

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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: "Microbiologie Appliquée"



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

Thème

Etude physicochimique et évaluation des activités biologiques des miels de jujubier

Présenté et soutenu publiquement par :

- HALLOUZ Manel Fatima Zohra

- MAMOUN Nessrine Ouahiba

JURY:

- | | |
|--|------------------------------|
| - Président : 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: 2019 -2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالَ تَعَالَى: ﴿وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنْ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ

بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ ﴿٦٨﴾ ثُمَّ كُلِي مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ

فَأَسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلُلًا يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا شَرَابٌ مُّخْتَلِفٌ

أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٩﴾

النحل: ٦٨ - ٦٩



« 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 (68). –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 (69) »

(Sourate El Nahl : verset 68 – 69).

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu Dieu le Tout Puissant de nous avoir donné la foi et la sagesse et nous inclinons humblement devant sa bonté, lui qui nous a donné courage et santé pour achever ce travail.

Nous tenons à remercier particulièrement:

*Notre promotrice **M^{me} MAKHLOUFI C** pour son encadrement de qualité, pour l'assistance qu'elle nous a témoigné, pour ses orientations, pour les efforts qu'elle avait consentis avec beaucoup de sympathie et de patience, pour ses précieux conseils tout le long de réalisation de notre mémoire et de notre étude sans lesquels, ce travail n'aurait pas vu le jour, qu'elle trouve ici l'expression de notre vive gratitude.*

*Notre co-promotrice **M^{me} ABDELLAH F** pour sa patience, ses précieux conseils, son aide, sa disponibilité, son soutien, et de nous avoir fait part de son expérience et partager avec nous ses astuces indispensables.*

Tout notre respect et nos remerciements vont vers les membres du jury qui vont pleinement consacrer leur temps et leur attention afin d'évaluer notre travail, qui espérons le sera à la hauteur de leur attente :

***M^{me} BELARBI F** qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.*

***M^{me} AIT ABDERRAHIM L** pour avoir bien voulu accepter d'examiner ce travail.*

*Un grand merci à **Mr. HOUCINE** chef de spécialité de microbiologie appliquée pour son aide précieux.*

Enfin, nos remerciements les plus sincères sont adressés à tous les enseignants, l'administration et le personnel du département des Sciences de la Nature et de la Vie qui ont contribué à forger nos connaissances et à assister notre formation, et à toute personne qui a participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail. Un remerciement particulier et une reconnaissance la plus profonde vont à nos chers parents, nos frères et nos sœurs.

Nous remercions toute la promotion Microbiologie Appliquée 2019/2020.

Dédicaces

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

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes qui m'ont toujours soutenu et sacrifié leur temps pour que je réussisse dans ma vie et ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

A mes chers parents qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes études, je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère votre bénédiction m'accompagne toujours.

A mes très chers frères: oussama et ahmed.

A mes très chers grands-parents.

A ma tante: Aïcha et mes neveux Malouka, ali et oula.

A toute la famille MAMOUN et GHANI.

A ma chère amie et sœur: ferhi hanane.

A tous mes amies qui m'ont encouragé.

A ma chère binôme et amie : manel fatima zohra.

A toute la promotion de Microbiologie appliquée

2019/2020

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



Nessrine

Dédicaces

Avant tous je remercie mon dieu qui m'a donné la volonté de continuer mes études et faire ce modeste travail.
Je tiens sincèrement à dédier ce modeste travail à mes très chers parents qui m'ont toujours soutenu tout le long de ma vie, que dieu les protège et les garde en bonne santé.
A mes chères Frères MOHAMED et KHALED.
A toute ma grande famille sans exception, à tous ceux qui me sont chers, là où ils pourraient se trouver.
A tous mes amis sans exception et à toutes les personnes qui m'ont aidé de prêt comme de loin pour réaliser ce travail.
A ma chère collègue nessrine et sa famille.
Que dieu vous protège tous.
Et à tous mes enseignants, je leur exprime ma profonde gratitude.
A toute la promotion de microbiologie appliquée 2019/2020.

Manel



Liste des abréviations

D.O	Densité optique
Meq	Milli équivalent
CMI	Concentration Minimale Inhibitrice
Max	Maximum.
Ms	Milli siémens
Vol	Volume
UV-VIS	Ultra-violet visible
ATCC	American Type Culture Collection
μS	Micro siemens
EAG	Equivalent acide gallique
EQ	Equivalent Quercétine
Nm	Nanomètre
DPPH	2,2-diphényl -1- picrylhydrazyl
FRAP	Ferric Reducing-Antioxydant Power
TCA	acide trichloroacétique
CE50	Concentration effective à 50%
pH	Potentiel d'hydrogène
MGO	Méthylglyoxal

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
01	Echantillons de miel étudiés.	07
02	Protocole expérimental.	09
03	Teneur en eau de chaque variété du miel.	20
04	Répartition de la conductivité électrique des miels testés.	21
05	Teneur en cendres des miels étudiés.	22
06	Répartition des valeurs de pH des miels.	23
07	Répartition des valeurs d'acidité libre des miels.	25
08	Acidité combinée des miels étudiés.	26
09	Acidité totale des miels étudiés.	27
10	Teneur en HMF de chaque variété du miel.	28
11	Teneurs en polyphénols des échantillons des miels étudiés.	30
12	Teneur en flavonoïdes des miels étudiés.	31
13	Concentrations effectrices responsables du pouvoir réducteur des miels, Vitamine C et l'acide gallique.	33

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
01	Principales différences entre miel du nectar et de miellat.	03
02	Présentation des échantillons de miel étudiés.	07
03	Souches bactériennes utilisées.	
04	Matériel utilisé.	08
05	Résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de miels.	19
06	Valeurs de CMI des miels testés.	35

Liste des annexes

Annexe I	Table de CHATAWAY (1935).
Annexe II	Résultats des analyses physicochimiques.
Annexe III	Les valeurs de CE50 des miels analysés et des standards (Acide gallique et Vitamine C).
Annexe IV	Les valeurs de CMI des miels étudiés vis-à-vis des souches testées.
Annexe V	Composition du milieu de culture.
Annexe VI	Courbes d'étalonnage.
Annexe VII	Pouvoir réducteur.

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

Sommaire

Introduction

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Origine de miel	02
1.1. Nectar	02
1.2. Miellat	02
2. Principales différences entre miel de nectar et miel de miellat	02
3. Composition chimique de miel.....	03
4. Types de miels.....	04
5. Conservation du miel	04
6. Qualité du miel	04
7. Activités biologiques du miel.....	05
7.1. Propriétés antimicrobiennes	05
7.2. Propriétés antioxydantes.....	05

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Objectif du travail.....	07
2. Lieu et durée de travail.....	07
3. Matériel	07
3.1. Matière première.....	07
3.1.1. Miel.....	07
3.2. Matériel de laboratoire et réactifs	08
4. Méthodes	09
4.1. Protocole expérimental.....	09
4.2. Méthodes physico-chimiques	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, des lactones et de l'acidité totale....	11
4.2.4. Hydroxy-méthyl-furfural (HMF).....	12
4.2.5. Cendres	13

4.3. Evaluation de l'effet antioxydant des miels	14
4.3.1. Dosage des polyphénols	14
4.3.2. Dosage des flavonoïdes	15
4.3.3. Test de réduction de fer FRAP (Fer Reduction Antioxydant Power)	15
4.4. Evaluation de l'activité antimicrobienne des miels.....	16
4.4.1. Souches microbiennes	16
4.4.2. Préparation de l'inoculum standard des souches.....	16
4.4.3. Détermination de la CMI en milieu solide	17

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Analyses physicochimiques.....	19
1.1. Résultats	19
1.2. Discussion	19
1.2.1. Teneur en eau.....	19
1.2.2. Conductivité électrique	21
1.2.3. Teneur en Cendres.....	22
1.2.4. pH (Potentiel hydrogène)	23
1.2.5. Acidité libre	25
1.2.6. Acidité combinée.....	26
1.2.7. Acidité totale	27
1.2.8. Hydroxy-méthyl-furfural (HMF).....	28
2. Résultat des activités biologiques des miels étudiés	30
2.1. Effet antioxydant des miels.....	30
2.1.1. Teneur en polyphénols	30
2.1.2. Teneur en flavonoïdes	31
2.1.3. Activité antioxydante évaluée par le pouvoir réducteur (test de FRAP).....	33
2.2. Effet antimicrobienne des miels.....	35
2.2.1. Résultats.....	35
2.2.2. Discussion.....	35

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction

"Le miel est la substance naturelle sucrée, produite par l'abeille *Apis mellifera*, à partir du nectar des plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs, laissées sur les parties vivantes des plantes que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche" (**Codex Alimentaire, 2001**).

Le miel est un aliment de très haute valeur énergétique et présente des propriétés thérapeutiques variables sur tous les systèmes du corps humain (**Louveaux, 1985**). Il est composé principalement de 10 à 20% d'eau et 70 à 80% de sucres, le glucose (environ 30%) et le fructose (environ 38%), sont les monosaccharides majoritaires, le maltose (environ 7%), le saccharose (environ 2%) et d'autres sucres rares, tels que l'isomaltose, le kestose et l'erlose (**Ouchemoukh et al., 2007**) aussi de vitamines sous forme de traces, d'oligoéléments, de flavonoïdes et d'autres molécules encore mal connues qui donnent au miel des propriétés antibactériennes (**Clément, 2000**).

Le miel n'est pas seulement un aliment sucré mais également un produit médicinal car il possède plusieurs propriétés biologiques qui sont dues essentiellement à sa composition chimique notamment les polyphénols et les flavonoïdes (**Da Silva et al., 2016**).

Le miel est un produit qui se conserve très bien, mais il vieillit avec le temps, car les bactéries ne peuvent pas se multiplier dans un milieu sucré; néanmoins une teneur élevée en eau peut favoriser sa dégradation par une fermentation, ainsi les chocs thermiques entraînent par conséquence une dépréciation gustative. En effet les lois européennes ont imposé une date limite d'utilisation optimale du miel qui est fixée habituellement à deux 2 ans après la mise en pots.

Les pots en verre sont parmi les emballages adéquats pour le miel car ils valorisent le produit, ils garantissent une parfaite neutralité gustative du produit et on le trouve dans les rayons des miels dits de qualité (**Oudjet, 2012**).

La production du miel en Algérie est insuffisante malgré la flore mellifère très variée. Cependant l'utilisation diététique et thérapeutique du miel principalement celui de jujubier a entraîné une hausse de son prix.

Le miel algérien est également exposé aux tentatives de fraudes à cause de l'absence de structures officielles qui contrôlent les qualités des produits locaux.

C'est dans ce contexte que notre travail s'installe en se basant sur l'étude physico-chimique et activité biologique de quelques miels de jujubier algériens.

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

1. Origine du miel

Selon **Sanz et al. (2005)**, le miel vient des plantes par l'intermédiaire des abeilles à partir du nectar recueilli dans la fleur, ou du miellat recueilli sur les plantes. Il existe du "miel de sucres" élaboré par des abeilles nourries de sucres (**Schweitzer, 2004**).

1.1. Nectar

Le nectar est un liquide sucré, doux et parfumé, recueilli des glandes nectarifères (nectaires) des fleurs, souvent situées à la base des fleurs, mais parfois hors de la fleur, sur les sépales, les feuilles ou les tiges. Il est composé de trois sucres principaux, le saccharose, le glucose et le fructose, d'acides organiques, de protéines dont des enzymes, d'acides aminés, de substances aromatiques et de composés inorganiques (**Hoyet, 2005 et Chanaud, 2011**).

D'après **Schweitzer (2004)**, le nectar contient de 20 à 95% d'eau, 7 à 60% de sucres, des acides organiques, des acides aminés, des protéines, des enzymes, des vitamines et des substances aromatiques. Ces substances sont présentées en faible quantité qui ne dépasse pas 1%.

1.2. Miellat

Le miellat est un liquide sucré produit par des insectes parasites vivant sur les feuilles de nombreuses plantes (**Biri, 1999**). Les miellats contiennent beaucoup d'éléments indigestes pour l'abeille (**Schweitzer, 2004**).

Les miellats sont caractérisés par la présence de triholosides et de sucres supérieurs. Leur charge minérale est également importante (**Schweitzer, 2004**).

D'après **Bruneau (2011)**, Le miellat contient des sucres complexes, synthétisés dans le tube digestif des insectes suceurs tels que le mélézitose et l'erlose. Il contient aussi des dextrines, des gommes, des protéines, des acides aminés, des vitamines et des acides organiques; la charge minérale est également très importante.

2. Principales différences entre miel de nectar et miel de miellat

Le miel de miellat est de couleur plus sombre et possède un goût plus prononcé que le miel de nectar. Il possède également des sucres plus complexes comme le mélézitose ou l'erlose, qui sont formés dans le tube digestif des abeilles. Il est aussi plus riche en azote, en acides organiques et en minéraux (**Von Frisch, 2011**). (**Tab. 01**).

Tableau 01 : Principales différences entre miel du nectar et de miellat
(BRUNEAU,2002 cité par Abersi et al., 2016).

Composants		Miel de miellat	Miel de nectar
pH		4.5	3.9
Minéraux (cendre)		0.58%	0.26%
Fructose et Glucose		61.6%	74%
Autres sucres exprimés en % des sucres totaux	Mélezitose	8.6%	0.2%
	Raffinose	0.84%	0.03%
	Maltose + isomaltose	9.6%	7.8%

3. Composition chimique du miel

Le miel est un produit très complexe, issus de plusieurs étapes dont chacune d'entre elles a une influence sur sa composition chimique finale (**Bonté et Desmoulière, 2013**).

➤ Glucides

Les sucres sont les principaux constituants du miel, ils correspondent à 95-99 % de la matière sèche. En termes moyennes, ils sont composés principalement de fructose (38,2g %), de glucose (31,3g %), et de sucrose (0,7g %) (**Ronald, 2011**).

➤ Eau

L'eau est le deuxième constituant principal du miel (17,2%). Elle dépend non seulement des facteurs environnementaux, tels que le temps et l'humidité à l'intérieur de la ruche, mais également des traitements appliqués pendant la collection et le stockage du nectar et du miel (**Ronald, 2011**).

➤ Acides organiques

L'acide gluconique est l'acide organique le plus important dans le miel mais on peut trouver aussi l'acide acétique, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide malique, l'acide oxalique, l'acide butyrique, l'acide pyroglutamique et l'acide succinique (**Clemence, 2005**).

➤ Enzymes

Le miel contient de nombreuses enzymes: l'invertase, l' α -amylase, la β -amylase, l' α -glucosidase, glucose oxydase, la catalase et la phosphatase. Elles proviennent soit du nectar, soit des sécrétions salivaires des abeilles (**Clément, 2010**).

➤ **Lipides**

Le miel contient de très faibles quantités de lipides, principalement l'acide palmitique et oléique et très peu d'acide laurique, myristoléique, stéarique et linoléique (**Nair, 2014**).

➤ **Vitamines**

Le miel contient essentiellement des vitamines du groupe B: vitamines B1, B2, B3, B4 et B5. Parfois on y trouve aussi de la vitamine C, ainsi que les vitamines A, K et D.

➤ **Sels minéraux**

De nombreux sels minéraux et oligo-éléments sont présents dans le miel comme le potassium, le Calcium, le Sodium, le Magnésium, le Manganèse, le Fer, le Cuivre, le Bore, Phosphore, Soufre, Zinc, et Baryum, et le Silicium. Certains de ces oligo-éléments jouent un rôle important dans les réactions enzymatiques des cellules (**Clemence, 2005**).

4. Types de miels

La composition des miels varie d'une ruche à l'autre du fait de la grande variété de plantes pouvant être récoltées par les butineuses. Il existe une innombrable variété de miels de consistance, de composition et de goût différents.

On distingue globalement deux Types de miels :

- ✓ **Les miels monofloraux**, élaborés par les abeilles à partir du nectar ou du miellat d'une espèce végétale unique ou très largement majoritaire;
- ✓ **Les miels polyfloraux**, élaborés par les abeilles à partir de plusieurs nectars et miellats provenant de plusieurs espèces végétales différentes (**Chanaud, 2011**).

5. Conservation du miel

Selon **Vannier (1999)**, pour conserver le miel, il convient de le placer dans un endroit sec et frais à une température de 10 à 15°C, à l'abri de la lumière et fermé hermétiquement dans un récipient.

6. Qualité du miel

Un miel de qualité doit être un produit sain, extrait dans de bonnes conditions d'hygiène, conditionné correctement, et qui a gardé toutes ses propriétés d'origine. Il ne doit pas être adultéré et doit contenir le moins possible de polluants, antibiotiques, pesticides, métaux lourds etc... (**Schweitzer, 2004**).

7. Activités biologiques du miel

Le miel est non seulement un aliment, mais aussi peut être considéré comme remède à de nombreux maux grâce à ses propriétés biologiques.

7.1. Propriétés antimicrobiennes

Le miel peut inhiber la croissance d'un large spectre des micro-organismes, l'effet antibactérien du miel est attribué à l'osmolarité élevée, à l'acidité, aux acides aromatiques, au peroxyde d'hydrogène et aux composés phénoliques (**Sultanbawa et al., 2015**).

7.2. Propriétés antioxydantes

Le miel est très riche en antioxydants naturels tel que les caroténoïdes, les polyphénols, certaines vitamines et oligominéraux, et aussi un système antioxydant enzymatique (**Ouchemoukh et al., 2007**). Les antioxydants sont des substances exogènes ou endogènes capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme, qui sont produits suite à un stress oxydant (**Ouchemoukh., 2012**).

