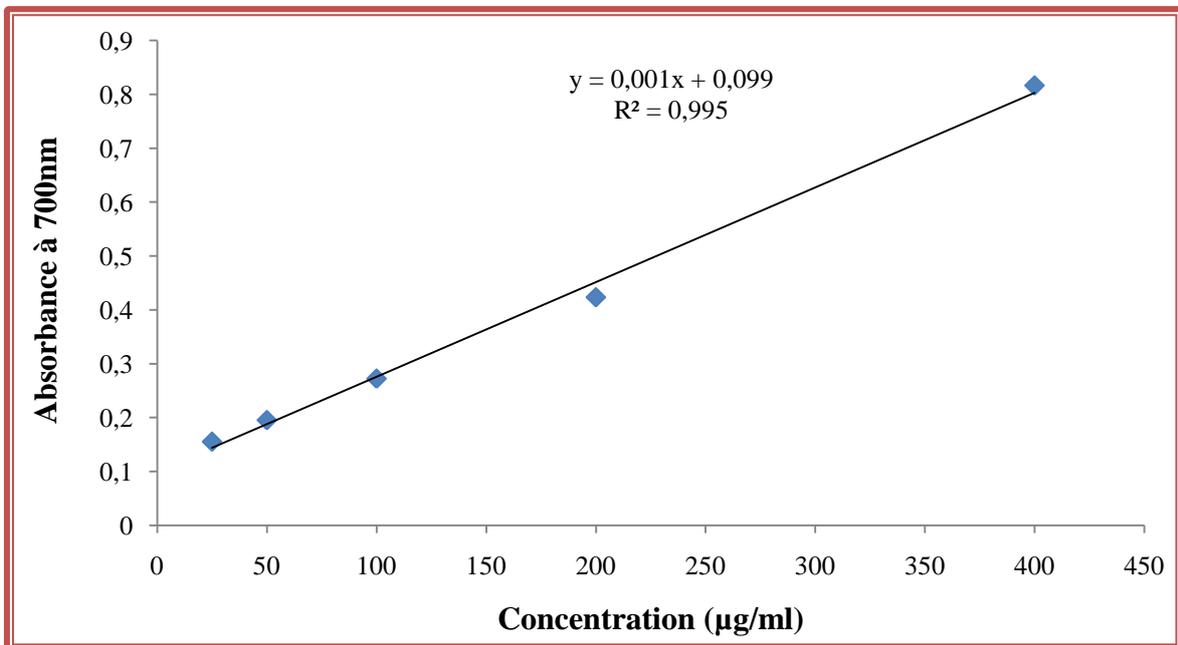
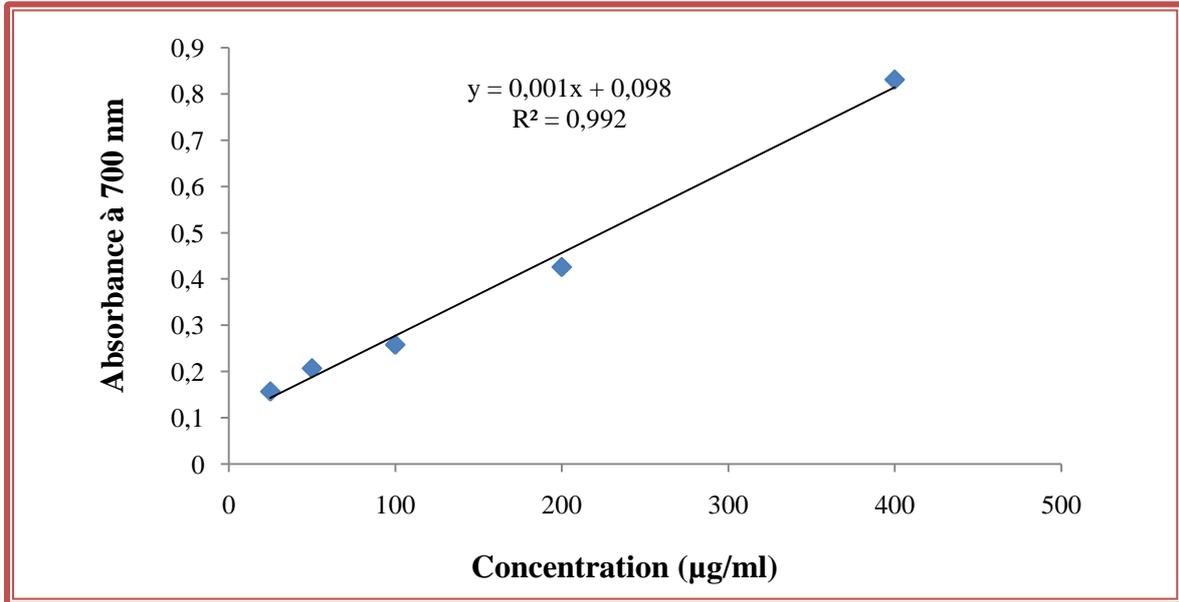


