

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun–Tiaret
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par :

DELLAL RAZIQA

MAZOUZI NOZHA

DAOU MERIEM

Thème

**Analyses physico-chimiques et activité anti-oxydante et
antibactérienne du miel d'oranger (*Citrus sinensis*).**

Jury :

| | | |
|-----------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Président : | M^{me} BELARBI F. | « Maitre-assistant A » |
| Encadrant : | M^{me} MAKHLOUFI C. | «Professeur » |
| Co-encadrant : | M^{me} ABDALLAH F. | « Ingénieur de laboratoire » |
| Examineur : | M^{me} MEDJBER N | « Maitre de conférences B » |

Année Universitaire 2023-2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَأَوْحَىٰ رَبُّكَ إِلَى النَّحْلِ أَنْ اتَّخِذِي مِنَ الْجِبَالِ بُيُوتًا وَمِنَ الشَّجَرِ وَمِمَّا يَعْرِشُونَ﴾ 68 ﴿ثُمَّ
كَلَّمِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَأَسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلًّا يَخْرُجُ مِنْ بُطُونِهَا شَرَابٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ
شِفَاءٌ لِلنَّاسِ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ﴾ 69 ﴿ (سورة النحل آية 68 . 69)

"Et ton Seigneur révéla aux abeilles: «Prenez des demeures dans les montagnes, les arbres, et les treillages qu'ils [les hommes] font.» Puis mangez de tous les fruits, suivez les sentiers de votre Seigneur, obéissants. De leurs ventres sort une liqueur, aux couleurs variées, dans laquelle il y a une guérison pour les gens. Il y a vraiment là une preuve pour des gens qui réfléchissent." (Sourate An-Nahl, versets 68-69)

Remerciements

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

Nous tenons à remercier particulièrement:

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

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

A M^{me} BELARBI F. qui nous a fait l'honneur de présider ce travail. A M^{me} MEDJBER N. pour avoir accepté d'examiner ce mémoire. Nous tenons à remercier tous les techniciens du laboratoire pour leur aide, et leur respect.

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

Nous remercions toute la promotion de la microbiologie appliquée 2023/2024.

Dédicaces

Tout d'abord, je remercie Allah pour tout. Pour la volonté, la force, la patience, l'endurance Et la continuité pour faire ce modeste travail.

A ma chère ma vie maman :

Celle qui m'a donné la vie, m'a élevé, qui a tout sacrifié pour que j'aie la chance d'arriver là où je suis. Celle qui a toujours été présente pour moi, qui m'a toujours soutenu et qui m'a toujours poussé vers la réussite.

A mon cher papa:

Qui est mon exemple dans la vie, celui qui n'a ménagé aucun effort dans mon éducation, qui m'a toujours appris et inculqué le vrai sens du travail et des responsabilités, tu as travaillé toute ta vie pour pouvoir nous assurer le meilleur avenir que nous puissions avoir.

A mes chère frères : Mohamed et Yaacoub, Ibrahim

A mes très chère sœurs : Fatiha et Saida et Khaira et la femme de mon frère

A tous mes neveux : Sanaa et Maria et Ratil, Alaa, Zino, Souhaib, Siraj et Moaz .

A mon Fiancé : Mohamed

A mes binome : Meriem et Nozha.

Dédicaces

Tout d'abord, je remercie Allah pour tout. Pour la volonté, la force, la patience, l'endurance Et la continuité pour faire ce modeste travail.

Je dédie ce travail à ma chère mère, ma belle rose est une étoile qui illumine mon ciel yamina, que Dieu la guérisse. A mon cher père, l'homme que j'aime tant et je suis fière d'être sa fille, merci pour tout l'amour et Et la confiance que tu m'as donné depuis mon enfance. Tu as toujours été le meilleur pour moi.

Je dédie aussi ce travail à mes chers frères : Ghoulem, Nadjib

et ma sœur : Dhjouhina.

A mes neveux: Amina , Osaid.

A mes tantes : yakout , zohra.

Aux filles de ma tante : souhila , Aicha , inas , wissal.

A mes amies : Arwa , kfiawla , marwa , yasmine , nassira.

A mes collègues : Raziqa , Meriem.

Dédicaces

Avant tous je remercie mon Dieu qui m'a donné la volonté de continuer

Mes études et faire ce modeste travail.

A mes très chers parents, pour leur endurance, leur amour,

Leurs sacrifices et leurs encouragements.

A mes sœurs (Ismahane et Hanadi) et frères (Abdelrahmen et Amin et Saber) et toute ma famille

A mes chères amies.

A mes chers binômes : Raziqa

et Nozha.

Et à toutes les personnes qui me connaît.

A tous mes enseignants, je leurs exprime ma profonde gratitude

MERJEM

Liste des abréviations

| | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| ATCC | American type Culture Collection. |
| CE ₅₀ | Concentration effectrice à 50%. |
| CMI | Concentration Minimale Inhibitrice. |
| D.O | Densité Optique. |
| EAG | Equivalent acide gallique. |
| EC | Equivalent catéchine. |
| EQ | Equivalent quercétine. |
| FRAP | Ferric Reduction Antioxidant Power. |
| K ₃ Fe(CN) ₆ | Ferricyanure de potassium. |
| meq | Milli équivalent. |
| MGO | Méthylglyoxal. |
| Min | Minimum. |
| mS | Milli siemens. |
| Max | Maximum. |
| nm | Nanomètre. |
| pHE | Potentiel hydrogène équivalent. |
| TCA | Acide Trichloro acétique. |
| UFC | Unité formant colonie. |
| UV-VIS | Ultra-violet visible. |
| Vol | Volume. |

Liste des figures

| Figure | Titre | Page |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 01 | Echantillons de miel d'oranger étudiés | 11 |
| 02 | Protocole experimental | 13 |
| 03 | Répartition de la teneur en eau des miels analysés | 23 |
| 04 | Répartition de la conductivité électrique des miels testés | 25 |
| 05 | Répartition des valeurs de pH des miels d'oranger | 26 |
| 06 | Répartition des valeurs d'acidité libre des miels d'oranger | 28 |
| 07 | Acidité combinée des miels d'orangers étudiés | 29 |
| 08 | Acidité totale des miels étudiés | 30 |
| 09 | Teneur en HMF de chaque variété de miels d'orangers | 31 |
| 10 | Teneurs en polyphénols des miels étudiés (Moyenne± Ecart type) | 32 |
| 11 | Teneurs en flavonoïdes des miels étudiés (Moyenne ± Ecart type) | 33 |
| 12 | Concentrations effectrices responsable du pouvoir réducteur des miels, Vitamine C et l'acide gallique (moyenne Ecart type). | 35 |