Chapitre II

Matériel et

méthodes



1. Objectif du travail

Notre étude a pour objectif de déterminer les caractéristiques physicochimiques et d'évaluer les activités biologiques (antibactérienne et antioxydante) de trois échantillons de miels de jujubier.

2. Lieu et durée du travail

L'étude expérimentale de ce travail a été menée pendant la période allant du 19 Décembre 2019 au 09 Mars 2020 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. Matériel

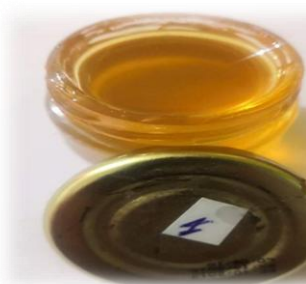
3.1 Matières biologiques

3.1.1 Miel

La présente étude a été réalisée sur trois échantillons de miels, collectés de différentes régions (**Tableau 02 et Fig.01**).

Tableau 02 : Présentation des échantillons de miel étudiés.

Echantillon de miel	Date de récolte	Région de récolte	Origine florale présumée
Echantillon 1 (E1)	2019	Laghouat	Jujubier
Echantillon 2 (E2)	2019	Djelfa	Jujubier
Echantillon 3 (E3)	2019	Djelfa	Jujubier



E1



E2



E3

Figure 01 : Echantillons de miel étudiés.



3.1.2 Souches bactériennes

Le tableau suivant représente les souches bactériennes utilisées dans notre étude pour l'évaluation de l'activité antibactérienne des miels étudiés :

Tableau 03 : Souches bactériennes utilisées.

Souches bactériennes à testées	
Bactérie Gram +	Bactérie Gram -
- <i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 33862)	- <i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922) - <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC 27853)

3.2. Matériel de laboratoire et réactifs

Le matériel de laboratoire et les produits chimiques utilisés sont résumés dans le tableau 04.

Tableau 04: Matériel utilisé

Appareillage	<ul style="list-style-type: none"> - Conductimètre (Hanna EC 214); - Réfractomètre du type Abbe à thermomètre incorporé; - pH-mètre (Ohaus); - Balance analytique (Ohaus); - Four à moufle (Heraeus); - Etuve (Mamert); - Bain marie thermostaté (Grant); - Agitateur magnétique (Heito); - Spectrophotomètre (UV-1202 Shimadzu); - Vortex (Labline); - Autoclave (Sanoclav).
Produits chimiques	<ul style="list-style-type: none"> - Isopropanol (60.1 g/mol); - Acide acétique cristallisable (60 g/mol); - Solution d'hydroxyde de sodium 0,05N (39.997 g/mol); - Solution d'acide sulfurique 0,05N (98.079 g/mol); - Solution d'acide barbiturique (128.09 g/mol); - Réactif à la paratoluidine (107.2 g/mol); - Folin-Ciocalteu (344.3203 g/mol); - Acide trichloroacétique (TCA) (163.38 g/mol); - Acide gallique (170.12 g/mol); - Quercétine (302.236 g/mol); - Acide ascorbique (176.12 g/mol); - Chlorure d'aluminium (AlCl₃) (133.34 g/mol); - Carbonate de sodium (Na₂CO₃) (105.9888 g/mol).
Milieu de culture	<ul style="list-style-type: none"> - Gélose Mueller Hinton.



4. Méthodes

4.1. Protocole expérimental

La procédure expérimentale suivie au cours de cette étude est résumée dans la figure suivante :

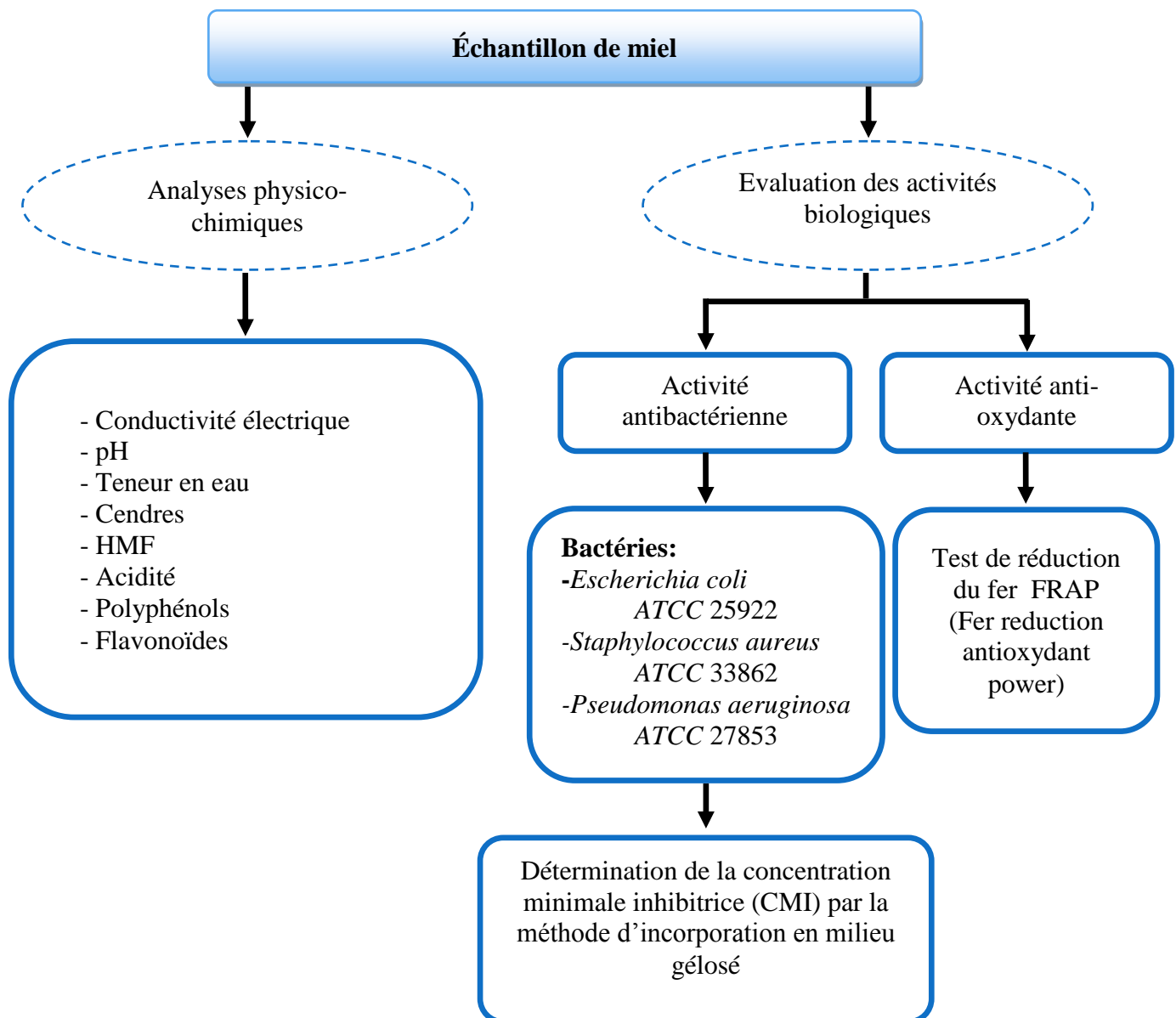


Figure 02: Protocole expérimental



4.2. Méthodes physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées 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 doit être parfaitement liquéfié dans un flacon à fermeture hermétique en étuve à 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 0,000 23 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:

$$M = \frac{5 \times 100}{MS}$$

MS (%): matière sèche du miel déterminée 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.

Verser 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.

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

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

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

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

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

N : La normalité d'hydroxyde de sodium;

M : Prise d'essai en gramme.

4.2.4. Hydroxyméthylfurfural (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.

Transvaser 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 journallement.



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

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

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

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

4.2.5. 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.

4.3. Evaluation de l'effet antioxydant des miels

4.3.1. Dosage des polyphénols

Principe

Le dosage des polyphénols a été réalisé par la méthode de **Folin-Ciocalteu** décrite par **Singleton et Rossi (1965)**, en milieu alcalin, les polyphénols réduisent l'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et l'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀) du réactif de Folin-Ciocalteu en oxyde de tungstène et de molybdène de couleur bleue dont l'intensité de cette couleur est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon (**Khadhri et al., 2013**).

Mode opératoire

Des solutions de différentes concentrations de miel à analyser ont été préparées (de 25mg/ml à 500 mg/ml). Un volume de 0,5 ml de chaque solution de miel a été mélangé avec 0,5 ml de réactif folin-Ciocalteu dilué (1/10) après 5 min un volume de 1,5 ml de la solution de carbonate de sodium (Na₂CO₃ à 10%) a été ajouté. Après 30 min d'incubation à l'obscurité, l'absorbance est lue à 760 nm. 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

Principe

Le taux des flavonoïdes des miels a été estimé par la méthode colorimétrique en utilisant une solution de chlorure d'aluminium (AlCl_3 2%). Le dosage est basé sur la formation d'un complexe coloré (jaune) entre les flavonoïdes et le chlorure d'aluminium qui absorbe à une longueur d'onde de 430 nm. L'intensité de la couleur jaune est proportionnelle à la concentration des flavonoïdes contenus dans les échantillons (**Benabdallah, 2017**).

Mode opératoire

Un volume de 1ml des solutions des miels à différentes concentrations (75mg/ml - 800mg/ml) ont été mélangées avec 1ml de la solution de trichlorure d'aluminium (AlCl_3 à 2 %) puis les mélanges ont été incubés à la température ambiante pendant 30 min. L'absorbance est lue 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 / 100 g).

4.3.3. Test de réduction de fer FRAP (Fer Reduction Antioxydant Power)

Principe

Le test de la réduction du fer (FRAP) est l'une des analyses les plus largement citées pour évaluer la capacité antioxydante des substances. Ce test est basé sur la réduction des ions ferricyanure $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ à des ions de ferrocyanure $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ dans un milieu neutre qui donne en présence des ions Fe^{+3} une coloration bleue dont l'intensité de cette dernière est mesurée à 700nm (**Ou et al., 2001**) et ce par le mécanisme réactionnel suivant :



Mode opératoire

Le pouvoir réducteur des miels est déterminé selon la méthode décrite par **Oyaizu (1986)**. Dans des tube à essai en verre contenant 2,5 ml des solutions des échantillons de à différentes concentrations (12.5mg/ml- 600mg/ml), on ajoute 2,5 ml de tampon phosphate (0,2M , pH 6,6) puis 2,5 ml de ferricyanure de potassium ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) à 1%. L'ensemble est incubé à 50°C pendant 20 minutes. Un volume de 2,5 ml d'acide trichloracétique (10%)



est ensuite ajouté pour stopper la réaction. Les tubes sont centrifugés à 3000 tours/mn pendant 10 minutes. Dans des aliquotes de 2,5 ml de surnageant est combiné avec 2,5 ml de l'eau distillée et 0,5 ml de FeCl_3 (chlorure ferrique) à 0,1%. La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel se fait à 700 nm 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 (Singleton et Rossi, 1965).

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 700 nm.

4.4. Evaluation de l'effet antibactérien des miels.

4.4.1. Souches bactériennes

Les souches bactériennes utilisées dans l'évaluation de l'effet antibactérien de nos variétés du miel sont les bactéries à Gram négatif : *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et *Escherichia coli* ATCC 25922 et une bactérie à Gram positif : *Staphylococcus aureus* ATCC 33862. Elles 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

Des suspensions bactériennes des souches à tester sont préparées à partir des cultures pures de 24 h sur milieu d'isolement, on raclant à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques. Décharger l'anse dans 5 à 10 ml d'eau physiologique stérile à 0,9%. Bien homogénéiser la suspension bactérienne 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'analyse antibactérienne 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 3% à 16%) 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 été ensemencées par écouvillonnage avec un inoculum standard de 0,5 McFarland de chaque souche à tester. Les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 24h (**Boukrâa, 2008**).

Lecture

La lecture des résultats se fait visuellement par l'observation 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.

La CMI est définie comme étant la plus faible concentration du produit (miel) pour la quelle aucune croissance n'est visible à l'œil nue. Les valeurs de CMI sont exprimées en pourcentage (vol/vol) (**Noel et Leyvral., 2001**).

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	Echantillons non conformes aux normes
Humidité (%)	15,02 ± 1,57	13,13-17	Pas plus de 20%	
Cendres (%)	0,359 ± 0,10	0,23-0,48	Miel de nectar: pas plus de 0,6% Miel de miellat: pas moins de 0,6%	
Conductivité électrique (mS/cm)	0,537 ± 0,02	0,51-0,56	Miel de nectar: pas plus de 0,8 mS/cm Miel de miellat: pas moins de 0,8 mS/cm	
pH	6,15 ± 0,80	5,03-6,87	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)	2,78 ± 0,59	2,05-3,5	Pas plus de 50 meq/kg	
Acidité combinée (meq/kg)	11,61 ± 1,98	9-13,8	Limite non fixée	
Acidité totale (meq/kg)	14,4 ± 1,68	12,5-16,6	Limite non fixée	
HMF (mg/kg)	1,56 ± 0,93	0,77-2,88	Pas plus de 60 mg/kg	

1.2. Discussion

1.2.1. Teneur en eau

La teneur en eau est un paramètre important qui permet d'évaluer le degré de maturité du miel, sa durée de vie, le risque de fermentation, le comportement de cristallisation et les conditions de stockages.

La teneur en eau des trois échantillons de miels varie de 13,13 à 17% avec une moyenne de 15,02% ± 1,57 (**Tableau 05 et fig.03**).

Ces résultats sont largement en dessous de la limite de 20%, fixée par les normes internationales (**Commission du Codex alimentaire, 2001**).

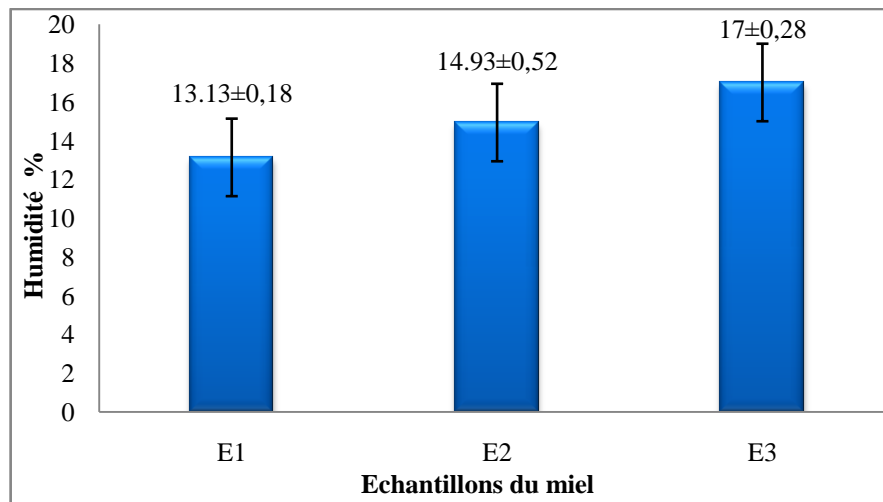


Figure 03 : Teneur en eau de chaque variété des miels.

Le miel de Laghouat (E1), marque la valeur la plus basse (13,13%) qui peut être liée au climat aride de cette région et dont l'extraction probablement faite durant les périodes très chaudes d'où la déperdition d'eau. Tandis que le miel de Djelfa (E3), la valeur la plus élevée (17%).

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

Amrouche et Kessi (2003) ont obtenu des valeurs ayant une moyenne de 17,68% sur une étude de la qualité physicochimique de quelques miels algériens.

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.

Le travail de **Khalil et al. (2012)** sur les propriétés physicochimiques des miels algériens indique que le taux d'humidité des échantillons étudiés varie entre 11,59 et 14,13%.

Les travaux de **korichi et latamene (2017)** sur les analyses physico-chimiques et polliniques et effet antibactérien de quelques miels de Bejaïa indiquent que le taux d'humidité oscille entre 13,30 à 19% avec une moyenne de 16,55%.



L'étude de **Chefour (2008)**, sur la caractérisation physico-chimique et melissoplynologique de 62 miels de l'Est d'Algérie, montre que la teneur en humidité varie entre 13.6 et 22%.

Selon **Gonnet (1982)**, en dessous de 15% d'eau, la fermentation n'intervient jamais.

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.

La teneur en eau des miels dépend également de l'origine florale et de la force des colonies d'abeilles (**Louveaux, 1985**).

1.2.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique exprime l'aptitude d'un corps à conduire un courant électrique (**Amellal, 2008** cité par **Yahia Mahammed et al., 2015**)

La conductivité électrique des miels est étroitement liée à la concentration des acides organiques, des protéines et des sels minéraux.

Le tableau 05 et la figure 04 montrent des valeurs de conductivité électrique allant de 0,51 à 0,56 mS/cm avec une moyenne de 0,53 mS/cm \pm 0,02. Ces résultats sont inclus dans les normes internationales conçues pour les miels de nectar.