Figure N°03 : Pouvoir réducteur du miel H1

Annexe VI: suite 03.

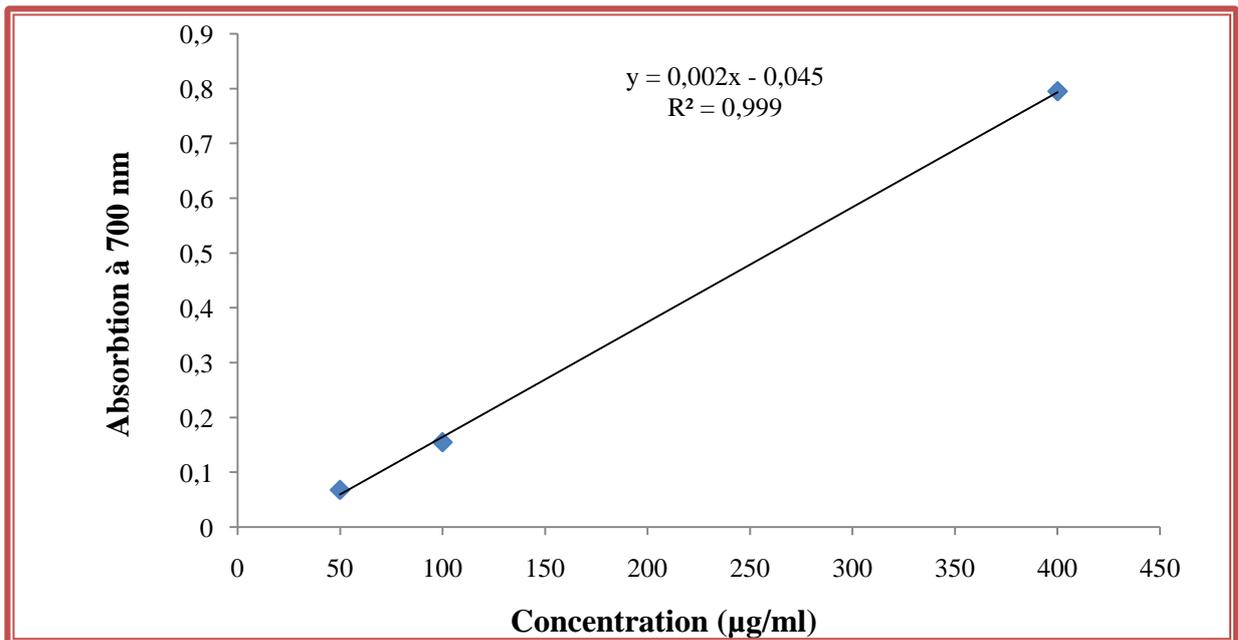
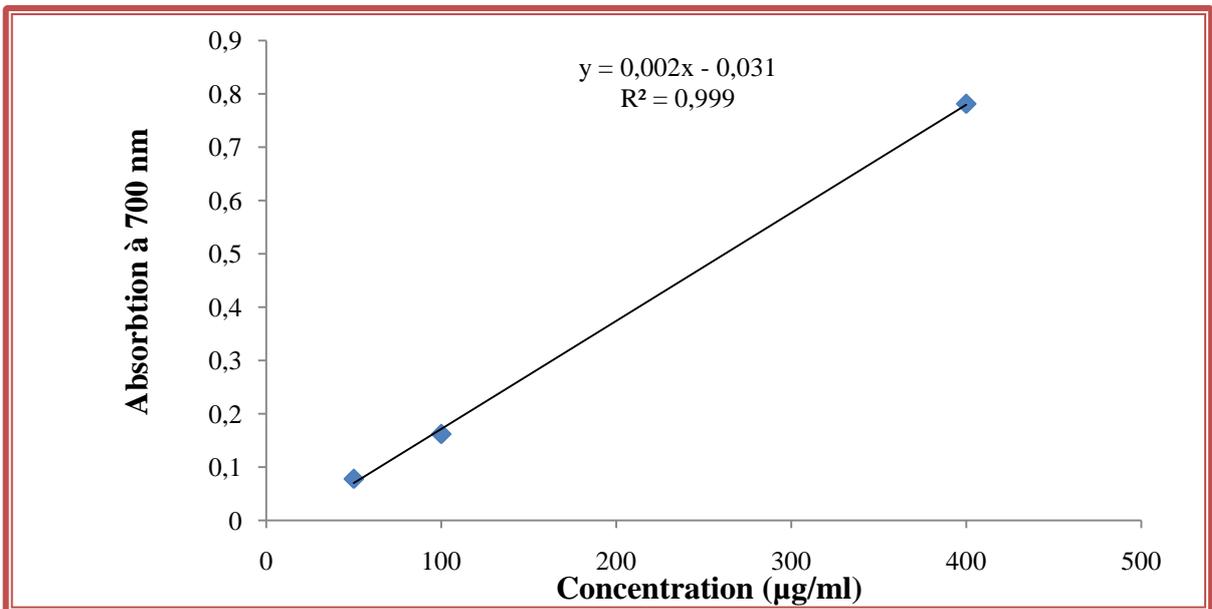