Liste des tableaux

| Tableau | Titre | Page |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 01 | Présentation des échantillons de miels étudiés | 10 |
| 02 | Matériel et produits chimiques utilisés | 12 |
| 03 | Paramètres des analyses physico-chimiques des échantillons des miels d'oranger | 22 |
| 04 | Les valeurs des CMI des miels étudiés vis-à-vis des souches testées | 37 |

Liste des annexes

| Annexe | Titre |
|-------------------|----------------------------------------------------------------|
| Annexe I | Table de CHATAWAY (1935) |
| Annexe II | Composants du milieu de culture |
| Annexe III | Valeurs de CMI des miels étudiés vis-à-vis des souches testées |
| Annexe IV | Bactéries pathogènes étudiées |
| Annexe V | Courbes d'étalonnage |
| Annexe VI | Pouvoir réducteur |

| | |
|------------------------------|-----|
| Liste des abréviations | i |
| Liste des figures..... | ii |
| Liste des tableaux | iii |
| Listes des annexes | iv |

Sommaire

Introduction

Partie expérimentale

Chapitre I: Matériel et méthodes

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Matériel..... | 10 |
| 1.1. Objectif du travail..... | 10 |
| 1.2. Lieu et durée du travail..... | 10 |
| 1.3. Matière première | 10 |
| 1.3.1. Échantillons de miel | 10 |
| 1.4. Matériel et produits chimiques | 12 |
| 2. Méthodes | 13 |
| 2.1. Protocole expérimental..... | 13 |
| 2.2. Analyses physico-chimiques | 14 |
| 2.2.1. Détermination de la teneur en eau | 14 |
| 2.2.2. Détermination de la conductivité électrique..... | 14 |
| 2.2.3. Détermination du pH, de l'acidité libre, des lactones et de l'acidité totale..... | 15 |
| 2.2.4. Hydroxy-méthylfurfural (HMF)..... | 16 |
| 2.3. Evaluation de l'effet antioxydant des miels | 17 |
| 2.3.1. Dosage des polyphénols | 17 |
| 2.3.2. Dosage des flavonoïdes | 18 |
| 2.3.3. Test de réduction de fer FRAP (Fer Réduction Antioxydant Power) | 18 |
| 2.4. Evaluation de l'activité antibactérienne des miels | 20 |
| 2.4.1. Souches bactériennes..... | 20 |
| 2.4.2. Préparation de l'inoculum standard des souches..... | 20 |
| 2.4.3. Détermination de la CMI en milieu solide | 20 |

Chapitre II : Résultats et Discussion

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Analyses physicochimiques..... | 22 |
| 1.1. Résultats | 22 |
| 1.2. Discussion..... | 23 |
| 1.2.1. Teneur en eau | 23 |
| 1.2.2. Conductivité électrique..... | 24 |
| 1.2.3. pH (potentiel hydrogène)..... | 26 |
| 1.2.4. Acidité libre | 27 |
| 1.2.5. Acidité combinée..... | 28 |
| 1.2.6. Acidité totale | 29 |
| 1.2.7. Hydroxyméthylfulfural (HMF) | 30 |
| 2. Effets antioxydants des miels d'orangers | 32 |
| 2.1. Teneur en polyphénols | 32 |
| 2.2. Teneur en flavonoïdes | 33 |
| 2.3. Activité antioxydant évaluée par le pouvoir réducteur (Test de FRAP) | 34 |
| 3. Résultat de l'effet antibactérien des miels étudiés..... | 37 |
| Conclusion | |
| Références bibliographiques | |
| Annexes | |
| Résumé | |

Introduction

Introduction

Le miel est une matière sirupeuse et sucrée, élaborée par les abeilles domestiques (*Apis mellifera*), à partir du nectar des fleurs ou du miellat (**Djossou et al., 2013**).

Le miel est un aliment apprécié pour ses qualités gustatives originales et pour sa richesse en énergie. Il est composé de 10 à 20% d'eau et 70 à 80% de sucre, qui se répartit grossièrement en fructose (ou lévulose) pour 38%, glucose (ou dextrose) pour 30%. Ce sont les monosaccharides majoritaires, le maltose (environ 7%) le saccharose (environ 7%) et d'autres sucres rares, tel que l'isomaltose.

La composition chimique du miel varie selon la qualité du nectar et du miellat récoltés, la nature du sol et l'état physiologique de la colonie (**Merah et al., 2010**).

Le miel est depuis des millénaires exploité par l'homme. Il a toujours été apprécié, d'une part pour ses qualités gustatives et d'autre part, pour ses nombreuses vertus thérapeutiques démontrées à plusieurs reprises par des études scientifiques. Ses usages empiriques ont traversé les siècles mais l'avènement de la chimie moderne les a progressivement fait tomber dans l'oubli.

Le pollen représente le produit le plus précieux de la ruche car il constitue l'aliment principal de l'abeille. Il est riche en nutriments et en substances actives et est très énergétique en raison de sa forte teneur en hydrates de carbone et en protéines. Il contient tous les acides aminés essentiels que l'organisme ne peut synthétiser et compense donc parfaitement les insuffisances que nous impose notre alimentation moderne déséquilibrée.

Selon **Bogdanov et al. (2008)**, la médecine utilise le miel pour ses propriétés cicatrisantes, antiseptiques et bactéricides.

Notre travail est mené en vue d'étudier la qualité physico-chimique et les activités antioxydantes et antibactériennes de quatre échantillons de miels d'oranger provenant de différentes régions d'Algérie.

Chapitre I

Matériel et méthodes

1. Matériel

1.1. Objectif du travail

Notre étude a pour objectif, la caractérisation physico-chimique et l'évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne de quatre miels d'oranger.

1.2. Lieu et durée du travail

Les analyses effectuées sur les quatre échantillons de miel d'oranger ont été réalisées durant la période allant du 28 Janvier au 05 Avril 2024 au sein des laboratoires suivants:

- Laboratoire de microbiologie, de technologie alimentaire et de production animale de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Ibn Khaldoun-Tiaret;
- Laboratoire d'amélioration et valorisation des productions animales locales de l'université Ibn Khaldoun-Tiaret.