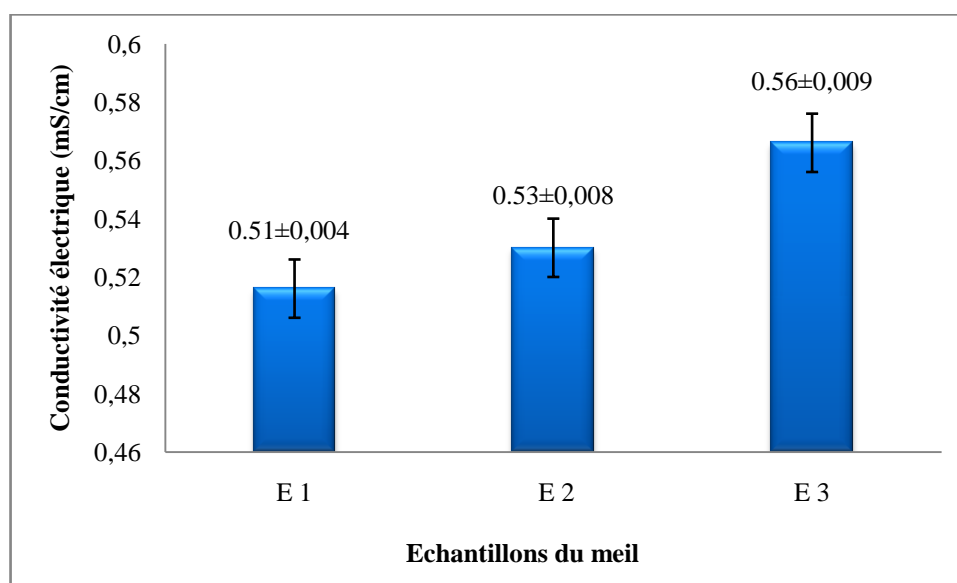


Figure 04 : Répartition de la conductivité électrique des miels testés.

Les études d'**Ouchemoukh et al. (2007)** sur les miels de Bejaïa ont montré que les valeurs de la conductivité électrique varient de 0,70 à 1,61 mS/cm, valeurs élevées à celles de **korichi** et **latamene (2017)** sur quelques miels algériens qui sont comprises entre 0,28 et 0,77 mS/cm avec une moyenne de 0,55 mS/cm. Cependant **Chefrour (2008)** a trouvé une grande variation de la conductivité électrique dans les miels de l'Est examinés, allant de 0,21 à 2,72 mS/cm.

Les travaux de **Naman et al. (2005)** sur les miels marocains indiquent que les valeurs de la conductivité électrique varient entre 0,215 et 0,761 mS/cm avec une moyenne de 0,518 mS/cm.

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

Ce paramètre est en rapport avec la couleur du miel. Selon **Belay et al. (2013)**, les miels foncés conduisent mieux le courant électrique que les miels clairs.

D'après les recommandations du **Codex alimentaire (2001)**, Les miels du nectar doivent avoir des valeurs de conductivité inférieures à 0,8 mS/cm. Tandis que les miels de miellats doivent avoir des valeurs supérieures à 0,8 mS/cm.

1.2.3. Teneur en cendres

La teneur en cendres est considérée comme critère de qualité qui indique l'origine botanique du miel (nectar, miellat ou mélange des deux) (**white, 1978**).

Les teneurs en cendres des échantillons analysés varient de 0,23 à 0,48% avec une moyenne de $0,35\% \pm 0,10$ (**Tableau 05 et fig.05**).

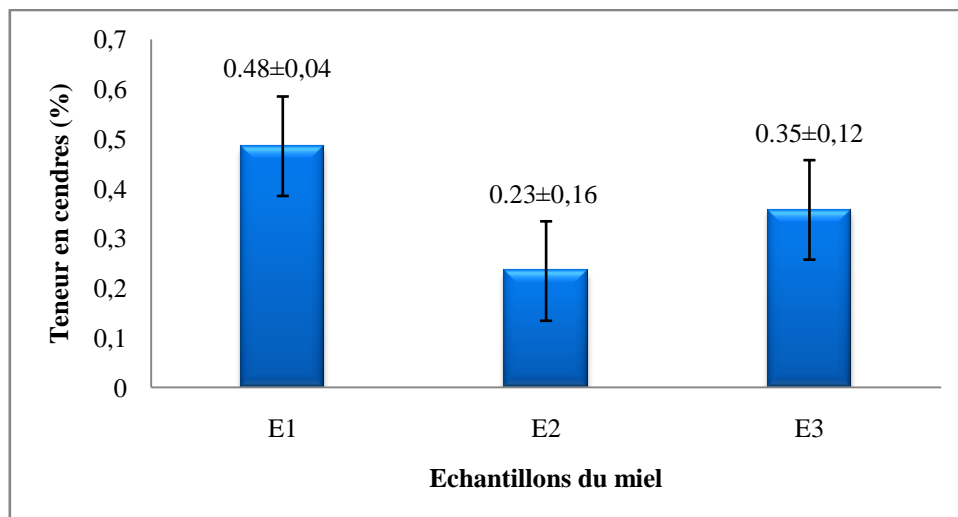


Figure 05: Teneur en cendres des miels étudiés.



En comparaison avec les résultats d'**Ouchemoukh et al. (2007)** qui varient de 0,06 à 0,54% et de **Belaid, (1999)** qui sont comprises entre 0,02 et 0,65%, nos résultats sont assez bas, Par contre les résultats de **Chefrou (2008)** sur les miels de l'est indiquent des teneurs en cendres plus élevées allant de 0,11 à 1,56%.

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)**, généralement les miels clairs sont nettement moins riches en cendres que les miels foncés.

Les miels qui ont une teneur en cendres inférieure à 0,6% sont des miels de nectar et ceux qui ont une valeur inférieure à 1% sont des miels de miellat (**Codex Alimentaire, 2001**). Donc nos miels ont une origine de nectar.

1.2.4. pH (Potentiel hydrogène)

Le pH d'un miel est fonction de la quantité d'acides ionisables qu'il renferme (ion H^+) ainsi qu'à sa composition en minéraux (ion OH^-). Plus le taux des matières minérales est élevé, plus le pH du miel se rapproche de la neutralité (**Gonnet, 1982**).

Comme le montre le tableau 05 et la figure 06, le pH des miels étudiés varie de 5,03 à 6,87 avec une moyenne de $6,15 \pm 0,80$. Toutes les valeurs des miels examinés sont proches de la neutralité et possèdent des valeurs faibles en eau (13,13 à 17%) et en H.M.F (0,77 et 2,88 mg/kg), par conséquent, il s'agit des miels frais qui n'ont pas été soumis à une forte chaleur, sans risque de fermentation et qui se conservent bien.

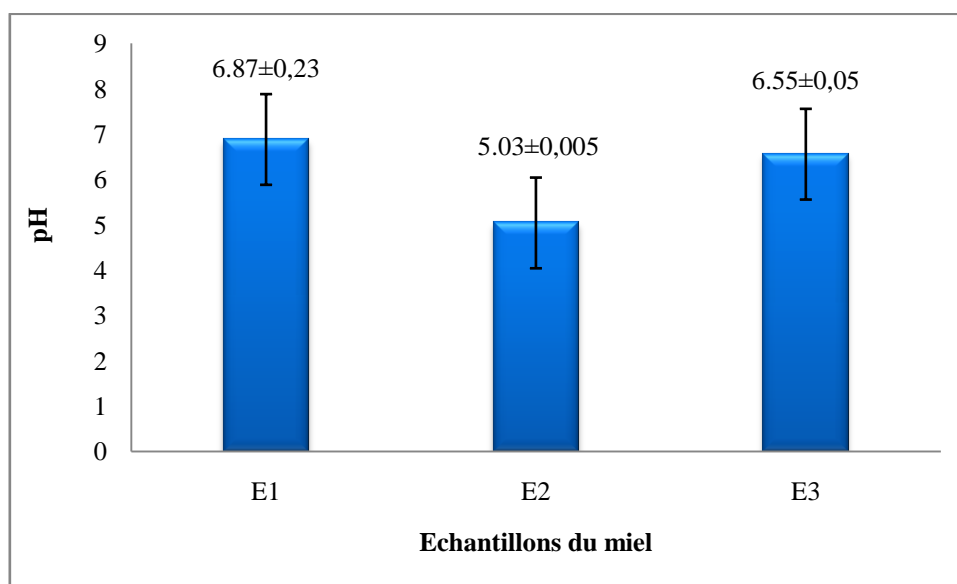


Figure 06: Répartition des valeurs de pH des miels.



Les travaux sur la composition physicochimique des miels algériens de **Achour et khali (2014)** montrent que toutes les valeurs de pH trouvées sont acides (3,66 à 4,04) à l'exception de celui du miel de jujubier qui tend vers la neutralité (6,33).

Selon les valeurs de conductivité électrique et des cendres, nos échantillons sont des miels de nectar. Toutefois **Schweitzer (2003)**, signale bien qu'un miel analysé issu de nectar, miel de bourdaine a un pH élevé, proche de la neutralité (6).

Makhloufi et al. (2007) ; **Laredj et Rezzoug (2017)** ; **Adjlane et al. (2014)** ; **Nair (2014)** ont trouvés 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.

Les résultats des études sur les miels multif floraux de la région nord-est de l'Algérie de **Amri et Ali, (2013)** indiquent que le pH varient de 3,33 à 4,6. Ils sont proches de ceux de **Doukani et al. (2014)** qui varient entre 3,70 et 4,05 avec une moyenne de 3,9 et de ceux de **Makhloufi et al. (2010)** (3,93 à 4,4).

Rebiai et al. (2015) a obtenu des valeurs de pH qui varient entre 4,29 à 4,66 avec une moyenne de 4,54 dans les miels du sud de l'Algérie.

Le travail d'**Abersi et al. (2016)** sur une étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques de certains miels locaux et importés indique que le pH mesuré est compris entre 3,72 à 4,27.

Malika et al. (2005), trouve que les valeurs de pH des miels marocains sont de 3,2 à 4.5 et pour les miels égyptiens les résultats oscillent entre 4.1 et 5.2 (**Badawy et al., 2004**).

Belhaj et al. (2015) ont trouvé des valeurs de pH allant de 3,39 à 4,19 dans les miels marocains.

Selon **White et Jeanne (2005)**, le pH du miel varie dans un intervalle de 3,5 à 5,5. Les miels issus du nectar ont un pH compris entre 3,5 et 4,5 par contre ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5.5 (**Gonnet, 1986**).

D'après **Balas (2015)**, le pH du miel est acide, il varie entre 3,2 et 4,5. Cette acidité est principalement due à sa teneur en acide gluconique. Le pH du miel semble être suffisamment bas pour ralentir ou éviter la croissance de nombreuses espèces de bactéries pathogènes.



D'après **Bogdanov et Blumer (2001)**, les bactéries ne peuvent pas se multiplier dans un milieu acide avec un pH compris entre 3 et 4, sans compter l'osmolarité du miel, le pH bas est alors responsable de l'activité antibactérienne.

1.2.5. Acidité libre

D'après **Bogdanov (1999)**, L'acidité est un critère de qualité important; elle donne des indications importantes sur l'état d'un miel. L'acidité du miel s'accroît avec le vieillissement du miel (**Schweitzer, 2004**).

Les résultats des analyses de l'acidité libre de nos échantillons varient entre 2,05 à 3,5 meq/kg avec une moyenne de 2,78 meq/kg \pm 0,59 (**Tableau 05 et fig.07**). Les valeurs déterminées ne dépassent pas la limite d'acidité libre de 50 meq/kg préconisée par le **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.

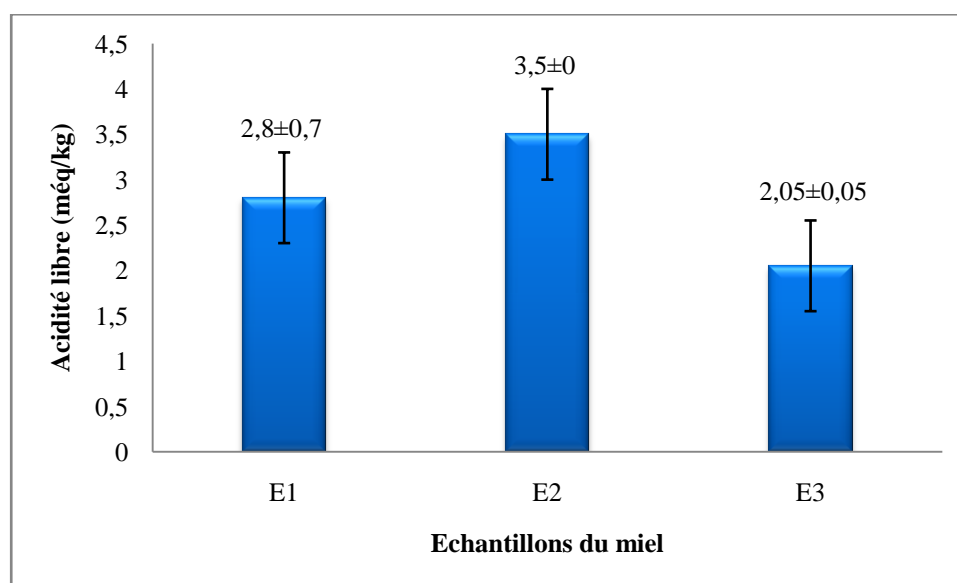


Figure 07 : Répartition des valeurs d'acidité libre des miels.

Les travaux de **Rebiai et al. (2015)** sur les miels de sud d'Algérie indiquent que les valeurs de l'acidité libre varient entre 0,26 et 63,2 meq/kg et les résultats de 17 échantillons de miels du nord algérien étudiés par **Amri et Ali (2013)** oscillent entre 25,76 et 44,88 meq/kg.



Makhloufi et al. (2007) ; Kirs et al. (2011) ; Monggudal et al. (2018) ; Nascimento et al. (2018) ont trouvé des valeurs qui se situent entre 3 et 22.5 meq/kg, 14 et 23 méq/kg, 4 et 26 méq/kg et 10 et 46 méq/kg respectivement dans les miels algériens étudiés. Par contre **Nair (2014)** a obtenu des valeurs plus élevées (10 à 55 meq/kg).

La présence de ces acides contribue à la saveur et à la stabilité du miel contre la détérioration microbienne.

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 qui contribuent à accentuer ces différences.

Effet selon **Perez-Arquillue et al. (1995)**, la variation de l'acidité dans les différents miels peut être attribuée à l'origine florale ou à la saison de récolte.

1.2.6. Acidité combinée

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

Les valeurs marquées pour l'acidité combinée varient de 9 à 13,8 méq/kg avec une moyenne de 11,61 méq/kg \pm 1,98 (**Tableau 05 et fig.08**).

La valeur la plus faible (9 méq/kg) a été enregistrée par E2 et des valeurs similaires ont été notées dans les échantillons E1 et E3, 13,80 et 12,05 méq/kg respectivement

La teneur faible en humidité de ces échantillons a inhibé la transformation du glucose en acide gluconique.

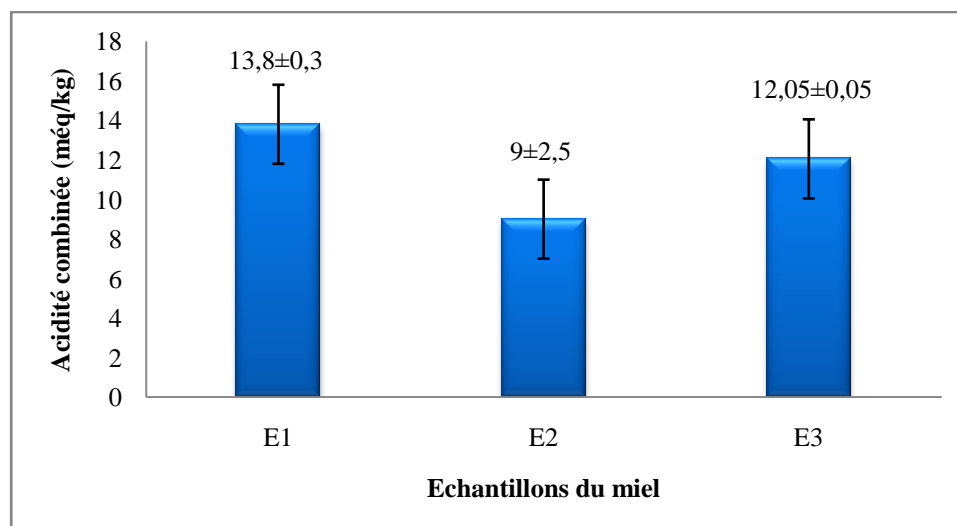


Figure 08 : Acidité combinée des miels étudiés.



En comparant nos résultats avec d'autres auteurs:

Alqarni et al. (2012) ; Ouchemoukh (2012) ; Mahmoud et al. (2016) ; Makhloufi (2011), ont trouvé des valeurs d'acidité combinée qui varient de 2,5 à 11 méq/kg, 9,23 à 30,37 méq/kg, 3,2 à 12,1 méq/kg, et de 2 à 44,5 méq/kg respectivement.

Amri et al. (2007) ont trouvé des valeurs d'acidité combinée de 7,063 à 11,033 meq /kg dans les miels de l'est algérien.

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.

1.2.7. Acidité totale

Les résultats de l'acidité totale varient entre 12,5 et 16,6 meq/kg avec une moyenne de 14,4 meq/kg \pm 1,68 (**Tableau 05 et fig.09**).