Figure N°04 : Pouvoir réducteur du miel H2

Annexe VI : suite 04

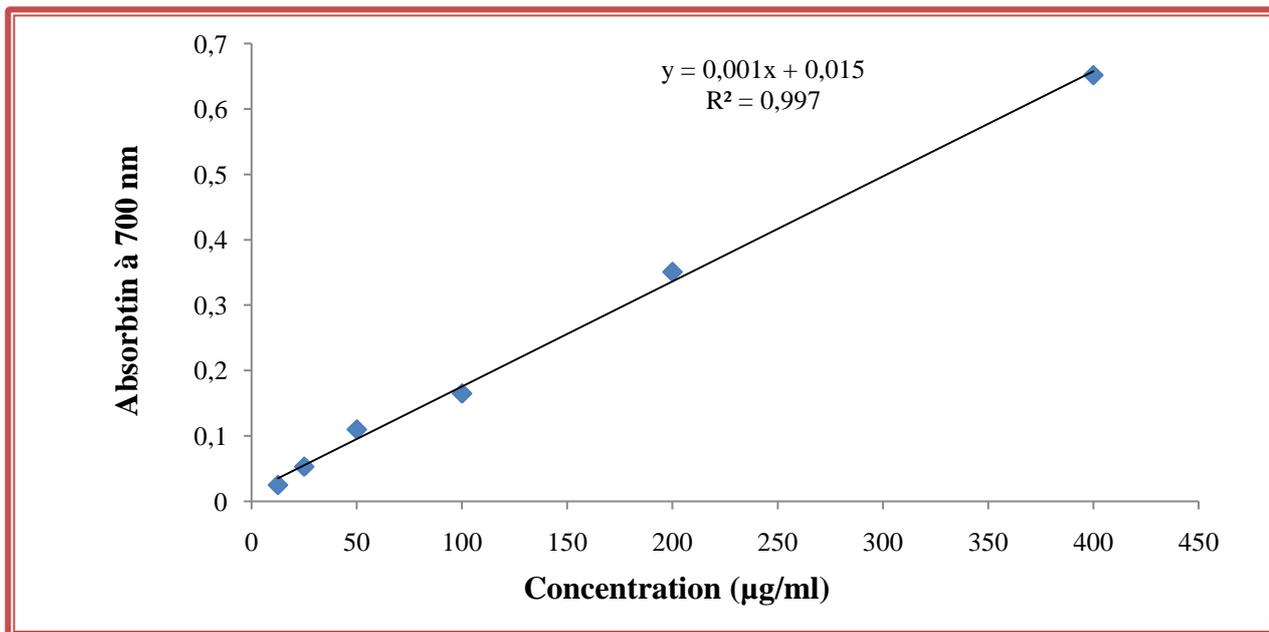
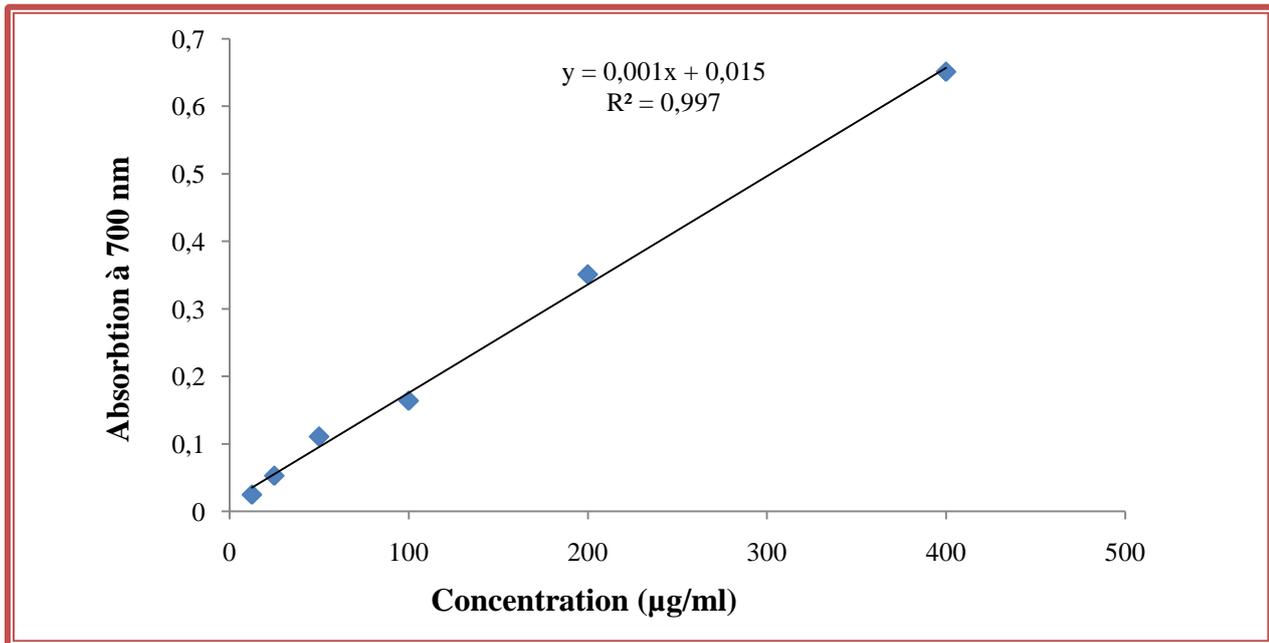