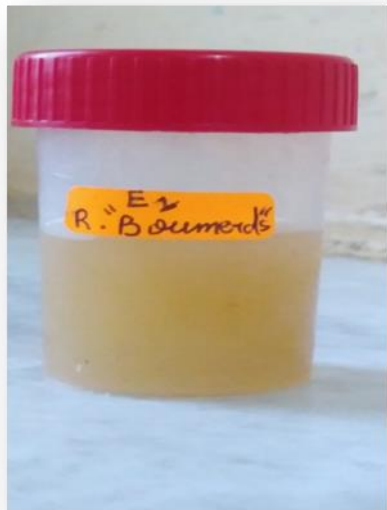
1.3. Matière première

1.3.1. Échantillons de miel

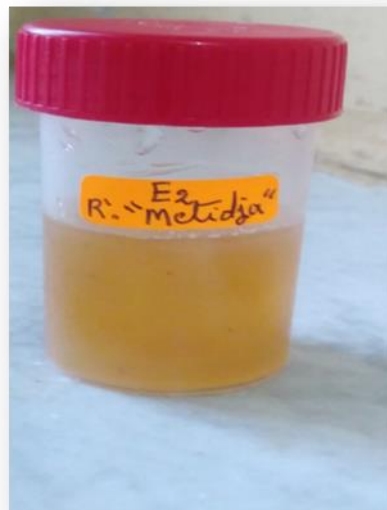
Les quatre miels d'oranger étudiés ont été collectés de différentes régions durant l'année 2023 (Tableau. 01 et figure. 01).

Tableau 01: Présentation des échantillons de miels étudiés.

| Echantillons | Date de récolte | Région de récolte | Origine florale présumée | Mode d'extraction |
|---------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| E1 | 2023 | Boumerdes | Oranger | Electrique |
| E2 | 2023 | Metidja | Oranger | Electrique |
| E3 | 2023 | Mostaganem | Oranger | Electrique |
| E4 | 2023 | Relizane | Oranger | Electrique |



E1 : Boumerdes



E2 : Metidja



E3 : Mostaganem



E4 : Relizane

Figure 01 : Echantillons de miel d'oranger étudiés.

1.4. Matériel et produits chimiques

Le matériel et les produits chimiques utilisés dans cette étude sont cités dans le tableau suivant:

Tableau 02: Matériel et produits chimiques utilisés.

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

2. Méthodes

2.1. Protocole expérimental

Le protocole expérimental suivi au cours de cette étude est résumé dans la figure suivante:

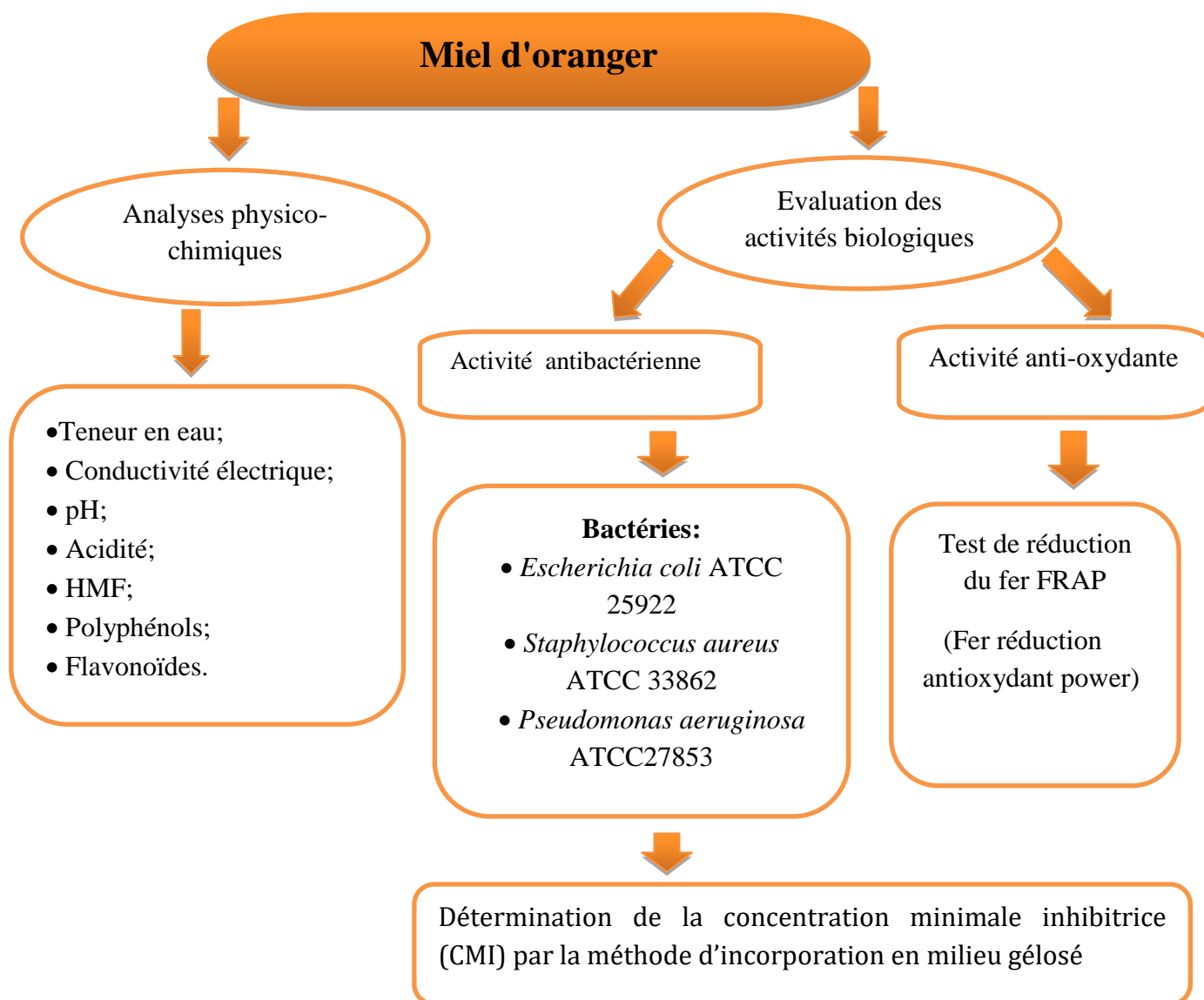


Figure 02 : Protocole expérimental

2.2. Analyses physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées selon les méthodes harmonisées de la commission européenne du miel (**Bogdanov et al., 1997**).

2.2.1. Détermination de la teneur en eau

Ce paramètre est déterminé par la mesure de l'indice réfractométrique. Ce dernier est une mesure optique qui varie en fonction de la concentration en matière sèche du produit à analyser et de la température.