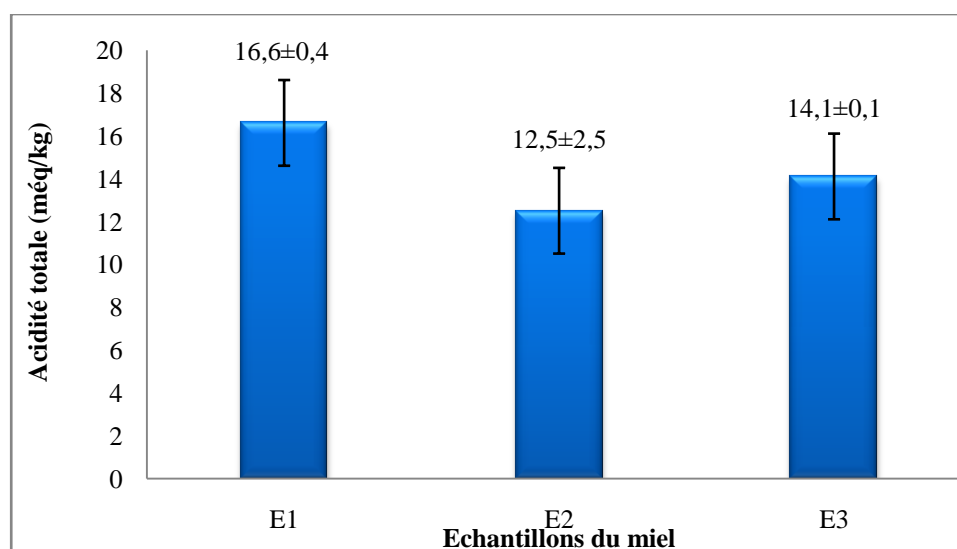


Figure 09: Acidité totale des miels étudiés

Nos résultats sont différents de ceux obtenus par **Mahmoud et al. (2016)** qui varient de 20,8 à 135,1 méq/kg et de ceux trouvés par **El-Haskoury et al. (2018)** qui sont compris entre 16,5 et 59 méq/kg pour les miels marocains de *Ceratonia siliqua*.

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



1.2.8. HMF (Hydroxyméthylfurfural)

La mesure de la teneur en H.M.F 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.

L'analyse spectrométrique des miels étudiés révèle des teneurs en HMF qui sont situées entre 0,77 et 2,88 mg/kg avec une moyenne de $1,56 \pm 0,93$ mg/kg (**Tableau 05 et fig.10**).

Tous les échantillons sont conformes aux normes internationales. Les valeurs enregistrés sont très faibles et presque nulle pour l'échantillon E3 (0,77 mg/kg). Ce qui montrent que nos miels sont frais, sont récoltés récemment et qui n'ont subis aucun traitement thermique pendant leur extractions ou durant leur conditionnement.

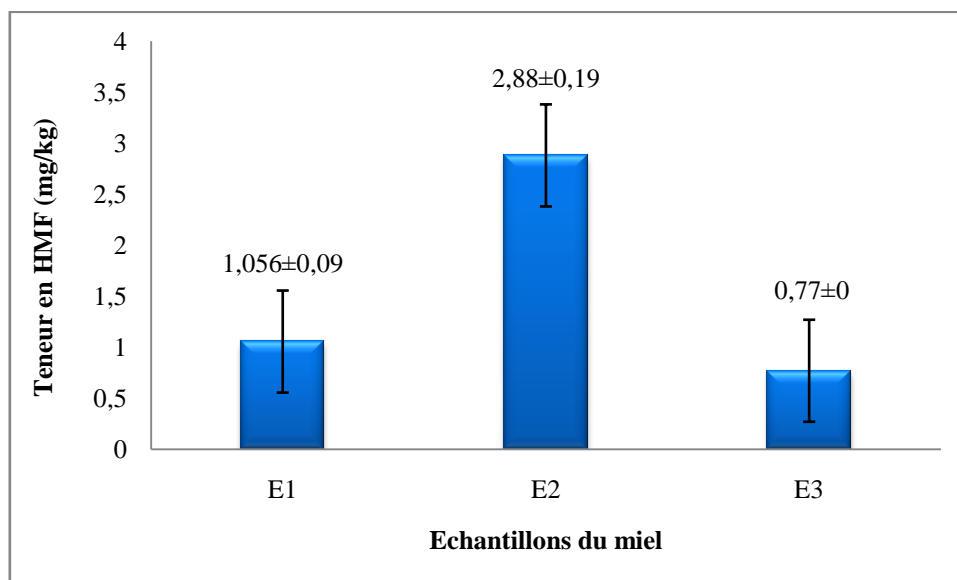
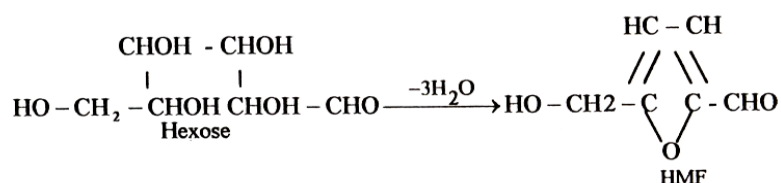


Figure 10 : Teneur en HMF de chaque variété de miel.

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



Il faut toujours éviter que la température du miel dépasse 40°C et de limiter sa durée de conservation (**Schweitzer, 1999**).



D'après **Schweitzer (2004)**, l'HMF est une excellente méthode pour apprécier la qualité du miel. Sa teneur est donc un très bon indice de dégradation.

Les travaux de **Draiaia et al. (2015)** sur 38 miels algériens ont montré que les valeurs d'HMF varient de 0,14 à 571,9 mg /kg,

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

Cruz et al. (2014) ; **Kumar et al. (2018)** ; **Abersi et al. (2016)** ont trouvé des valeurs d'HMF qui varient de 3,2 à 17,8 mg/kg, de 3,65 à 23,16 mg/kg et de 0,249 à 6,686mg/Kg respectivement.

Les valeurs d'HMF obtenues par **Sarmiento et al. (2013)** sur 9 échantillons de miel de Jandaira oscillent entre 10,80 et 15,71 mg/kg.

Chakir et al. (2016) ont trouvé des teneurs en HMF entre 1,87 et 30,43mg/kg dans 73 variétés de miel marocains.

Tornuk et al. (2013) a trouvé des valeurs comprises entre 0,03 et 4,12 mg/kg pour les miels Turques.

Selon **Bogdanov et al. (2004)**, le type de sucre et sa concentration, la durée de conservation, la température et l'acidité influent sur la teneur en HMF.

Perdrix (2003) rapporte que la production d'HMF est lente à température ambiante. Par contre, le chauffage du miel l'accélère énormément.

Adam et al. (1974) cités par **Belaid (1999)**, rapportent que le taux d'HMF dénote parfois l'adjonction des sucres intervertis. De même **Schweitzer (2003)** rapporte que l'HMF augmente lors de certaines adultérations.

Cependant, il ya très peu de travaux sur le miel de jujubier particulièrement en Algérie et les données restent encore pauvres.

2. Résultat 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 11.

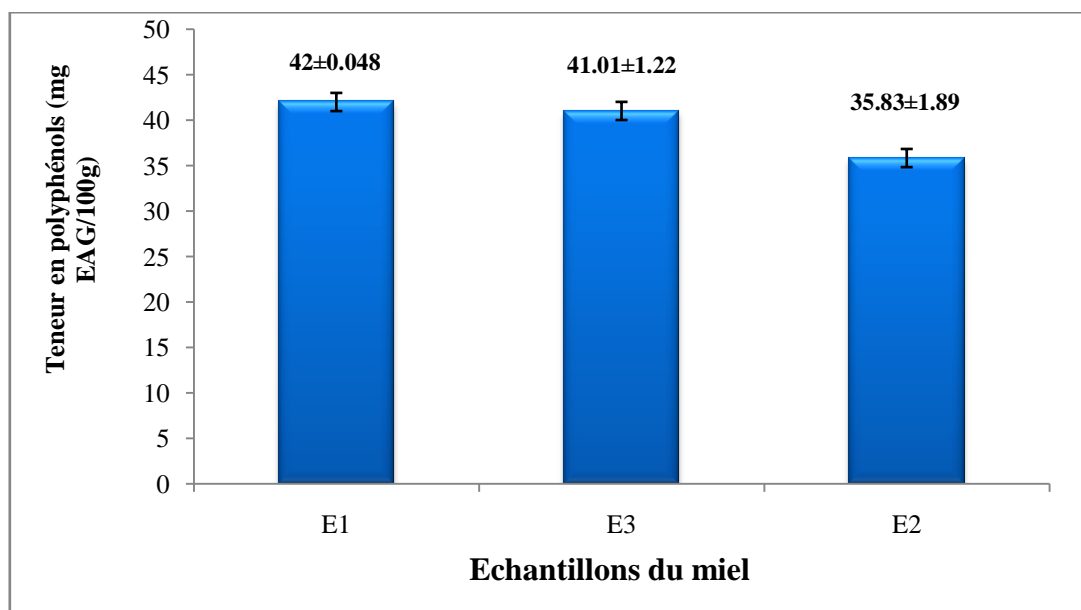


Figure 11 : Teneurs en polyphénols des échantillons des miels étudiés
(Moyenne ± Ecart type).

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en polyphénols pour les trois variétés des miels étudiés oscillent entre 35.83 et 42 mg d'EAG/100g. Le taux le plus faible (35,83 ± 1,89mg EAG/100g) a été enregistré dans l'échantillon (E2) de la région de Djelfa et la valeur la plus élevée (42±0,04 mg EAG/100g) a été obtenue dans l'échantillon (E1) de la région de Laghouat.

Ces résultats sont proches de ceux obtenus par **Mezhoud (2013) et Kantaoui et al. (2016)** qui ont enregistré des teneurs en polyphénols comprise entre 34 à 54 mg EAG/100g et 17,11 à 48,23 mg EAG /100g respectivement.

Haderbache et al. (2013) ont trouvés des valeurs en polyphénols allant de 33.3 à 76.2 mg EAG/100g pour le miel de jujubier de la région de Laghouat et Djelfa.

Nos résultats sont inférieurs aux ceux obtenus par les autres recherches.



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

Tamehmachte (2019) a trouvé des valeurs en polyphenols comprises entre 73,977 et 147,797 (mg EAG/100g) dans cinq échantillons de miels de jujubier.

Siad (2015) a rapporté des teneurs en polyphénols qui varient entre 64,91 et 93,59 mg EAG /100 g.

La concentration et le type de substances phénoliques dans le miel dépendent de l'origine géographique, l'origine florale, la saison et les facteurs environnementaux. (**Rodriguez Flores et al. 2015**).

Les miels les plus foncés contiennent des teneurs élevées en composés phénoliques et possèdent une meilleure activité antioxydante par rapport aux miels plus clairs (**Doukani et al., 2014**).

2.1.2. Teneur en flavonoïdes

Les résultats de la teneur en flavonoïdes des miels étudiés, exprimés en mg d'équivalent de quercétine (EQ/100g) sont représentés dans la figure 12.

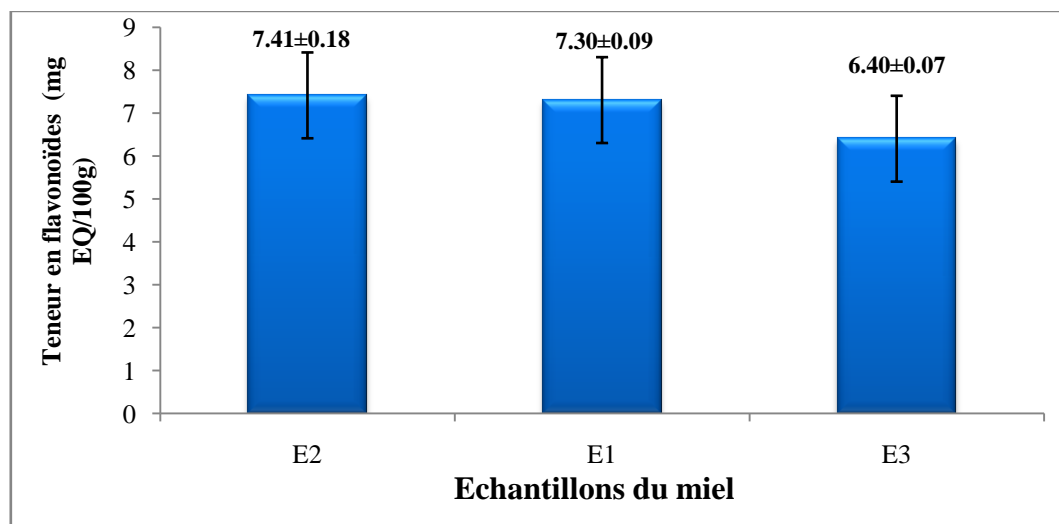


Figure 12 : Teneur en flavonoïdes des miels étudiés

Les teneurs en flavonoïdes des miels étudiés sont comprises entre 6.40 mg EQ/100g et 7.41 mg EQ/100g. La teneur la plus faible (6.40±0.07 mg EQ/100g) a été enregistré dans l'échantillon (E3) de la région de Djelfa et la valeur la plus élevée (7.41±0.18 mg EAG/100g) a été obtenue dans l'échantillon (E2) de la région de Djelfa.



Nos résultats sont proches aux ceux obtenus par les autres recherches scientifiques:

Imtara et al. (2018) ont obtenu des teneurs en flavonoïdes de l'ordre de 8.23 ± 0.59 mg EQ/100g pour le miel de jujubier palestiniens.

Bueno-Costa et al. (2016) ont trouvé des teneurs en flavonoïdes qui varient entre 2.98 et 10.46 mg EQ/100g.

Luiza D'oliveira et al. (2014) rapportent des teneurs en flavonoïdes qui oscillent entre 1,99 à 11,86 (mg EQ/100g) pour des miels brésiliens.

Haderbache et al. (2013) révèlent que les valeurs des flavonoïdes sont comprises entre 8.6 et 22.6 mg ER/100g pour le miel de jujubier algérien.

Nos résultats sont supérieurs aux ceux rapportés par les autres études:

Subhashree et al. (2011) ont évalué la teneur des flavonoïdes sur 5 échantillons des miels de néo-zélandais et ont trouvé des teneurs qui varient entre 0.25 et 3.34 mg EQ/100g.

Zerrouk et al. (2017) montrent que les valeurs des flavonoïdes sont comprises entre 2.9 et 3.8 mg ER/100g pour quelques miels de jujubier Algérien.

Nos échantillons contiennent des teneurs en flavonoïdes relativement faible par rapport aux données fournies par les autres études :

Ouchemoukh et al. (2007) ont trouvé des quantités en flavonoïdes comprise entre 64 et 1304 mg EQ/100g pour les variétés de miels algériens.

Yolanda et al. (2011) ont rapporté des teneurs en flavonoïdes qui oscillent entre $29,58 \pm 0,49$ à $187,08 \pm 0,59$ mg EQ/100g pour les miels de mexico.

Diafat et al. (2017) ont obtenu des valeurs qui varient entre 10.48 et 93.86 mg EQ/100g pour quelques miels algériens de la région de Bordj Bou Arreridj.

La quantité et le type des flavonoïdes du miel varient selon la source florale, l'origine phytogéographique et à la procédure et les techniques de conservation des miels (**Medic et al., 2004**).

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

Les résultats de l'activité antioxydante des échantillons des miels étudiés, évaluée par le test du pouvoir réducteur du fer (FRAP) sont représentés dans la figure suivante :

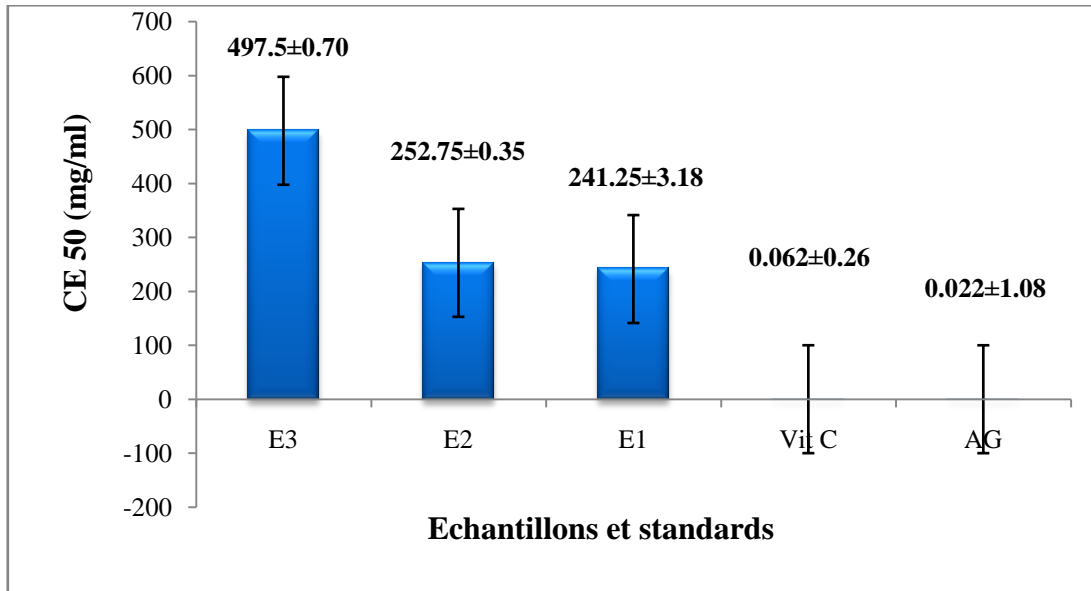


Figure 13 : Concentrations effectrices responsables du pouvoir réducteur des miels, Vitamine C et l'acide gallique (moyenne ± Ecart type).

Les résultats obtenus, montrent que tous les échantillons de miels étudiés présentent une activité antioxydante évaluée par le test du pouvoir réducteur du fer (FRAP). La capacité réductrice de nos échantillons exprimée en CE50 varie entre 241.25±3.18 et 497.5±0.70 mg/ml. Ce pouvoir reste inférieur aux ceux des antioxydants standards de l'acide gallique et la vitamine C qui présentent des CE50 de l'ordre de 0.022±1.08 et 0.062±0.26 µg /ml respectivement.