Figure N°05 : Pouvoir réducteur du miel H3

Annexe VI : suite 05

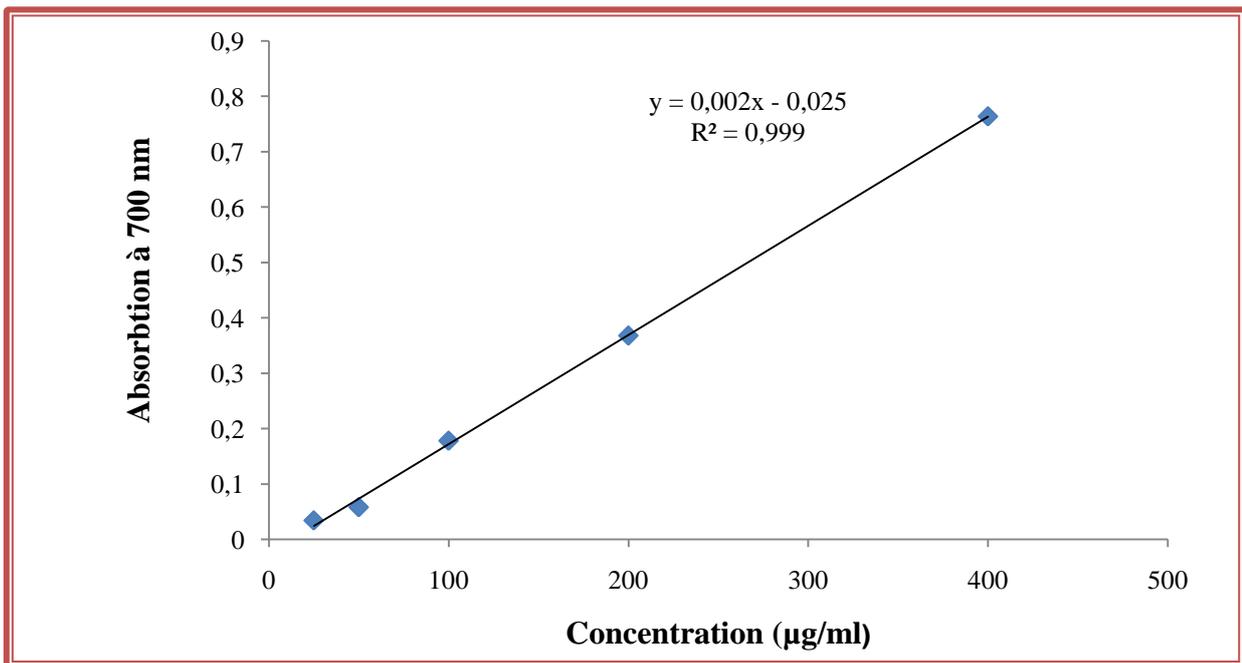
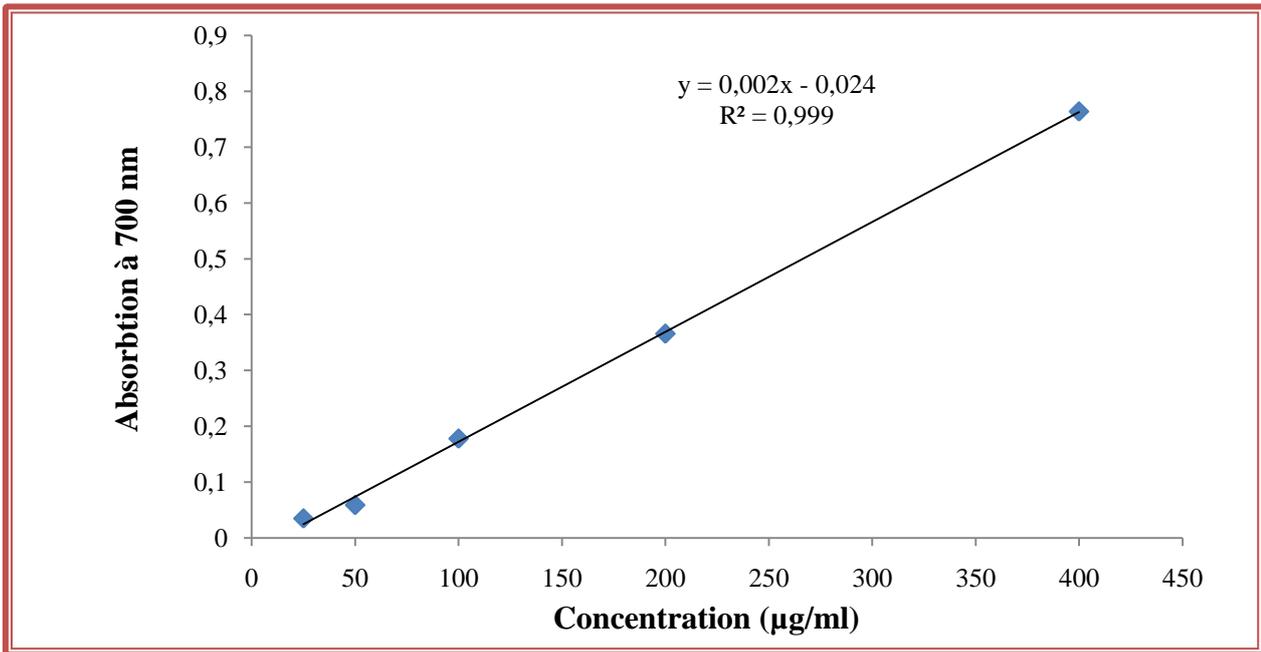