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.

2.2.2. Détermination de la conductivité électrique

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

• Mode opératoire

Peser une masse de miel telle que:

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

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

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

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.

2.2.3. 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 sont de l'ordre de 0,2 ml au début du dosage puis de 0,1 ml dès que les variations deviendront plus importantes.

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

- Expression des résultats

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

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

$$\text{Acidité combinée (meq/kg)} = \frac{1000.[(10-V).N - 0,05.V']}{M}$$

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

- V** : Volume en millilitre d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre le pH du point équivalent E lors de la neutralisation du miel;
- V'** : Volume en millilitre d'acide sulfurique pour atteindre le pH du point équivalent lors du dosage en retour;
- N** : Normalité d'hydroxyde de sodium;
- M** : Prise d'essai en gramme.

2.2.4. 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

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

DO: Densité optique

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

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

2.3. Evaluation de l'effet antioxydant des miels

2.3.1. Dosage des polyphénols

❖ Principe

Le dosage des polyphénols totaux des miels étudiés a été effectué selon la méthode décrite par **Singleton et al. (1999)** en utilisant le réactif Folin-ciocalteu qui est constitué d'un mélange d'acide phospho-tungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et d'acide phospho-molybdique ($\text{H}_3\text{PMO}_{12}\text{O}_{40}$) de couleur jaune.

En milieu alcalin, les polyphénols réduisent le réactif de folin en oxyde de tungstène et de molybdène de couleur bleue dont l'intensité de cette couleur est proportionnelle à la teneur des polyphénols présente dans l'échantillon (**Khadhri et al., 2013**).

Mode opératoire

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

Un volume de 0.25 ml de chaque solution de miel a été mélangé avec 0,25 ml de réactif folin-Ciocalteu dilué (1/10) après 5 min, un volume de 1,5 ml de Na_2CO_3 (7,5%) a été additionné, le mélange ainsi obtenu a été incubé de nouveau pendant 30 min à la température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance a été ensuite lue au spectrophotomètre à 760 nm contre un blanc sans échantillon.

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

2.3.2. Dosage des flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent le groupe de composés phénolique le plus répandu dans l'alimentation humaine. Ils sont présents dans les produits naturels, tel que le miel. Ils sont surtout connus pour leur activité anti-oxydante (**Rebai et al., 2015**).

❖ Principe

La teneur en flavonoïdes a été déterminée selon la méthode colorimétrique en utilisant une solution de chlorure d'aluminium (AlCl_3 à 2%).

Les flavonoïdes réagissent avec l' AlCl_3 pour donner un complexe de couleur jaune qui absorbe à une longueur d'onde de 430 nm.

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

Mode opératoire

Un volume de 1 ml de différentes concentrations de nos échantillons de miel (de 25 mg/ml à 500mg/ml) a été mélangé avec 1 ml d'une solution de chlorure d'aluminium (AlCl_3 à 2%) puis les mélanges ont été incubés pendant 30 min à la température ambiante et à l'abri de la lumière.

L'absorbance a été mesurée à 430 nm. Les concentrations en flavonoïdes sont estimées en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercétine qui a été réalisée de la même façon que les échantillons.

Les résultats sont exprimés en mg équivalent quercétine par 100 g de miel (mg EQ/100g).

2.3.3. Test de réduction de fer FRAP (Fer Réduction Antioxydant Power)

❖ Principe

Le pouvoir réducteur du fer (FRAP) est l'un des tests utilisés pour évaluer la capacité antioxydante des substances. Il 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 700 nm (Ou et al., 2001) et ce par le mécanisme réactionnel suivant :



Mode opératoire

La capacité réductrice des miels a été déterminée selon la méthode décrite par Oyaizu (1986).

Dans des tubes à essai en verre contenant 2,5ml des solutions des échantillons de différentes concentrations (25mg/ml- 400mg/ml), on ajoute 2,5ml de tampon phosphate (0,2M, pH 6,6) puis 2,5ml 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 2,5ml 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 2,5ml de surnageant est combiné avec 2,5ml d'eau distillée et 0,5ml 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 l'eau distillée qui permet de calibrer l'appareil (UV-VIS spectrophotomètre).

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

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

❖ Expression des résultats

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

2.4. Evaluation de l'activité antibactérienne des miels

2.4.1. Souches bactériennes

Les trois souches bactériennes utilisées dans l'évaluation de l'activité antibactérienne des miels étudiés sont les bactéries à Gram négatif *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) et *Escherichia coli* (ATCC 25922) et la bactérie à Gram positif *Staphylococcus aureus* (ATCC 33862) ont été fournies par le laboratoire de recherche amélioration et valorisation des productions animales locales de l'université Ibn Khaldoun de Tiaret.

2.4.2. Préparation de l'inoculum standard des souches

A partir des cultures jeunes de 18 à 24h , prélever quelques colonies à l'aide d'une anse de platine, décharger l'anse dans 5 à 10ml d'eau physiologique stérile 0,9%, bien agiter et homogénéiser la suspension bactérienne, son opacité doit être équivalente à 0,5Mc Farland ou à une D.O de 0,08 à 0,1 lue à 625nm équivalent à 1×10^8 UFC/ml.

2.4.3. Détermination de la CMI en milieu solide

L'évaluation de l'activité antibactérienne de nos miels a été réalisée par la méthode d'incorporation en milieu gélosé à fin de déterminer les CMI des miels étudiés vis-à-vis des souches bactériennes testées.

Dans des tubes à essai stériles, différentes concentrations de miel (de 5 à 15%) sont mélangées avec le milieu Mueller Hinton préliminairement fondu et maintenu à 45°C pour avoir un volume final de 5ml, à l'aide d'un vortex le contenu des tubes est agité pendant quelques secondes, les mélanges sont coulés dans des boîtes de pétri de 60 mm de diamètre. Des témoins contenant le milieu de culture seul sont également préparés, ensuite les boîtes ont étéensemencées par écouvillonnage avec un inoculum standard de de chaque souche à tester.

Les boîtes sont mises à l'incubation à 37°C pendant 24h (Boukraa, 2008).

❖ Lecture

La lecture se fait visuellement par l'observation de la croissance ou l'inhibition de la croissance des bactéries à tester par rapport à la croissance sur la boîte témoin sans miel.

Selon **Noel et Leyvral (2001)**, La CMI est définie comme étant la plus faible concentration d'un agent antimicrobien pour laquelle aucune croissance n'est visible à l'œil nue, les valeurs de CMI sont exprimées en pourcentage (**vol/vol**).