Le miel (E1) de la région de Laghouat présente le meilleur pouvoir réducteur avec une CE 50 de l'ordre de 241.25 mg/ml, ceci est probablement dû à sa richesse en polyphénols (42.00 mg EAG/100g) et en flavonoïdes (7.30 mg EQ/100g) suivi par le miel (E2) de Djelfa qui présente une valeur de CE 50 de l'ordre de 252.75 mg/ml, ceci pourrait être dû à sa teneur élevé en flavonoïdes (7.41 mg EQ/100g). Par contre le miel (E3) de la région de Djelfa présente le pouvoir antioxydant le plus faible avec une valeur de CE 50 de l'ordre de 497.5 mg/ml, ceci peut être expliqué par sa faible teneur en flavonoïdes (6.40 mg EQ/100g) en comparaison avec les deux autres variétés de miel. La différence entre les valeurs du pouvoir antioxydant des miels analysés peut s'expliquer par la nature des composés antioxydants contenus dans ces miels.



Plusieurs études ont évalué l'activité antioxydante du miel de jujubier:

Bakchiche et al. (2017) montrent que le miel de jujubier de la région de Laghouat possède un pouvoir réducteur important avec une CE50 de l'ordre de 0,056 mg/ml.

Ouabane et al. (2017) montrent que le miel de jujubier provenant de la région d'Oued Ziz (Maroc) présente une meilleure activité antioxydante, évaluée par le test de DPPH par rapport aux autres échantillons étudiés.

L'étude de **Chougar et al. (2018)** sur l'activité antioxydante du miel de sidr de la région de Biskra montre que le miel présente une bonne activité antioxydante, évaluée par le test de DPPH avec une teneur élevée en flavonoïdes.

Imtara et al. (2018) ont évalué le pouvoir réducteur de dix variétés de miel (Thym, Multi-floral, Agrumes, jujubier et miel des Montagne) et les résultats obtenus montrent que le miel de jujubier est riche en polyphénols (63.24 ± 0.60 mg EAG/100g) et présente une meilleure activité antioxydante par rapport aux autres échantillons étudiés avec une CE 50 de l'ordre de 2.84 ± 0.09 mg/ml.

Khalil et al. (2012) ont enregistré des valeurs de CE50 qui varient entre 287.45 ± 0.92 et 403.54 ± 1.31 mg/ml pour quatre échantillons de miels algériens.

Castro Rosane et al. (2012) ont évalué l'activité antioxydante de 9 échantillons de miels brésiliens (multi-floraux et de fleur d'oranger) et ont trouvé des valeurs des CE50 qui varient entre 34,99 à 438,69 mg/ml.

Almeida et al. 2016 ont étudié l'activité antioxydante de quinze échantillons de miel brésiliens, ils ont rapporté que les miels étudiés ont présenté un pouvoir réducteur qui oscillent entre 99.4 ± 3.8 et 720.4 ± 23.8 mg/ml.

Luiza D'oliveira et al. (2014) ont évalué l'activité antioxydante de 60 échantillons de miels brésiliens, ils ont enregistré des valeurs de CE50 comprises entre 7.61 et 404.64 mg/ml.

Yolanda et al. (2011) ont étudié le pouvoir réducteur de 11 échantillons de miel de Tabasco (Mexique) de différentes origines botaniques (Agrumes, Multi-floral et Miel de cacao), ils ont trouvé que les échantillons des miels multi-floraux présente le meilleur pouvoir réducteur avec une CE 50 de l'ordre de 48,34 mg/ml.

L'activité antioxydante du miel est attribuée à la nature quantitative et qualitative de leur contenu en composés phénoliques (**Beretta et al., 2005**). Il ya les autres antioxydants présents dans le miel qui peuvent être enzymatiques (catalase, glucose oxydase) ou non enzymatiques (caroténoïdes, acides aminés, protéinés, acides organiques) (**Al et al., 2009 et Ferreira et al., 2009**).

2.2. Effet antibactérienne des miels

2.2.1. Résultats

Le tableau suivant représente les valeurs de CMI des miels étudiés vis-à-vis les souches testées.

Tableau 06 : Valeurs de CMI des miels testés.

Souches testées Echantillons de miel	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> ATCC 33862	<i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i> ATCC 27853
Echantillon 01	11 %	11 %	12 %
Echantillon 02	11 %	11 %	12 %
Echantillon 03	12 %	12 %	12 %

2.2.2. Discussion

Les résultats obtenus (**Tableau 06**) montrent que les différents échantillons de miels étudiés possèdent une activité antibactérienne contre toutes les souches bactériennes testées.

Les CMI obtenues varient entre 11% et 12% pour *E.coli*, et *S.aureus* et pour *P.aeruginosa*, la CMI est de l'ordre de 12% pour les trois échantillons de miels. Les miels (E1) et (E2) possèdent le meilleur effet antibactérien, ceci peut être due à ses fortes teneurs en polyphénols (42.00±0.048 mg EAG/100g et 35.838±1.892 mg EAG/100g respectivement) et en flavonoïdes (7.30±0.09 mg EQ/100g et 7.41±0.18 mg EQ/100g respectivement)) et à leur faible teneur en eau, alors que le miel (E3) présente l'activité antibactérienne la plus faible vis-à-vis de toutes les souches testées. Ceci pourrait être due à sa faible teneur en flavonoïdes (6.40±0.07 mg EQ/100g) par rapport aux autres échantillons analysés, ainsi à sa forte teneur en eau (17%).



Plusieurs études scientifiques ont démontré l'effet antibactérien du miel de jujubier:

Benbareka et al. (2019) et **Chougar et al. (2018)** indiquent que les miels de sidr (*Ziziphus lotus* L.) possèdent un effet antibactérien vis-à-vis d'*E. coli* (ATCC 25922), de *S. aureus* (ATCC 25923) et de *P. aeruginosa* (ATCC 27853).

Haderbache et al. (2014) ont rapporté que les miels de jujubier de la région semi-aride algérienne inhibent la croissance des trois souches testées (*E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa*).

Ouabane et al. (2017) ont trouvé que le miel de jujubier possède un effet antibactérien vis-à-vis d'*Escherichia coli* et de *Staphylococcus aureus* avec une CMI de l'ordre de 25%.

Une étude faite par **Owayss et al. (2019)** sur 11 échantillons de miels de jujubier d'Arabie saoudite a montré qu'ils ont une meilleure activité antibactérienne vis-à-vis d'*E. coli* ATCC 25922 et de *S. aureus* ATCC 8095.

Hussain et al. (2019) ont trouvé que les miels d'Arabie saoudite de jujubier possèdent un effet antibactérien contre les souches d'*E. coli* et de *S. aureus* avec des valeurs de CMI qui varient de 12 à 15 %.

Hegazi et al. (2017) signalent que le miel de sidr possède un effet antibactérien vis-à-vis d'*E. coli* (ATCC 35218), de *S. aureus* (ATCC 25923) et de *P. aeruginosa* (ATCC 27853).

Fahim et al. (2014) ont constaté que le miel de Sidr (miel de jujubier) présente une activité antibactérienne vis-à-vis de la bactérie Gram positifs *Staphylococcus aureus* et les bactéries Gram négatif d'*Escherichia coli* et de *Pseudomonas aeruginosa*.

Le résultat d'une étude faite par **Boukraa et al. (2013)** montre que le miel de sidr (*Ziziphus lotus* L.) possède une activité antibactérienne vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa* avec une CMI de l'ordre de 9%.

Ghramh et al. (2019) ont rapporté que le miel de sidr inhibe la croissance d'*Escherichia coli* et de *Staphylococcus aureus*.



L'effet antimicrobien du miel peut partiellement être expliqué par son contenu important en enzyme, la glucose oxydase, qui active la transformation du glucose en acide gluconique et en peroxyde d'hydrogène. L'enzyme reste active tout le temps de la transformation du nectar en miel. Dans le miel mûr, l'enzyme n'est plus active mais reste intact, si le miel est dilué avec un peu d'humidité, l'enzyme est réactivée (**Merah et al., 2010 et Manyi-Loh et al., 2010**). D'autres paramètres interviennent aussi dans l'activité antibactérienne du miel tels que l'osmolarité, le pH, l'acidité, les protéines, le peroxyde d'hydrogène qui sont considérés comme les principales inhibines du miel (**Mandal et Mandal, 2011**), la deffensine1, MGO ainsi que les composés phénoliques tel que les acide phénols et les flavonoïdes sont généralement en faible quantité (**Iusby et al., 2002 ; Escuredo et al., 2013**).

Osmolarité :

La faible concentration hydrique inhibe la croissance bactérienne et la forte teneur en sucres 85 % (solution hypertonique) provoque une déshydratation osmotique, ce qui laisse très peu de molécules d'eau disponibles pour les micro-organismes (**Olaitan et al., 2007**).

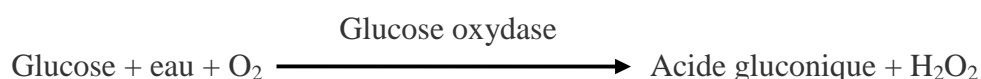
pH :

Le pH du miel est relativement acide il se situe entre 3.5 et 5,5, même si de nombreuses bactéries sont capables de supporter un pH bas, ce pH semble être efficace pour ralentir ou éviter la croissance de certaines espèces de bactéries pathogènes (**Descottes, 2009**).

Système peroxyde d'hydrogène :

La principale inhibine que contient le miel est le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) encore appelé eau oxygénée.

La production de peroxyde d'hydrogène et d'acide gluconique résulte de l'oxydation de l'eau et du glucose par le glucose oxydase sécrétée par les glandes hypo-pharyngiennes de l'abeille lors de la transformation du nectar en miel par une réaction enzymatique sous l'influence de la chaleur et de la lumière.





La catalase représente l'antagoniste de la glucose-oxydase, et réduit l'eau oxygénée. La concentration en peroxyde dépend donc directement de l'activité de ces deux enzymes.

Les concentrations de peroxyde d'hydrogène atteintes lors de la dilution du miel sont de l'ordre d'une millimole par litre soit environ mille fois moins que les solutions utilisées comme antiseptique (Olaitan *et al.*, 2007).

Méthylglyoxal (MGO) :

Le méthylglyoxal est l'un des composants dicarbonylés 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).

Système non peroxyde :

Les principaux composants ayant une activité non peroxyde sont la pinocembrine (un flavonoïde présent dans le miel, produit par les abeilles), les lysozymes (enzyme bactériostatique présente dans le miel et produite également par les abeilles), et d'autres nombreux composants chimiques comme les terpènes, l'alcool benzénique, l'acide syringique, etc

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 *et al.*, 2011).

Il reste toujours difficile d'effectuer une comparaison entre les rendements en composés phénoliques et les activités biologiques de nos miels de jujubier et ceux de la littérature car il y a peu de travaux réalisés sur le miel de jujubier.

conclusion

Conclusion

Le miel occupe une place importante dans le domaine agro-alimentaire comme dans le domaine médical, en assurant des effets thérapeutiques contre plusieurs maladies.

La présente étude est menée dans le cadre de l'évaluation de la qualité de trois échantillons de miel de jujubier, en se basant sur l'analyse de quelques paramètres physico-chimiques, ainsi que sur l'activité antioxydante et antibactérienne. Les différents paramètres physico-chimiques étudiés montrent que tous les échantillons sont conformes aux normes proposées par la commission du Codex Alimentaire (2001).

L'humidité des échantillons varie de 13,13 à 17% avec une moyenne de 15,02%. Les valeurs du pH sont comprises entre 5,03 et 6,87 avec une moyenne de 6,15.

Les résultats de l'humidité et de pH indiquent que les miels sont murs, sans risque de fermentation et qui se conservent bien.

Les teneurs en cendres du miel sont entre 0,23 et 0,48% avec une moyenne de 0,35%, ainsi que les valeurs de la conductivité électrique sont comprises entre 0,51 et 0,56 mS/cm avec une moyenne de 0,53 mS/cm, laissant supposer que les échantillons analysés sont issus de nectar.

La teneur en HMF est située entre 0,77 et 2,88 mg/kg avec une moyenne de 1,56 mg/kg. Cela indique que les miels étudiés sont frais et n'ont pas été surchauffés.

Les miels étudiés sont caractérisés par des teneurs intéressantes en composés phénoliques et en flavonoïdes ce qui leur confère une activité antioxydante importante évaluée par le pouvoir réducteur (Test de FRAP) et une activité antibactérienne contre toutes les souches pathogènes testées.

Enfin à travers nos résultats, il est possible d'utiliser le miel comme produit antibactérien et antioxydant naturel.

Vu l'importance thérapeutique prouvée du miel en médecine et dans le secteur de l'industrie pharmaceutique et cosmétique, il serait intéressant de compléter ce travail par :

- approfondir l'étude de l'activité antibactérienne sur d'autres espèces pathogènes.
- réalisation des tests biologiques *in vivo* afin d'évaluer les différents effets thérapeutiques du miel.
- effectuer des analyses physico-chimiques sur une large gamme d'échantillons de miels de notre pays afin d'établir la composition chimique moyenne, de repérer les régions qui produisent des miels de meilleure qualité et d'identifier d'autres marqueurs floraux grâce aux polyphénols.

- évaluer l'effet de la conservation du miel et l'influence du traitement thermique afin de déterminer les conditions optimales permettant de préserver les qualités organoleptiques et biologiques du miel.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

- ✚ **Abersi D., Henna K., Rahem A., 2016.** Etude comparatives des caractéristiques physico-chimiques et organoleptique de certains miels locaux et importés. Mémoire de fin d'étude de Master académique, Spécialité : Alimentation Humaine et qualité des produits, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département de Biochimie et Microbiologie, Université Mouloud MAMMERI de Tizi –Ouzou.
- ✚ **Achour H.Y. et Khali M., 2014.** Composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Science*, 10(2): 127 – 136.
- ✚ **Adjlane N., Haddad N., Laid-Ameur K., Kesraoui S. et Moussaoui D., 2014.** Physicochemical and microbiological characteristics of some samples of honey produced by beekeepers in Algeria. *Acta Technologica Agriculturae* 1Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 1-5.
- ✚ **Al M.L., Daniel D., Moise A., Bobis O., Laslo L. and Bogdanov S. 2009.** Physicochemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, 112: 863-867.
- ✚ **Almeida A. M. M., Oliveira M.B.S., Costa J.G., Valentim I.B., Goulart M.O.F., 2016.** «Antioxidant Capacity, Physicochemical and Floral Characterization of Honeys from the Northeast of Brazil. » *Rev. Virtual de Quimica*, 8 (1), 57-77.
- ✚ **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* (In press).
- ✚ **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. *J Med Food*. 14(10) : 107996.
- ✚ **Amri A. et Ali L., 2013.** Physicochemical characterization of some multifloral honeys from honeybees *Apis mellifera* collected in the Algerian northeast. *African Journal of Food Science* 7(7), 168-173.
- ✚ **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.
- ✚ **Amrouche L., Kessi L., 2003.** Etude de la qualité physicochimique de quelques miels. Mémoire. Ingénieur. U.S.T.H.B. Alger. 49p.
- ✚ **Avisse I., 2014.** Grand traité des miels. Le sureau, Paris.

-B-

- ✚ **Badawy O.F.H., Shafii S.S.A., Tharwat E.E., Kamal A.M., 2004.** Antibacterial activity of bee honey and its therapeutic use fullness against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* infection. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, Vol. 23, N°. 3, 1019-1022.
- ✚ **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. Mar. Sci. Agron. Vét.* 6 (1) : 118-123.
- ✚ **Balas F., 2015.** Les propriétés thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en médecine générale revue de la littérature. Thèse de doctorat en 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. *Mem. Mag. Agr. INA.* El Harrach.
- ✚ **Belay A., Solomon W.K., Bultona G., Adgaba N. et Melaku S., 2013.** Physicochemical properties of the Hareenna forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry*, 141: 3386-3392.
- ✚ **Belhaj O., Oumato J., Zrira S., 2015.** Étude physico-chimique de quelques types de miels marocains. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 3, 3, 71-75.
- ✚ **Benabdallah A., 2017.** Etude écophysiologique, développement et importance des plantes médicinales du genre *Mentha* dans le parc national d'El-Kala (Nord-Est- Alegria). Thèse de doctorat en vue de l'obtention du grade de Docteur en sciences, filière Biologie Végétale, p.41-54.
- ✚ **Benbareka O., Hafsaoui I., 2019.** Etude de l'activité antibactérienne de miel récolté du territoire Algérien. Thèse de Docteur en pharmacie. Faculté de médecine, Département de Pharmacie. université Saad Dahlab-Blida 1.
- ✚ **Beretta G., Granata P., Ferrero M., Orioli M. and Facino R.M. 2005.** Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica* 533(2): 185–191.
- ✚ **Biri M., 1999.** Le grand livre des abeilles. L'apiculture moderne. Vecchi S.A, paris. 260p.
- ✚ **Bogdanov S., 1999.** Stockage, cristallisation et liquéfaction des miels. Centre suisse de recherche apicole, P:25-26.
- ✚ **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*, 1– 59.