Figure N°06: Pouvoir réducteur du miel H4

Résumé

Le miel est une substance alimentaire naturelle, sucrée et collante produite par les abeilles. Depuis l'antiquité, le miel possède de nombreuses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques.

Le but de cette étude est d'évaluer la qualité de quatre échantillons de miels algériens de Pégane (*Peganum harmala*) par analyses physicochimiques (teneur en eau, conductivité électrique, cendres, HMF, pH, acidité, composés phénoliques et flavonoïdes) et l'étude de l'activité antibactérienne vis-à-vis de *staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* ainsi que antioxydante (FRAP).

Les valeurs des paramètres physicochimiques ont montré que les échantillons testés sont conformes aux normes internationales et étaient de bonne qualité. Seulement les miels H3 et H2 qui dépassent les normes pour l'humidité et l'HMF respectivement.

Les miels étudiés sont caractérisés par une activité antioxydante importante, évaluée par le pouvoir réducteur (Test de FRAP).

Les résultats de l'activité antibactérienne indiquent clairement que tous les échantillons des miels étudiés présentent un effet antibactérien contre toutes les souches bactériennes testées.

A la lumière de tous ces résultats, nous avons conclu que les miels analysés sont de bonne qualité et représentent une source naturelle des agents antibactériens et antioxydants qui peuvent être utilisés dans le traitement des maladies causées par le stress oxydatif et les bactéries pathogènes.

Mots clés: miels, *Peganum harmala*, Algérie, analyses physicochimiques, activité antibactérienne, activité antioxydante.

المخلص

العسل هو مادة غذائية طبيعية حلوة ولزجة ينتجها النحل. منذ العصور القديمة كان للعسل العديد من الخصائص الغذائية والعلاجية.

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم جودة أربع عينات من العسل الجزائري (*Peganum Harmala*) عن طريق التحليلات الفيزيائية والكيميائية (محتوى الماء، ناقلية الكهرباء، الرماد، HMF، الأسم الهيدروجيني، الحموضة، المركبات الفينولية والفلافونويدات) ودراسة نشاط مضاد للبكتيريا ضد المكورات العنقودية الذهبية، الزائفة الزنجارية والإشريكية القولونية وكذلك مضادات الأكسدة (FRAP).

أظهرت القيم الفيزيائية والكيميائية أن العينات المختبرة مطابقة للمعايير الدولية وذات جودة عالية. فقط العسل H3 و H2 هما اللذان يفوقان معايير الرطوبة و HMF على التوالي.

يتميز العسل المدروس بنشاط كبير كمضاد للأكسدة، تم تقييمه عن طريق قابلية الإرجاع (اختبار FRAP). نتائج النشاط المضاد للبكتيريا تشير بوضوح إلى أن جميع العينات من العسل المدروس لها تأثير مضاد للبكتيريا ضد جميع السلالات البكتيرية وقد تم اختبارها.

على ضوء كل هذه النتائج، استخلصنا أن العسل الذي تم تحليله ذو نوعية جيدة ويمثل مصدرًا طبيعيًا للعوامل المضادة للبكتيريا ومضادات الأكسدة والتي يمكن استخدامها في علاج الأمراض الناتجة عن الإجهاد التأكسدي والبكتيريا المسببة للأمراض.

الكلمات المفتاحية: عسل الحرمل، الجزائر، تحليلات فيزيائية كيميائية، نشاط مضاد للجراثيم ومضادات الأكسدة.