Chapitre II

Résultats et Discussion

1. Analyses physicochimiques

1.1. Résultats

Les résultats des paramètres étudiés des miels d'oranger sont donnés dans le tableau suivant:

Tableau 03: Paramètres des analyses physico-chimique des échantillons des miels d'oranger.

| Paramètres | Valeur moyenne ± Ecart-type | Min – Max | Limites standard internationales |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Humidité (%) | 17,3±1,05 | 15,8 - 18,2 | Pas plus de 20% |
| Conductivité électrique (mS/cm) | 0,28±0,02 | 0,25-0,31 | Miel de nectar: pas plus de 0,8 mS/cm Miel de miellat: pas moins de 0.8 mS/cm |
| pH | 3,66±0,36 | 3,13-3,94 | 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) | 7,75±2,98 | 5-12 | Pas plus de 50 meq/kg |
| Acidité combinée (meq/kg) | 3±2,58 | 0-6 | Limite non fixée |
| Acidité totale (meq/kg) | 10,75±4,03 | 5-14 | Limite non fixée |
| HMF (mg/kg) | 17,03±4,793 | 11,15-21,04 | Pas plus de 40 mg/kg |

1.2. Discussion

1.2.1. Teneur en eau

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

La teneur en eau des quatre échantillons de miel d'oranger varie entre 15,8 et 18,2% avec une moyenne de $17,3 \pm 1,05\%$ (Tableau 03 et figure 03)

La valeur la plus basse (15,8%) est marquée par le miel (E2) de la région de Metidja, tandis que le miel (E3) de Mostaganem possède la valeur la plus élevée (18,2%)

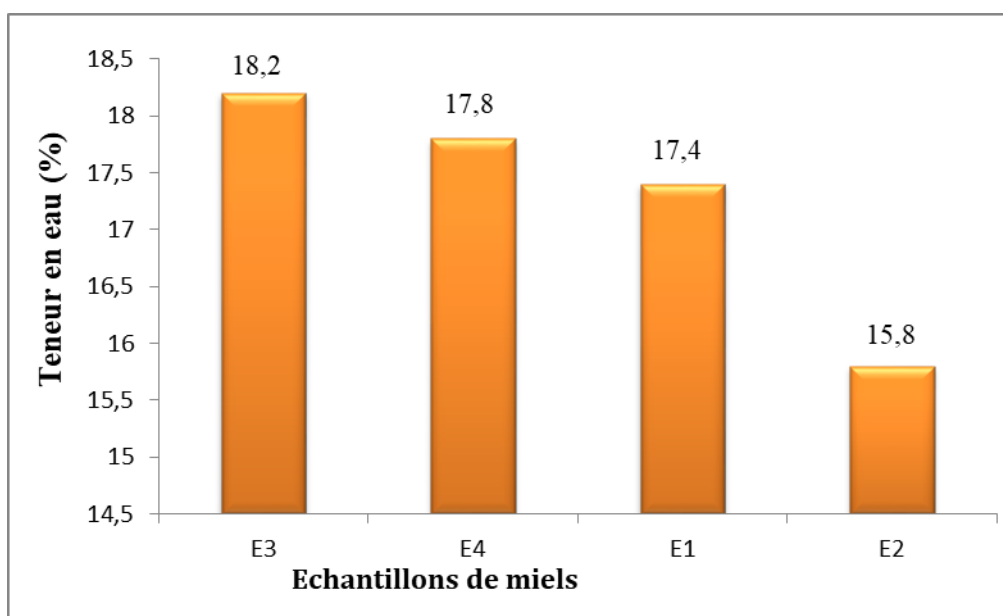


Figure 03: Répartition de la teneur en eau des miels analysés

Selon les normes internationales de la Commission du **codex alimentaire (2001)**, la teneur en eau ne doit pas dépasser 20%.

Selon **Hooper (1980)**, cité par **Makhloufi (2001)**, le miel est hygroscopique, c'est à dire peut aussi bien absorber l'humidité de l'air que perdre de l'eau, suivant que l'atmosphère est humide ou sèche.

Zekrini (2012) a trouvé des teneurs en eau qui varient entre 16,4 et 20,2% avec une moyenne de 17,47% dans les miels d'oranger analysés.

Mekious et al. (2015) ont trouvé dans les miels étudiés de Djelfa une teneur moyenne en eau de 14%.

Ouchemoukh et al. (2007) ont obtenu dans 11 échantillons de miel de Bejaia des valeurs allant de 14.6 à 19%.

Makhloufi et al. (2010) ont trouvé dans 22 miels provenant de différentes régions d'Algérie des valeurs comprises entre 13,9 et 20,2%.

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

Les travaux de **Benaziza-Bouchema et al. (2010)** sur les miels de la Metidja à dominance de *Citrus* donnent une valeur moyenne de 18,4%.

Les teneurs en eau varient assez largement en fonction de leur origine florale, de la saison de production et du climat de la région (**Bogdanov et al., 2004**).

Cependant des teneurs en eau plus élevées sont fréquentes dans certains miels tels que celui des bruyères (*Calluna*) et de trèfle (*Trifolium* sp) dont la teneur normale est souvent égale à 23%.

D'après **Ouchemoukh (2012) et Doukani et al. (2014)**, la variation de L'humidité peut s'expliquer par L'origine florale, la force des colonies d'abeille, la méthode de récolte, ainsi que des conditions hygrométriques de la ruche.

1.2.2. Conductivité électrique

La conductivité électrique est un bon critère pour la détermination de l'origine botanique du miel (**piazza et al., 1991**). Ce paramètre est très utilisé pour la classification des miels monofloraux (**persano oddo et al., 2004**).

Selon le **Codex alimentaire (2001)**, le miel de nectar devrait avoir une conductivité électrique inférieure à 0,8 mS/cm contrairement au miel de miellat, qui devrait avoir une conductivité électrique supérieure à 0,8 mS/cm.

Les résultats obtenus ont démontré une variabilité électrique dans les 4 échantillons de miel d'oranger testés. Ils varient entre 0,25 et 0,31mS/cm avec une moyenne de $0,28 \pm 0,02$ mS/cm (Tableau 03 et figure 04). Ces résultats sont inclus dans les normes conçues pour les miels de nectar.

La valeur la plus élevée (0,31 mS/cm) a été enregistrée par le miel (E4) de la région de Relizane et la valeur la plus faible (0,25mS/cm) par le miel (E3) de Mostaganem.