- ✚ **Bogdanov S., Ruoff K., Persano L., 2004.** Physico-chemical methods for characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35,4-17.
- ✚ **Bonté F et Désmolière A. 2013.** « Le miel, quel intérêt en cicatrisation? ». Le miel origine et composition. *Actualités pharmaceutiques*, 18-21.
- ✚ **Boukraâ L., 2008.** Additive activity of royal jelly and honey against *Pseudomonas aeruginosa*. *Alternative Medicine Review*, 13, 330-333.
- ✚ **Boukraâ L., Alzahrani H.A., Abdellah F., Bakhotmah B., Hammoudi S.M., 2013.** Synergistic Effect of Monofloral Honeys and Essential Oils against *Pseudomonas aeruginosa*. *British microbiology research journal*. 3: 564-573.
- ✚ **Bruneau E., 2011.** Chapitre IX : Les produits de la ruche. In: **Clément et al.** Le traité rustica de l'apiculture. Rustica, Paris, 354-387.
- ✚ **Bueno-Costa F.M., Zambiasi R.C., Bohmer B.W., Chaves F.C., da Silva W.P., Zanusso J.T., Dutra I., 2016.** «Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. » *LWT - Food Science and Technology*. Vol 65, P. 333-340. 10.1016/j.lwt.2015.08.018.

-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: S946–S954.
- ✚ **Chanaud P., 2011.** Les miels: variétés, bienfaits, recettes. Edisud, France.
- ✚ **Chefrour A., 2008.** Miels Algériens : Caractérisation physico-chimique et mellissopalynologique (Cas des miels de l'Est de l'Algérie). Thèse de doctorat en sciences. Faculté des sciences, Université d'Annaba.
- ✚ **Chougar T et Kebdi T., 2018.** Étude comparative des caractéristiques physico-chimiques et pouvoirs antioxydant et antimicrobien des miels algériens de régions diverses. Mémoire de fin d'étude de Master académique. Filière : Sciences Biologiques, Faculte des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques, Département de Biochimie-Microbiologie. Universite Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou.
- ✚ **Clément H., 2000.** Les cahiers de l'élevage. CREER SON RUCHER. Rustica, France.
- ✚ **Clément Henri 2010.** L'abeille, sentinelle de l'environnement. Edition Alternatives. 33 Rue SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS 75006 Paris.

- ✚ **Clemence Hoyet 2005.** le miel : de la source à la thérapeutique. Thèse de doctorat en vue de l'obtention du grade de Docteur en pharmacie, Faculté de pharmacie, université Henri Poincaré - Nancy, France.
- ✚ **Codex Alimentarius Commission., 2001.** Revised codex standard for honey. *Revue*, 12, 1-7.
- ✚ **Cruz L.C., Batista J.E.S., Zemolin A.P.P., Nunes M.E.M., Lippert D.B., Royes L.F.F., Soares F.A., Pereira A.B., Posser T., Franco J.L., 2014.** A study on the quality and identity of Brazilian Pampa biome honey: evidences for its beneficial effects against oxidative stress and hyperglycemia. *International Journal of Food Science*. Article ID 470214, 11 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/470214>.

-D-

- ✚ **Da Silva M.P., Gauche C., Gonzaga L.V., Oliveira Costa A.C. et Fett R., 2016.** Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196: 309-323.
- ✚ **Descottes B., 2009.** Cicatrisation par le miel, l'expérience de 25 années. *Phytothérapie*, 7, 112-116.
- ✚ **Diafat A.E.O., Benouadah A., Bahloul A., Meribai A., Mekhalfi H., Bouaziz F., Techache D., Laabachi H. and Arrar L., 2017.** «Physicochemical properties and pollen analyzes of some Algerian honeys ». *International Food Research Journal* 24(4): 1453-1459.
- ✚ **Doukani K., Tabak S., Derrriche A. et Hacini Z., 2014.** Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. *Ecologie-Environnement* (10), 37-49. (DSA, 2015. Direction des services Agricoles).
- ✚ **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.
- ✚ **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.

- ✚ **Escuredo O., Míguez M., Fernández-González M., and Carmen Seijo M., 2013.** Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*. 138 : 851–856.

-F-

- ✚ **Fahim H., Dasti J.I., Ali I., Ahmed S., and Nadeem M., 2014.** Physico-chemical analysis and antimicrobial potential of *Apis dorsata*, *Apis mellifera* and *Ziziphus jujube* honey samples from Pakistan. *Asian Pac J Trop Biomed*. 4(8) : 633–641.
- ✚ **Feàs X., Pires J., Estevinho M.L., Pinto d’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.
- ✚ **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.
- ✚ **Ferreira I.C.F.R, Aires E., Barreira J.C.M and Estivinho L.M. 2009.** Antioxydant activity of portuguese honey samples : different contributions of the entire honey and phenoliques extrat. *Food Chemistry*, 114, 1438-1443.

-G-

- ✚ **Ghramh H., Ali Khan K., Alshehri A., 2019.** Antibacterial potential of some Saudi honeys from Asir region against selected pathogenic bacteria. *Saudi Journal of Biological Sciences*. Vol 26, Issue 6, P. 1278-1284. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.05.011>.
- ✚ **Gonnet M., 1982.** Le miel ; composition, propriétés, conservation. INRA station expérimentale d'apiculture. 1-18.
- ✚ **Gonnet M., 1986.** L'analyse des miels. Description de quelques méthodes de contrôle de la qualité. *Bulletin technique apicole*, 54-13, (1).p17-36.

-H-

- ✚ **Habib H.M., Al Meqbali F.T., Kamal H., Souka U.D. ET Ibrahim W.H. 2014.** Physicochemical and biochemical properties of honeys from arid regions. *Food Chemistry*, Volume 153, Pages 35-43.
- ✚ **Haderbache L., Bousdira M., Mohammedi A., 2013.** *Ziziphus Lotus* and *Euphorbia bupleuroides* Algerian Honeys. *World Applied Sciences Journal* 24 (11): 1536-1543, ISSN 1818-4952.

- ✚ **Haderbache L., Annou S., Mohammedi A., 2014.** Antimicrobial Activity of two algerian semi-arid region honeys (*Ziziphus lotus* and *Euphorbia bupleuroides*). Research laboratory of food technology (LRTA), Valorization and biological resources conservation laboratory (VALCORE), engineer sciences faculty, UMBB University, Boumerdes 35000, Algeria.
- ✚ **Hegazi A.G., Al Guthami F.M., Al Gethami A.F.M., Abd Allah F.M., Saleh A.A. and Fouad Ehab A., 2017.** Potential antibacterial activity of some Saudi Arabia honey. *Veterinary World*, 10(2) : 233-237.
- ✚ **Hoyet C., 2005.** Le miel: De la source à la thérapeutique. Thèse de doctorat en vue de l'obtention du grade de Docteur en pharmacie. Faculté de pharmacie. Université Henri Poincaré – Nancy 1, France, pp.17-37.
- ✚ **Hussain M.B., Kamel Y.M., Zia Ullah, Jiman-Fatani A.A.M., Ansar Shafiq A., 2019.** In vitro evaluation of methicillin-resistant and methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* susceptibility to Saudi honeys. *BMC Complementary and Alternative Medicine* volume 19, Art numb: 185.

-I-

- ✚ **Imtara H., Elamine Y., Lyoussi B., 2018.** Physicochemical characterization and antioxidant activity of Palestinian honey samples. *Food Science and Nutrition*. Vol 6(8) : 2056–2065.

-J-

- ✚ **Journal officiel des Communautés européennes, DIRECTIVE 2001/110/CE DU CONSEIL** relative au miel du 20 décembre 2001.

-K-

- ✚ **Kantaoui A., Kherraz A., 2016.** Analyse de quelques critères de qualité de quelques échantillons de miel. Mémoire de fin d'étude de Master académique en Bioprocédés et Technologie Alimentaire, Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie, Département des Sciences Alimentaires, Filière : Sciences Biologiques. Université A. MIRA - Béjaïa. p. 35-37.
- ✚ **Kirs E., Pall R., Martverk K., Laos K., 2011.** Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys. *Procedia Food Science* 1: 616 – 624.
- ✚ **Korichi N., Latamene A., 2017.** Analyse physico-chimiques et pollinique et effet antibactérien de quelques miels de Béjaïa. Mémoire de fin d'étude de Master académique en Biochimie Appliquée, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de

Biologie Physico-chimique, Filière : Sciences Biologiques, Université Abderrahmane Mira de Bejaia.

- ✚ **Kumar A., Singh Gilla P.J., Singh Bedia J., Manav M., Javed Ansari M., Singh Walia G., 2018.** Sensorial and physicochemical analysis of Indian honeys for assessment of quality and floral origins. *Food Research International*, 108: 571–583.
- ✚ **Khadhri A., Elmokni R., Smiti S., 2013.** Composés phénoliques et activités antioxydantes de deux extraits de chardon a glu: *Atractylis gummifera*. *Revue Social Science National*, 39: 44-52.
- ✚ **Khalil M.I., Moniruzzaman M., Boukraâ L., Benhanifia M., Islam M.A., Islam M.N., Sulaiman S.A., Gan S.H., 2012.** Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules*, 17(9):11199–11215.
- ✚ **Khan M.N., kaiser M., raza S.M., & rehman M., 2006.** Physicochemical properties and pollen spectrum of imported and local samples of blossom honey from the pakistan market. *International journal of food science and technology*. 41:775–781.

-L-

- ✚ **Laredj H., Rezzoug W., 2017.** Microbiological and Physicochemical Characterization of Honeys from the Tialet Region of Algeria. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Health Care*, 9, 3, 85-91.
- ✚ **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.
- ✚ **Louveaux J., 1985.** Les produits du rucher. In «Les abeilles et leur élevage». Edition Opida. Pp: 165-181, Paris.
- ✚ **Luiza D'oliveira S., Aurelio B.B.F., Maria C.A.L., Ricardo L.L.B., Rosane N.C., 2014.** «Correlation of Total Phenolic and Flavonoid Contents of Brazilian Honeys with Colour and Antioxidant Capacity.» *International Journal of Food Properties*, 17:1, 65-76.
- ✚ **Lusby P.E., Coombes.A. and Wilkinson.J.M., 2002.** Honey: A potent agent for wound healing? *J. Wound Ostomy Continence Nurs*, 29: 295-300.

-M-

- ✚ **Mahmoud A., Shafiq M.I., Khaleeq A., Huma R., Abdul Qadir M., Khalid A., Ali A., Samad A., 2016.** Physicochemical, biochemical, minerals content analysis, and antioxidant potential of national and international honeys in Pakistan. *Journal of Chemistry*. Article ID 8072305, 10 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8072305>.
- ✚ **Mandal M .D., et Mandal S., 2011.** Honey: its medicinal property and antibacterial activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 1(2): 154–160.

- ✚ **Manyi-Loh C.E., Clarke A.M., Thilivhali M., Green E., Mkwetshana N.F., Ndip R.N., 2010.** Selected South African Honeys and Their Extracts Possess in Vitro Anti-Helicobacter pylori Activity. *Archives of medical Research*, 41(5) 324-331.
- ✚ **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.
- ✚ **Makhloufi C., 2001.** Etude physico-chimique et palynologique de quelques miels du nord algérien : Impact du rôle de l'abeille sur l'équilibre écologique. Mem. Mag. Agr. Tiaret.
- ✚ **Makhloufi C., Kerkvliet D., Ricciardelli-D'albore G., Choukri A., Samar R., 2010.** Characterization of Algerian honeys by palynological and physicochemical methods. *Apidologie*, 41: 509-521.
- ✚ **Makhloufi C., 2011.** Melissopalynologie et étude des éléments bioactifs des miels algériens. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach. 44 p.
- ✚ **Malika N., Faid M., El Adlouni C., 2005.** Microbiological and Physico-Chemical Properties of Moroccan Honey. *International Journal Of Agriculture and Biology*, 7, 5, 773–776.
- ✚ **Medic Sanic M., Jasprical., SmolcicBubalo A. And Mornar A ., 2004.** Optimization of Chromatographic condition in thin layer Chromatography of flavonoides and phenolics acids. *Croatica Chemica Acta* ,3:361-366.
- ✚ **Merah M., Bensaci Bachagha M., Boudershem A., 2010.** Etude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du miel naturel récoltes du territoire algérien. *Annales des sciences et technologie*. Vol : 2(2). Université Kasdi Merbah Ouargla.
- ✚ **Mezhoud I., 2013.** Analyse physico-chimique et étude de l'adultération de miels de la région de Béjaïa. Mémoire de fin d'étude de Master académique en Chimie, Faculté des Sciences Exactes, Département de Chimie. Université A. MIRA - Béjaïa. p. 41.
- ✚ **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: 012047.

-N-

- ✚ **Nair S., 2014.** Identification des plantes mellifères et analyses physico-chimiques des miels Algériens. Thèse de Doctorat de Biologie en Biochimie, Faculté des Sciences de la nature et de la terre. Université d'Oran, p. 28-43.
- ✚ **Naman M., Faid M. et EL Adlouni C., 2005.** Microbiological and physicochemical properties of Moroccan honey. *International Journal of Agriculture □ Biology*, 7(5), 773-776.
- ✚ **Nascimento K., Sattler J.A.G., Macedo L.F.L., González C.V.S., Pereira de Melo I.L., Silva Araújo E., Granato D., Sattler A., Bicudo de Almeida-Muradian L., 2018.**

Phenolic compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. *LWT - Food Science and Technology*, 91:85–94.

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

-O-

- ✚ **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.
- ✚ **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.
- ✚ **Ouabane M., Ed-Dra A., Rhazifilali F., Dehmani Y., Kholtei A., 2017.** Physicochemical, Antibacterial and Antioxidant Property of Honey Samples Harvested From Oued Ziz Region, Morocco. *SciFed Food & Dairy Technology Journal*.
- ✚ **Ouchemoukh S., Louaileche H., Schweitzer P., 2007.** «Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys». *Food Control*, Vol: 18, p. 52-58. [10.1016/j.foodcont.2005.08.007](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.08.007)
- ✚ **Ouchemoukh S., 2012.** Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. Thèse de Doctorat en Biochimie. Université Abderrahmane Mira de Bejaia, p.162.
- ✚ **Oudjet kahina., 2012.** Etudes & Enquêtes. LE MIEL. Infos-CACQE N°:00.
- ✚ **Owayss A.A., Elbanna K., Javid 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. Original Research.
- ✚ **Oyaizu M., 1986.** Studies on products of browning reactions: Antioxidative activities of browning reaction prepared from glucosamine. *Japan Journal of Nutrition*, 44,307-315.

-P-

- ✚ **Perdrix J.L., 2003.** Critères de qualité du miel. Bulletin de liaison N°41. Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, France.
- ✚ **Perez-Arquillué C., Conchello P., Ariño A., Juan T., Herrera A., 1995.** Quality evaluation of Spanish rosemary (*Rosmarinus officinalis*) honey. *Food Chemistry*, 51, pp. 207-210.

-R-

- ✚ **Rebiai A., Lanez T. et Chouikh A., 2015.** Physiological and biological properties of honeybee products in south Algeria. Scientific Study & Research chemistry & chemical Engineering, Biotechnology, *Food Industry*, 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.
- ✚ **Ronald s. Jackson. 2011,** Advanced in food nutrition research, volume 63: speciality wines. Academic press. P: 104 – 105. ISBN: 978 – 0-12-384927-4. ISSN : 1043- 4526.
- ✚ **Rossant A., 2011.** Le miel, un composé complexe aux propriétés surprenantes. Thèse de Docteur en pharmacie, Faculté de Pharmacie. Université de Limoges, 136 p.

-S-

- ✚ **Sanz M.L., Gonzalez M., De Lorenzo C., Sanz J., Martinez-Castro I., 2005.** A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chemistry*, 91, 313-317.
- ✚ **Sarmiento Silva T.M., Pereira dos Santos F., Evangelista-Rodrigues A., Sarmiento da Silva E.M., Sarmiento da Silva G., Santos de Novais J., Ribeiro dos Santos F.A., Camara C.A., 2013.** Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of Jandaira (*Melipona subnitida*) honey. *Journal of Food Composition and Analysis*. 29:10–18.
- ✚ **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.
- ✚ **Schweitzer P., 2004.** Quelques éléments sur le vieillissement du miel. Revue, *Abeille de France*. Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 916, 1-7.
- ✚ **Schweitzer P., 2004.** Le monde des miellats. *Revue l'abeille de France* N°908 laboratoire d'analyse et d'écologie apicole. 04 p.
- ✚ **Schweitzer Paul. 2004.** Pouvez-vous me faire une analyse pour savoir si ce miel est un miel de qualité. laboratoire d'analyse et d'écologie apicole.
- ✚ **Siad B., 2015.** Etude des activités antioxydantes et antibactériennes de certains miels de la région de Tizi Ouzou. Mémoire de fin d'étude de Master académique en Biotechnologie Microbienne, Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie, Département de Microbiologie, Filière : Sciences Biologiques. Université A. MIRA - Béjaïa. p. 22-23.

- ✚ **Singleton V.L., Rossi Junior J.A., 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- ✚ **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>.
- ✚ **Subhashree V., Subashini D., 2011.** «Estimation of total flavonoids, phenols and antioxidant activity of local and New Zealand manuka honey.» *Journal of Pharmacy Research*, Vol : 4(2), p. 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-

- ✚ **Tamehmachte Amine 2019.** Caractérisation physico-chimique et Microbiologique du Miel de la région Fès-Meknès. Projet de fin d'étude: Licence en Sciences et Techniques, Faculte des sciences et techniques de Fes, universite Sidi Mohamed Ben Abdellah.
- ✚ **Tornuk F., Karaman S., Ozturk I., Toker O. S., Tastemur B., Sagdic O., Dogan M., Kayacier A., 2013.** Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Ind. Crop. Prod.* 46, 124– 131. Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.02.011>.

-V-

- ✚ **Vannier P., 1999.** L'ABC daire du miel. Flammarion, Paris.
- ✚ **Von Frisch Karl. 2011.** vie et moeurs des abeilles, Edition Albin Michel, 22 rue Huyghens, 75014 Paris. ISBN : 978-2-226-1872-7. ISSN : 0298-2447.

-W-

- ✚ **Weston, R.J. 2000.** The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey. *Food Chemistry*, 71, 235-239.
- ✚ **White J.W., 1978.** Honey. *Advances in food research*, 24:287-374.

- ✚ **White J. Jeanne F. 2005. C.** Le miel, éléments d'analyse. *Bulletin technique apicole*. Edition de l'O.P.I.D.A.32 (2), p: 69-76.

-Y-

- ✚ **Yahia Mahammed Sarah., Yahaia Mahammed Wissam. 2015.** Analyses physico-chimique de quelque miel de la wilaya : Ain Defla, Djendel, Bathia, Bourached et Miliana. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master académique, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre (Département des Sciences Agronomiques), Spécialité: Sciences et techniques des productions animales, Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.
- ✚ **Yolanda R-N., Manuel V-M., Juana F-L., Juan Manuel Z-C., Victor K., José Ángel P-Á., 2011** «Antioxidant Activity of Artisanal Honey From Tabasco, Mexico.» *International Journal of Food Properties*, Vol: 14:2, P. 459-470.

-Z-

- ✚ **Zerrouk S., Seijo-Coello M.C., Escuredo O., Rodríguez-Flores M.S., 2017.** Characterization of *Ziziphus lotus* (jujube) honey produced in Algeria. *Journal of Apicultural Research*, Volume : 57, Issue 1: Special Issue: Honey.


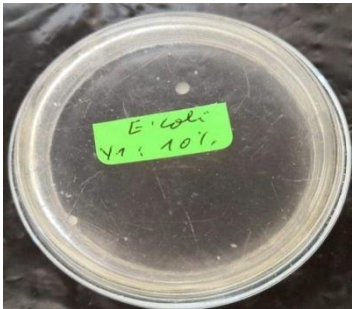
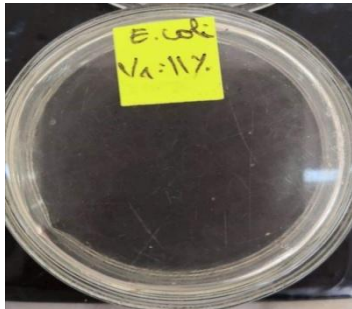

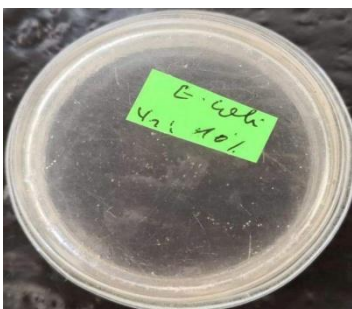
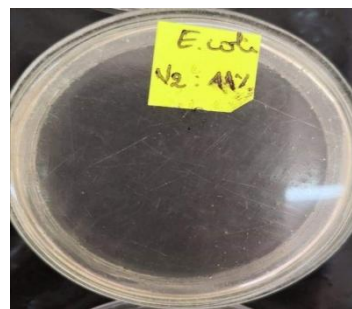


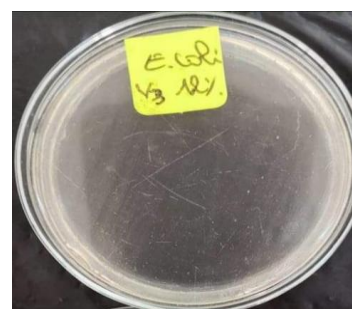
Annexes

Annexe I: Table de CHATAWAY (1935)

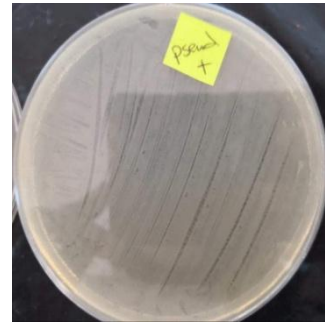
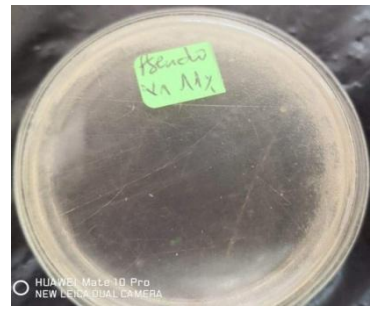

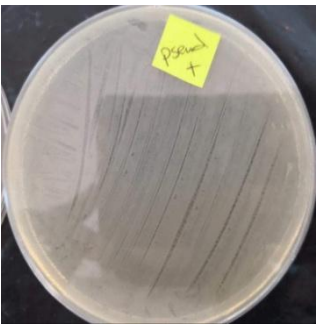
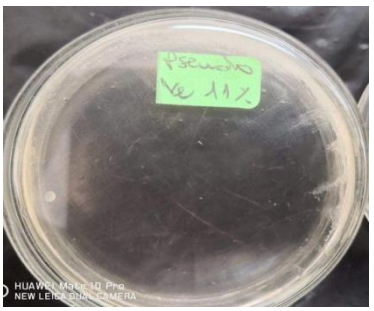

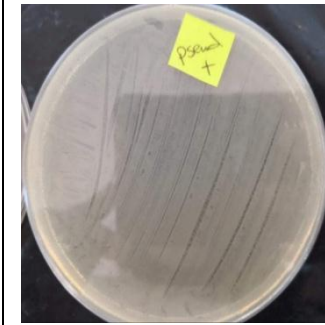

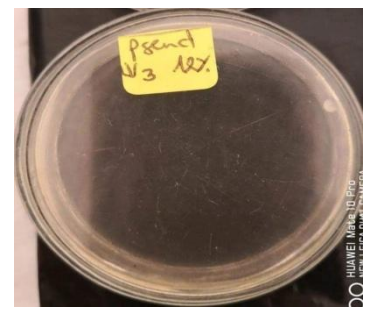
Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)	Indice de réfraction (20°C)	Teneur en eau (%)
1,5044	13,0	1,4885	19,2
1,5038	13,2	1,4880	19,4
1,5033	13,4	1,4875	19,6
1,5028	13,6	1,4870	19,8
1,5023	13,8	1,4865	20,00
1,5018	14,0	1,4860	20,2
1,5012	14,2	1,4855	20,4
1,5007	14,4	1,4850	20,6
1,5002	14,6	1,4845	20,8
1,4997	14,8	1,4840	21,0
1,4992	15,0	1,4835	21,2
1,4987	15,2	1,4830	21,4
1,4982	15,4	1,4825	21,6
1,4976	15,6	1,4820	21,8
1,4971	15,8	1,4815	22,0
1,4966	16,0	1,4810	22,2
1,4961	16,2	1,4805	22,4
1,4956	16,4	1,4800	22,6
1,4951	16,6	1,4795	22,8
1,4946	16,8	1,4790	23,0
1,4940	17,0	1,4785	23,2
1,4935	17,2	1,4780	23,4
1,4930	17,4	1,4775	23,6
1,4925	17,6	1,4770	23,8
1,4920	17,8	1,4765	24,0
1,4915	18,0	1,4760	24,2
1,4910	18,2	1,4755	24,4
1,4905	18,4	1,4750	24,6
1,4900	18,6	1,4745	24,8
1,4895	18,8	1,4740	25,5
1,4890	19,0		

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

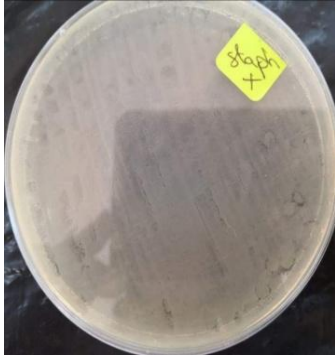


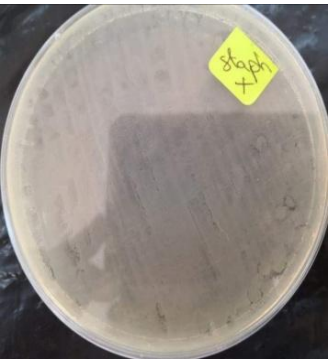

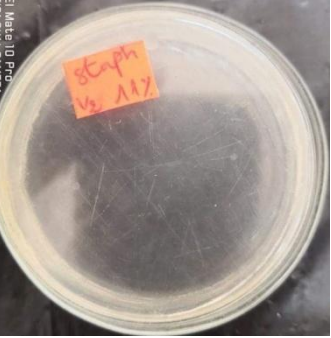
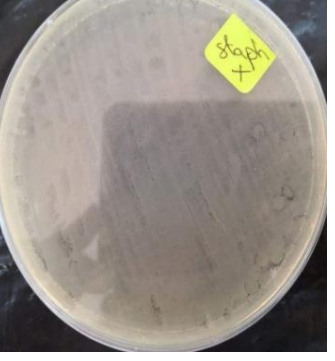


Escherichia coli

La souche testée	• Témoin(+)	• 10%	• CMI=11%
E1 <i>Escherichia coli</i>			
La souche testée	• Témoin(+)	• 10%	• CMI=11%
E2 <i>Escherichia coli</i>			
La souche testée	• Témoin(+)	• 11%	• CMI=12%
E3 <i>Escherichia coli</i>			

Pseudomonas aeruginosa

<p>La souche testée</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Témoin(+) 	<ul style="list-style-type: none"> • 11% 	<ul style="list-style-type: none"> • CMI=12%
<p>E1 <i>Pseudomonas aeruginosa</i></p>			
<p>La souche testée</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Témoin(+) 	<ul style="list-style-type: none"> • 11% 	<ul style="list-style-type: none"> • CMI=12%
<p>E2 <i>Pseudomonas aeruginosa</i></p>			
<p>La souche testée</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Témoin(+) 	<ul style="list-style-type: none"> • 11% 	<ul style="list-style-type: none"> • CMI=12%
<p>E3 <i>Pseudomonas aeruginosa</i></p>			

Staphylococcus aureus

La souche testée	• Témoin(+)	• 10%	• CMI=11%
E1 <i>Staphylococcus aureus</i>			
E2 <i>Staphylococcus aureus</i>			
E3 <i>Staphylococcus aureus</i>			

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 (Fauchere et Avril, 2002). 	<p>Certaines souches, résistantes à l'antibiotique méthiilline (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 une méningite ou une septicémie (Belarbi, 2014). 	<p>une bactérie productrice de bété lactamase à spectre étendu (BLSE) qui décomposent de nombreux antibiotique (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) (Delarras,2007) .</p>	<p>une bactérie généralement multi résistante, Elle est résistante à la ciprofloxacine (Avisse,2014).</p>

Annexe IV : Composition du milieu de culture

Gélose de Muller Hinton

Infusion de viande de bœuf	2 g/L
Amidon.....	1,5 g/L
Hydrolysate de caséine.....	17,5 g/L
Agar	17 g/L

Annexe V : Courbes d'étalonnage

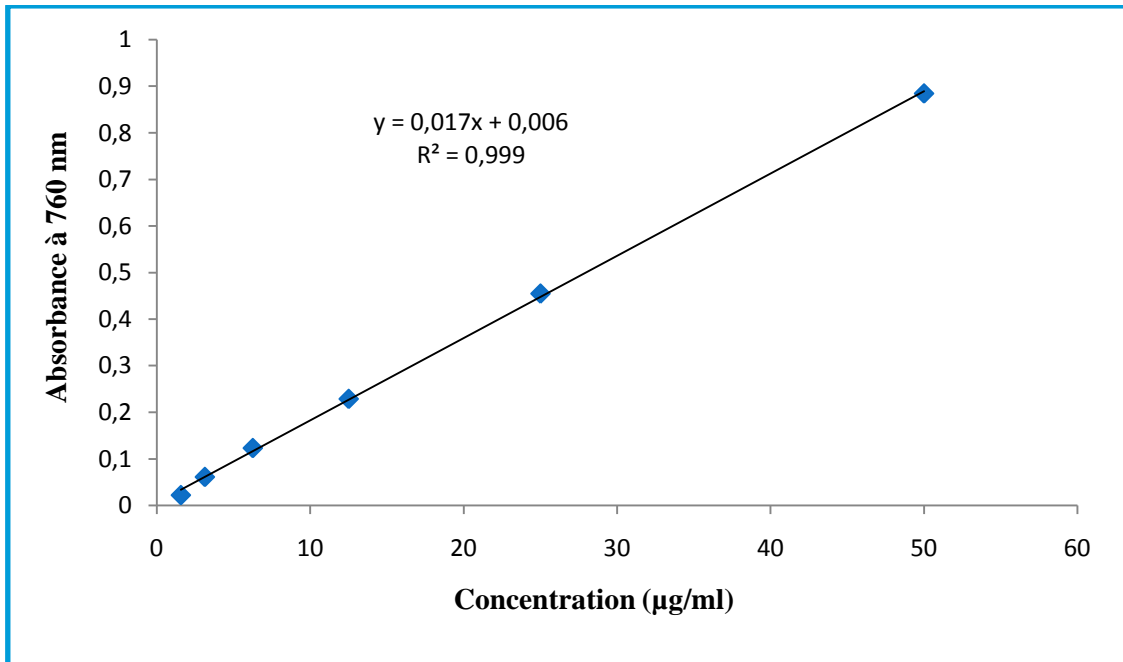


Figure 01 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

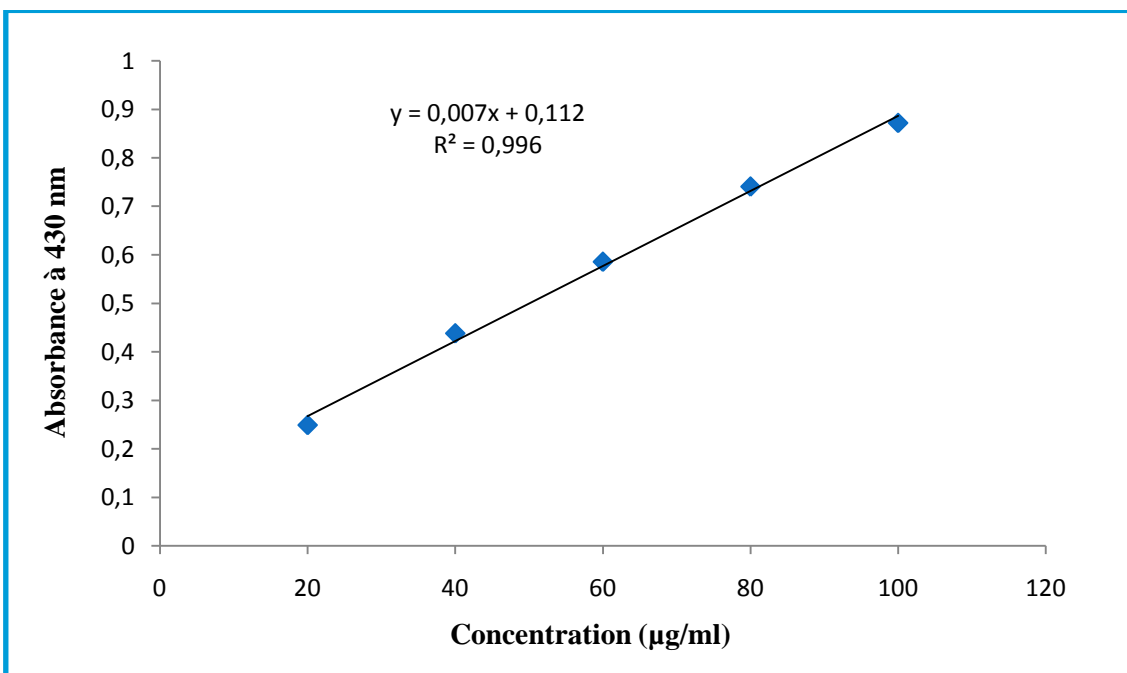


Figure 02 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.