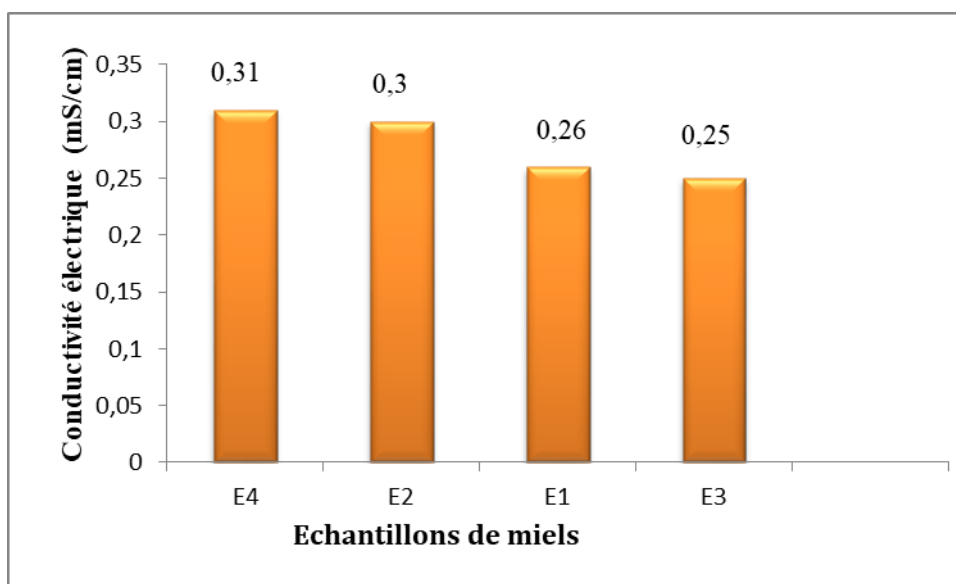


Figure 04: Répartition de la conductivité électrique des miels testés.

Le travail de **Makhloufi (2001)** sur 66 échantillons de miels examinés indique une conductivité électrique qui varie de 0,10 à 0,93 mS/cm avec une valeur moyenne de 0,568 mS/cm.

Hocine et Rezzoug (2017) ; Makhloufi et al. (2010) ont obtenu des valeurs de conductivité électrique allant de 0,10 à 2,72 mS/cm pour 211 miels algériens.

D'après **Terrab (2004)**, la conductivité électrique est une caractéristique des espèces végétales d'où vient le miel, elle est également proportionnelle à la quantité de cendres et d'acidité du miel.

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

Chefrour et al. (2009), signalent que la conductivité électrique du miel est étroitement liée à la teneur en sels minéraux, en acides organiques et en protéines.

Hallouz et Mamoun (2020) ont trouvé des valeurs de conductivité électrique allant de 0,51 à 0,56 mS/cm dans les miels de jujubier algériens étudiés.

Cependant **Naman et al. (2005)** ont obtenu des valeurs de la conductivité électrique sur les miels marocains qui varient entre 0,215 et 0,761 mS/cm avec une moyenne de 0,518 mS/cm.

1.2.3. pH (potentiel hydrogène)

Le pH caractérise l'acidité ou la basicité d'un produit, il influence fortement la vitesse de dégradation des sucres et des enzymes. Comme le montre (tableau 03 et figure 05), le pH des miels d'oranger examinés est compris entre 3,13 et 3,94 avec une moyenne de $3,66 \pm 0,36$.

La valeur la plus élevée (3,94) a été marquée par le miel (E2) de la région de Metidja, et la valeur la plus faible (3,13) par le miel (E1) de Boumerdes.

Le pH est parmi les mesures qui permettent de déterminer l'origine florale du miel. En effet selon **Gonnet (1986)**, les miels dont le pH est situé entre 3,5 et 4,5 sont issus de nectar, c'est le cas de tous nos échantillons, par contre ceux provenant des miellats sont compris entre 5 et 5,5 et les valeurs intermédiaires correspondent à des mélanges de miels de nectar et de miellat.

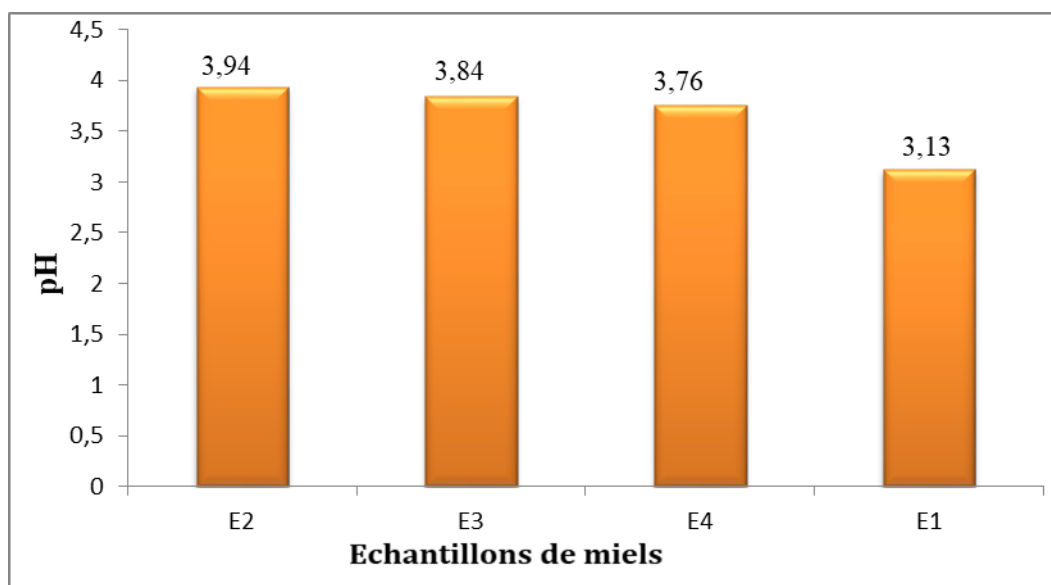


Figure 05: Répartition des valeurs de pH des miels d'orangers.

Les travaux sur l'étude de la qualité physicochimique, palynologique et sensorielle du miel d'oranger de la région de Metidja de **Zekrini (2012)** montrent des pH qui varient de 3,74 à 3,99 avec une moyenne de 3,88.

Malika et al. (2005) et Belhadj et al. (2015) ont trouvé que les valeurs du 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**).

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

Cependant selon **Bogdanov et Blumer (2001)**, certains miels ont un pH nettement plus élevé, entre 5 et 6 (miel de châtaignier, miel de miellat) mais ceux-ci possèdent néanmoins un effet antibactérien.