Annexe VI : Pouvoir réducteur

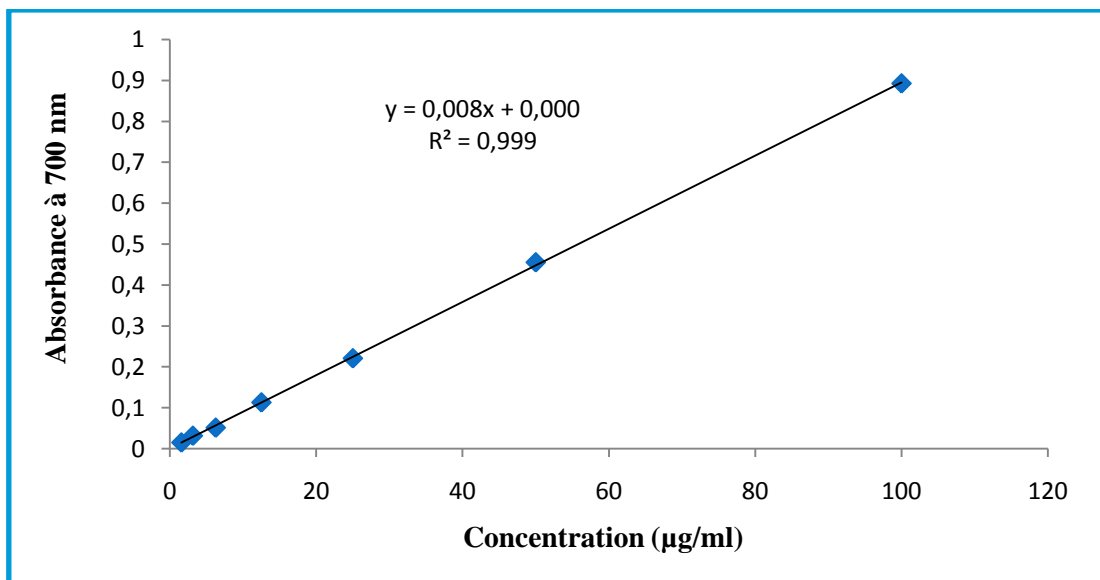
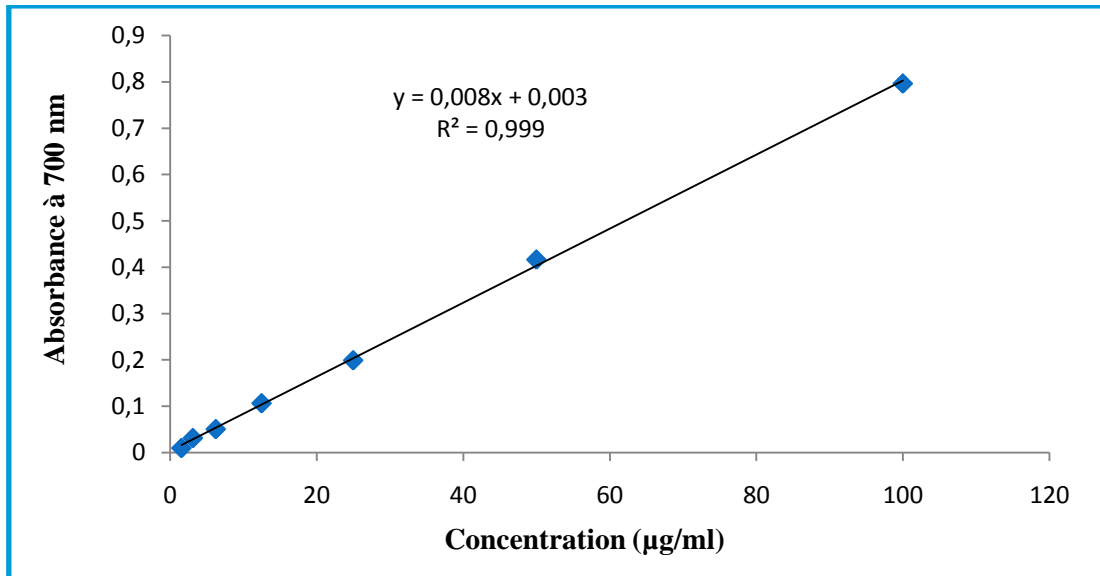


Figure 01 : Pouvoir réducteur de la vitamine C.

Annexe VI: suite 01

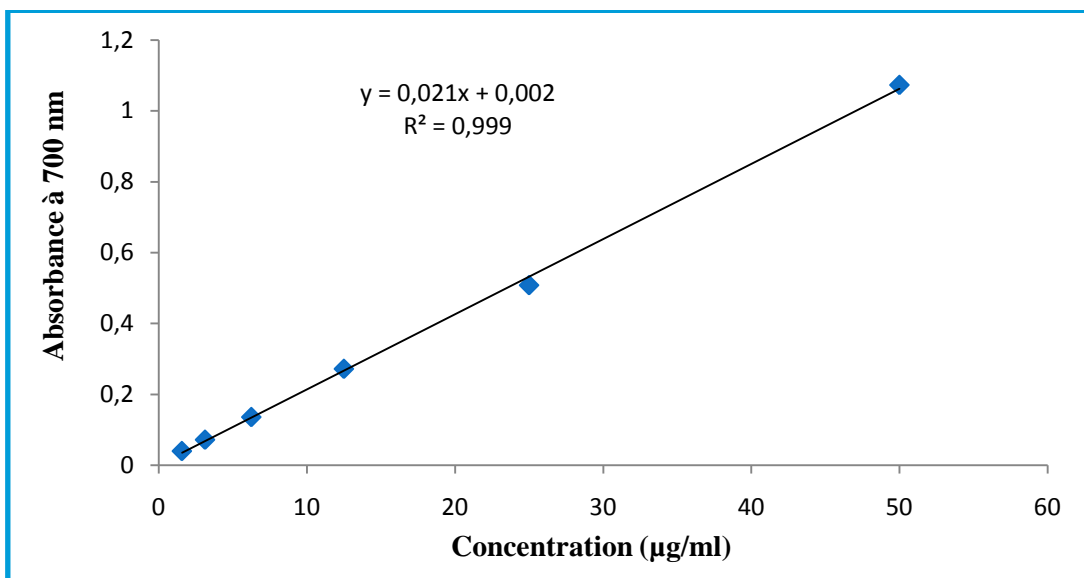
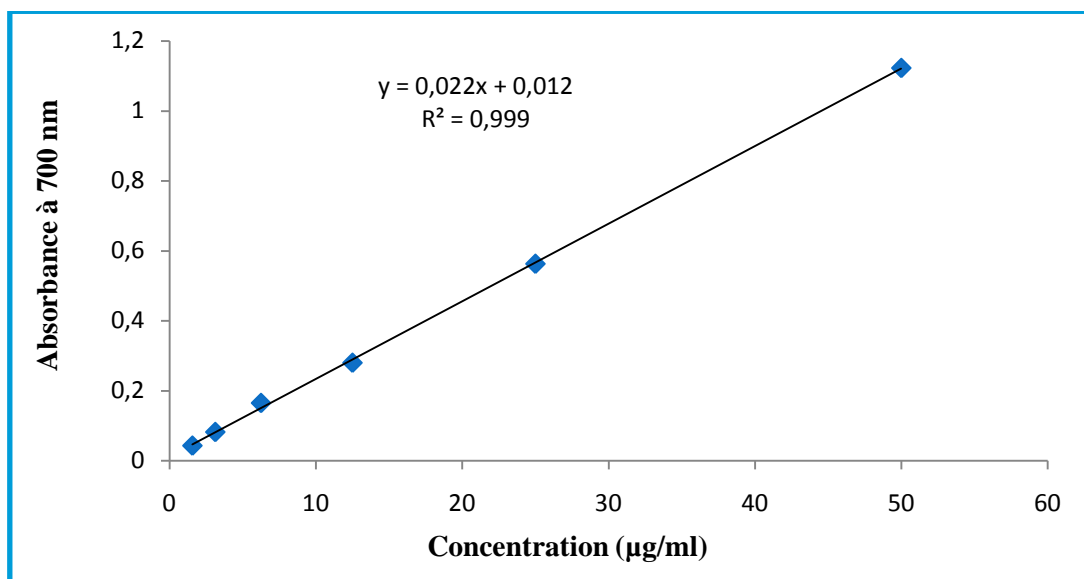


Figure 02 : Pouvoir réducteur de l'acide gallique.

Annexe VI: Suite 02

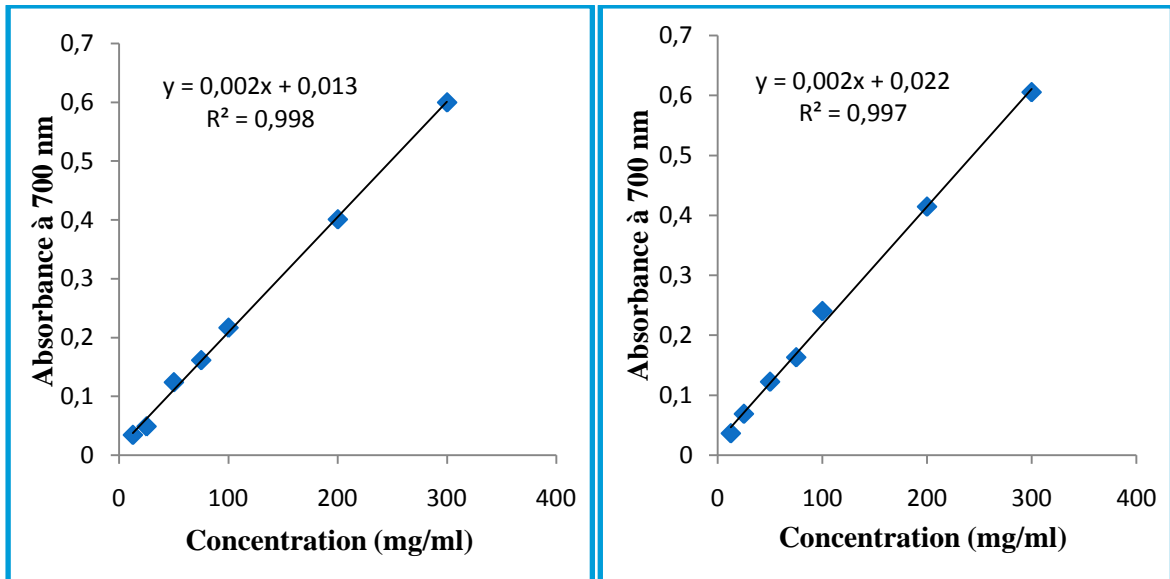


Figure 03 : Pouvoir réducteur de l'échantillon E1.

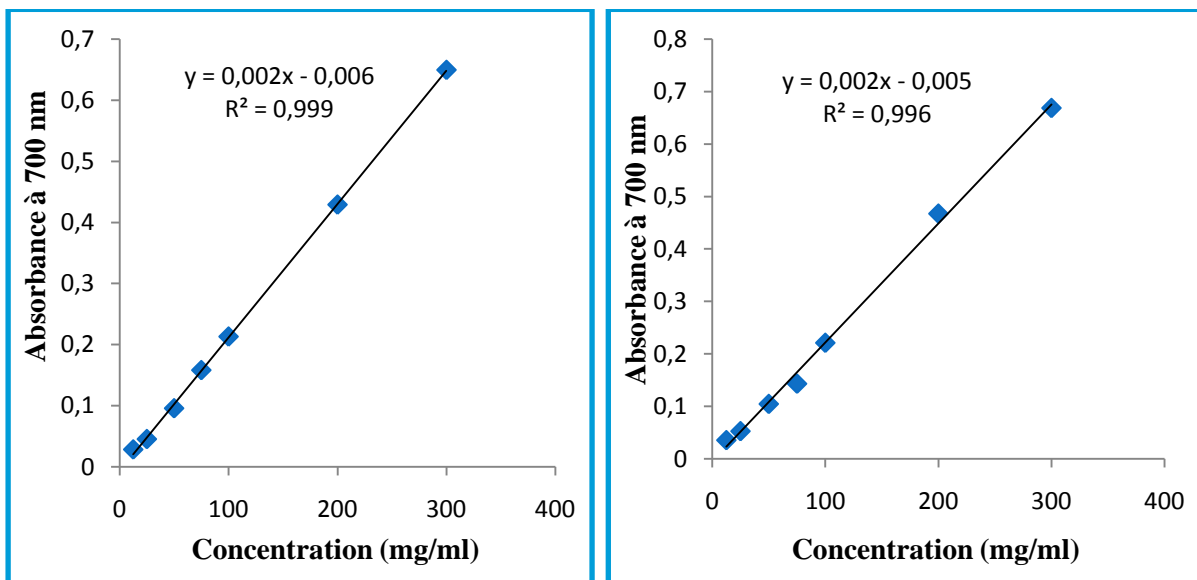


Figure 04 : Pouvoir réducteur de l'échantillon E2.

Annexe VI: Suite 03

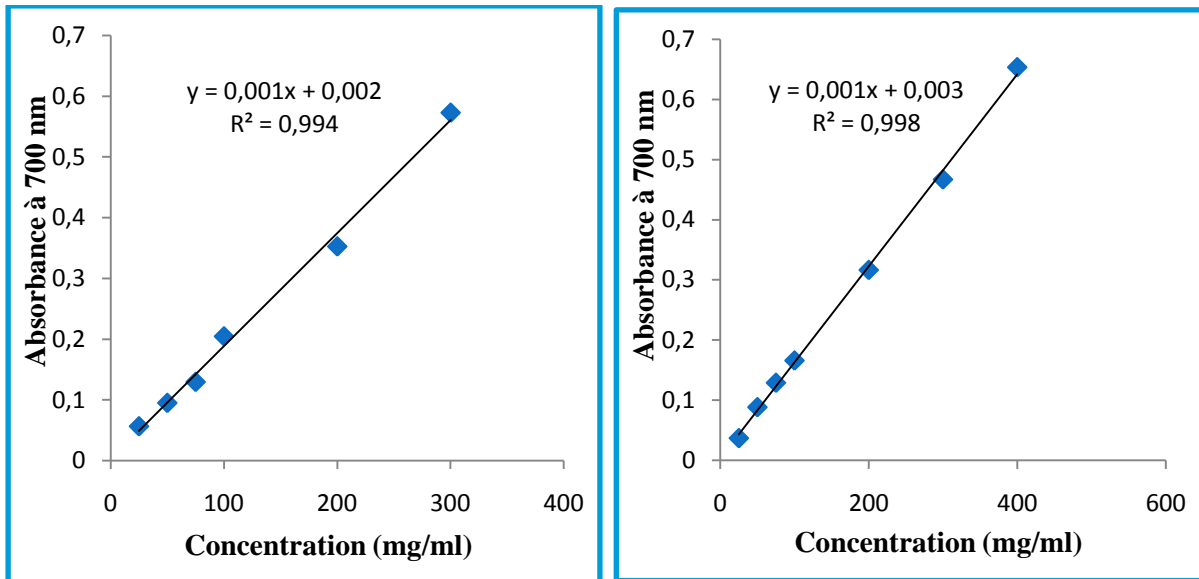


Figure 05 : Pouvoir réducteur de l'échantillon E3.

Résumé

Le miel est un composé biologique très complexe, d'une très grande diversité, possédant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. Le présent travail est une contribution à l'évaluation de quelques propriétés physico-chimiques et de l'activité antioxydante de 3 miels de jujubier algériens, ainsi que de l'activité antibactérienne vis-à-vis de *staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*.

Les résultats des paramètres physico-chimiques effectués montrent que les échantillons de miel examinés sont conformes aux normes internationales et ils sont de bonnes qualités.

Les résultats de l'activité antibactérienne montrent clairement l'impact du miel naturel sur la sensibilité microbienne. Cet effet inhibiteur a été constaté pour tous les échantillons testés, sur les trois souches.

Il est difficile de comparer nos résultats avec ceux obtenus dans d'autres études car il y a peu de travaux effectués sur le miel de jujubier surtout dans le territoire algérien malgré sa bonne production.

Ce modeste travail de recherche pourrait d'une part, servir d'une meilleure contribution et d'autre part, sensibiliser et interpeler les autorités nationales pour protéger la santé du consommateur et cela par une réflexion sur l'élaboration de normes nationales.

Mots clés : miels de jujubier, paramètres physico-chimiques, activité antibactérienne, activité antioxydante.

Abstract

Honey is a very complex biological compound, very diversified, with a multitude of properties, both nutritionally and therapeutically. This work is a contribution to the evaluation of some physicochemical properties, and the antioxidant activity of 3 Algerian jujube honeys, as well the antibacterial activity against *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* was evaluated.

Our results showed that the physico-chemical parameters of the examined honeys are compatible with the international standards and they are of good quality.

The results of antibacterial activity showed that our honey samples have an inhibitory effect against the three tested bacterial strains.

In our study, it is difficult to compare our results with those obtained in other studies because there is a little of work done on jujube honey especially in Algerian territory despite its good production.

On the one hand, this modest research work could serve a better contribution and on the other hand, it raises awareness and challenge national authorities to protect the health of the consumer, and this by reflecting on the development of national standards.

Key words: jujube honey, physico-chemical parameters, antibacterial activity, antioxidant activity.

ملخص

العسل هو مركب بيولوجي معقد ومتنوع للغاية ، لهي العديد من الخصائص ، سواء من الناحية الغذائية أو العلاجية . هذا العمل هو مساهمة في تقييم بعض الخصائص الفيزيائية الكيميائية والنشاط المضاد للأكسدة لثلاث عينات من عسل السدر الجزائري ، وكذلك النشاط المضاد للبكتيريا ضد *Staphylococcus aureus* ; *Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginosa*.

أظهرت نتائج المقاييس الفيزيائية والكيميائية التي تم إجراؤها أن عينات العسل التي تم فحصها متوافقة مع المعايير الدولية وأنها ذات نوعية جيدة.

أظهرت نتائج النشاط المضاد للبكتيريا تأثير عسل السدر على الحساسية الميكروبية. وقد لوحظ هذا التأثير المثبط لجميع العينات التي تم اختبارها على السلالات البكتيرية الثلاثة.

كان من الصعب مقارنة نتائجنا مع نتائج الدراسات الأخرى وذلك لقلّة البحوث العلمية التي اهتمت بعسل السدر خصوصا على المستوى الوطني.

من ناحية، يمكن أن يكون هذا العمل البحثي المتواضع بمثابة مساهمة أفضل في تبيين الخصائص الفيزي كيميائية و البيولوجية لعسل السدر الجزائري ومن ناحية أخرى، رفع وعي السلطات الوطنية لحماية صحة المستهلك، وذلك من خلال التفكير في تطوير المعايير الوطنية.

كلمات المفتاح : عسل السدر ، المعايير الفيزيائية الكيميائية ، النشاط المضاد للبكتيريا ، النشاط المضاد للأكسدة.