1.2.4. Acidité libre

L'analyse de l'acidité libre permet de quantifier les acides, d'évaluer la qualité du miel et de déterminer son origine botanique, sa conservation et sa résistance à la détérioration microbienne.

Bogdanov (1999), montre que l'acidité est un critère de qualité important, elle donne des indications importantes sur l'état d'un miel.

Les résultats de l'acidité libre de nos échantillons varient entre 5 et 12 meq /kg avec une moyenne de $7,75 \pm 2,98$ meq /kg (Tableau 03 et figure 06). Ces valeurs ne dépassent pas la limite d'acidité libre de 50 meq /kg.

La teneur la plus élevée (12meq/kg) a été trouvée dans le miel (E4) de la région Relizane, et la valeur la plus basse (5meq/kg) dans le miel (E2) Metidja.

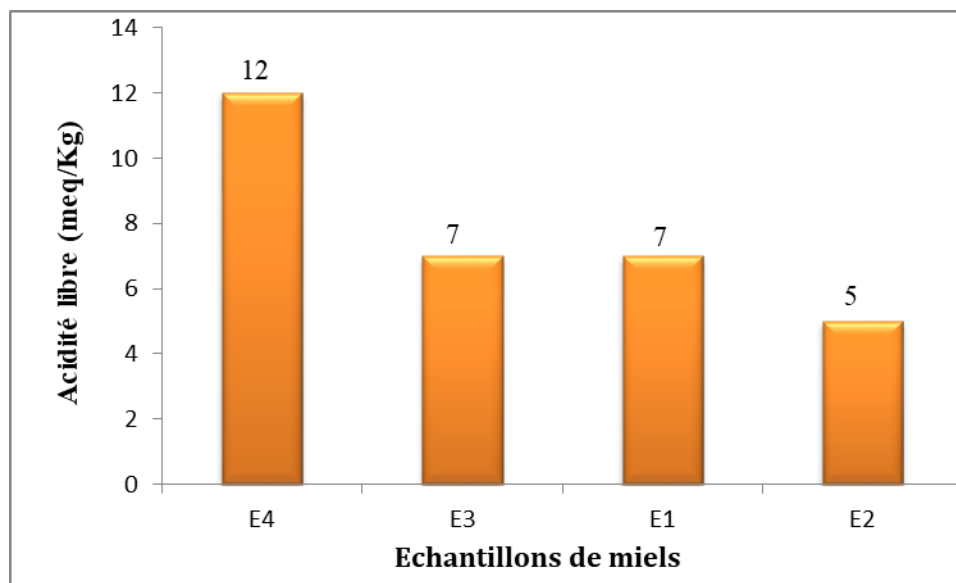


Figure 06: Répartition des valeurs d'acidité libre des miels d'oranger.

Zekrini (2012) a trouvé des valeurs d'acidité libre qui varie entre 10 et 30 meq/kg avec une moyenne de $16,5 \pm 6,34$ meq/kg dans les miels d'oranger examinés de Metidja.

Makhloufi et al. (2007) ont obtenu des valeurs qui varient entre 3 et 22,5 meq/kg dans les miels étudiés.

D'après **Cavia et al. (2007)**, la fermentation du miel provoque une augmentation de l'acidité dans le miel, bien qu'il existe une fluctuation naturelle considérable. L'ancienne norme prescrit une valeur maximale de 40 meq/kg. Dans le projet du Codex alimentaire, elle a été augmentée à 50 meq/kg étant donné qu'il existe quelque sorte de miels qui ont une teneur naturelle en acide plus élevée.

1.2.5. Acidité combinée

Selon **Laouar (2017)**, l'acidité du miel est due à un grand nombre d'acides organiques qu'il contient. L'acide principal est l'acide gluconique qui est en équilibre avec ses lactones ou ses esters et les ions inorganique tels que les phosphates et les chlorures.

Les valeurs de l'acidité combinée de nos échantillons de miels d'oranger sont données dans (tableau 03 et figure 07). Elles varient entre 0 et 6 meq/kg avec une moyenne de $3 \pm 2,53$ meq/kg.

La teneur la plus élevée 6 meq/kg a été obtenue par le miel (E3) de la région Mostaganem, et la valeur la plus faible (0) par le miel (E2) de Metidja.

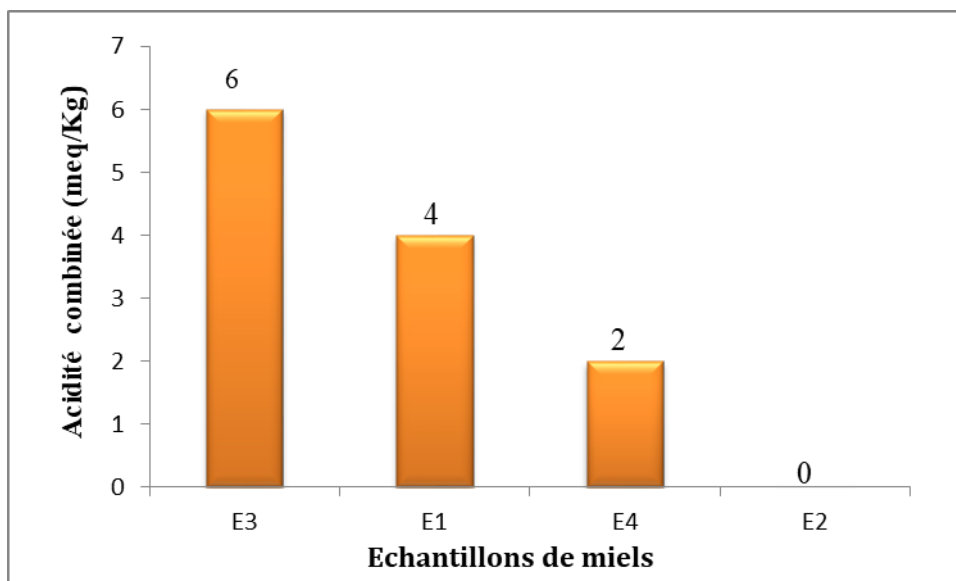


Figure 07: Acidité combinée des miels d'orangers étudiés.

Les résultats enregistrés dans 14 échantillons de miels d'oranger étudiés par **Zekrini (2012)** varient entre 1 et 28 meq/kg avec une moyenne de $9 \pm 8,00$ meq/kg.

Makhloufi et al. (2011) ont trouvé des valeurs d'acidité combinée qui varient entre 2 et 44,5 meq/kg dans 66 miels algériens étudiés.

Hallouz et Mamoun (2020) ont obtenu des valeurs d'acidité combinée des miels de jujubier étudiés qui varient entre 9 et 13,8 meq /kg.

1.2.6. Acidité totale

Selon **Laouar (2017)**, l'acidité totale est un critère de qualité. Nos résultats montrent des valeurs comprises entre 5 et 14 meq/kg avec une moyenne de $10,75 \pm 4,03$ meq/kg (Tableau 03 et figure 08).

La valeur la plus élevée 14 meq/k a été obtenue par le miel (E4) de la région de Relizane, et la valeur la plus faible (5meq/kg) par le miel (E2) de Metidja.

D'après **Makhloufi (2001)**, l'acidité totale de 66 miels algériens analysés se situe entre 8,45 et 63,1 meq/kg avec une moyenne de 38,5 meq/kg.

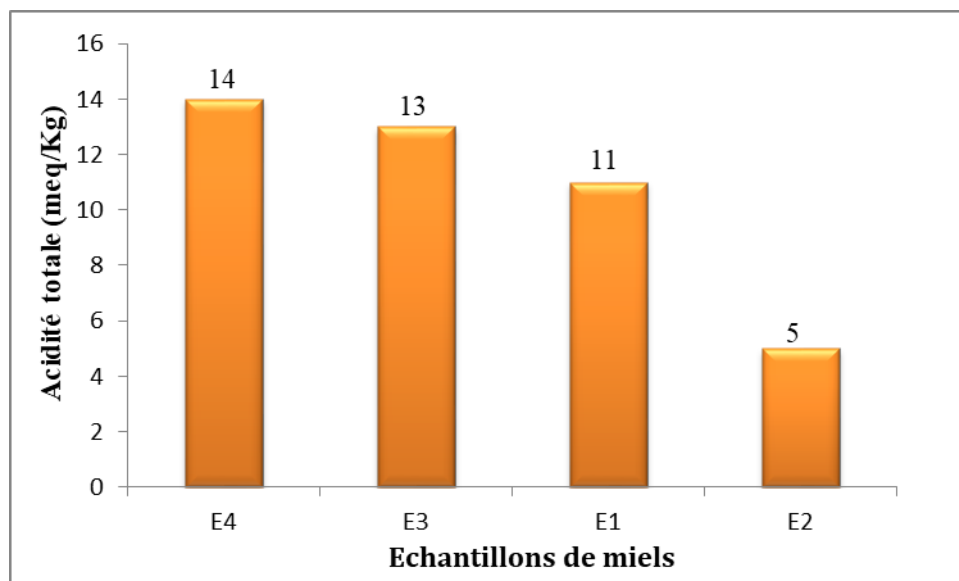


Figure 08: Acidité totale des miels étudiés.

1.2.7. Hydroxyméthylfulfural (HMF)

Selon **Schweitzer (2001)**, le dosage du taux d'HMF permet de situer le niveau de fraîcheur du miel, ce taux doit rester bas et ne pas dépasser 60 mg/kg de miel pour assurer une garantie de qualité et une preuve de bonne conservation.

Le **Codex alimentaire (2001)** impose que le miel vendu doit avoir un taux d'HMF inférieur à 40mg/kg pour garantir l'absence de chauffage durant son traitement.

Nos résultats révèlent des teneurs en HMF qui sont situées entre 11,15 et 21,04 mg/kg avec une moyenne de $17,03 \pm 4,79$ mg/kg.

La valeur la plus élevée (21,04 mg/kg) a été obtenue par le miel (E1) de la région de Boumerdes et la valeur la plus faible 11,15 mg/kg par le miel (E3) de Mostaganem.

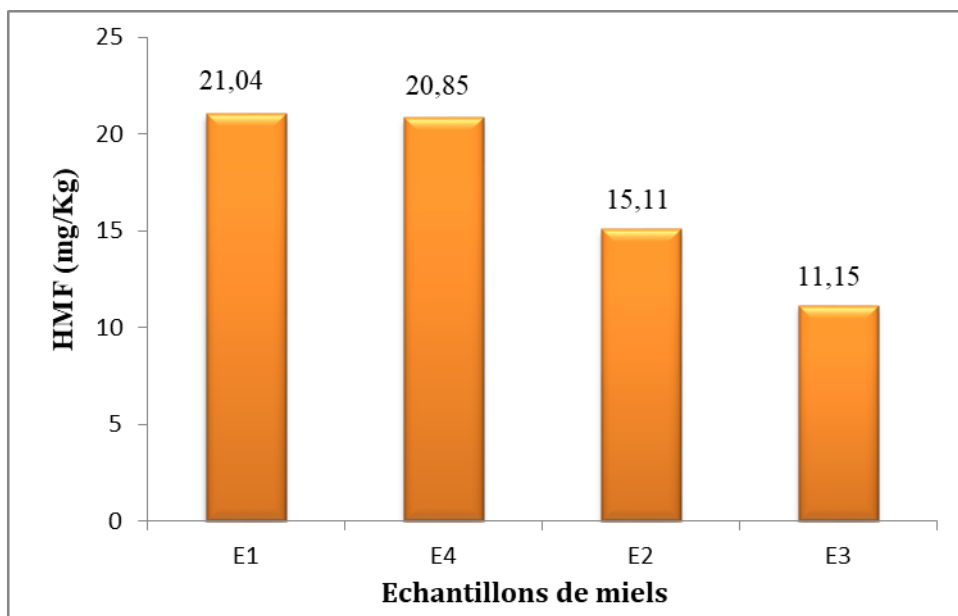


Figure 09: Teneur en HMF de chaque variété de miels d'orangers.

Bogdanov et al. (2004), montrent que la teneur en HMF est influencée par certains facteurs notamment le type de sucre, sa concentration, la durée de conservation, la température et L'acidité.

Zekrini (2012) a noté des valeurs en HMF allant de 0,14 à 23,05mg/ kg avec une moyenne de 5,96mg/kg.

Chakir et al. (2016) ont trouvé des valeurs comprises entre 1,87 et 30,43 mg/kg dans 73 variétés de miels marocains.

Mekious (2016) a obtenu une teneur moyenne en HMF de $3,11 \pm 3,41$ mg/kg pour les miels algériens à dominance de jujubier.

Tornuk et al. (2013) ont enregistré des teneurs en HMF comprises entre 0,03 et 4,12 mg /kg pour les miels Turques.

2. Effets antioxydants des miels d'orangers

2.1. Teneur en polyphénols

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

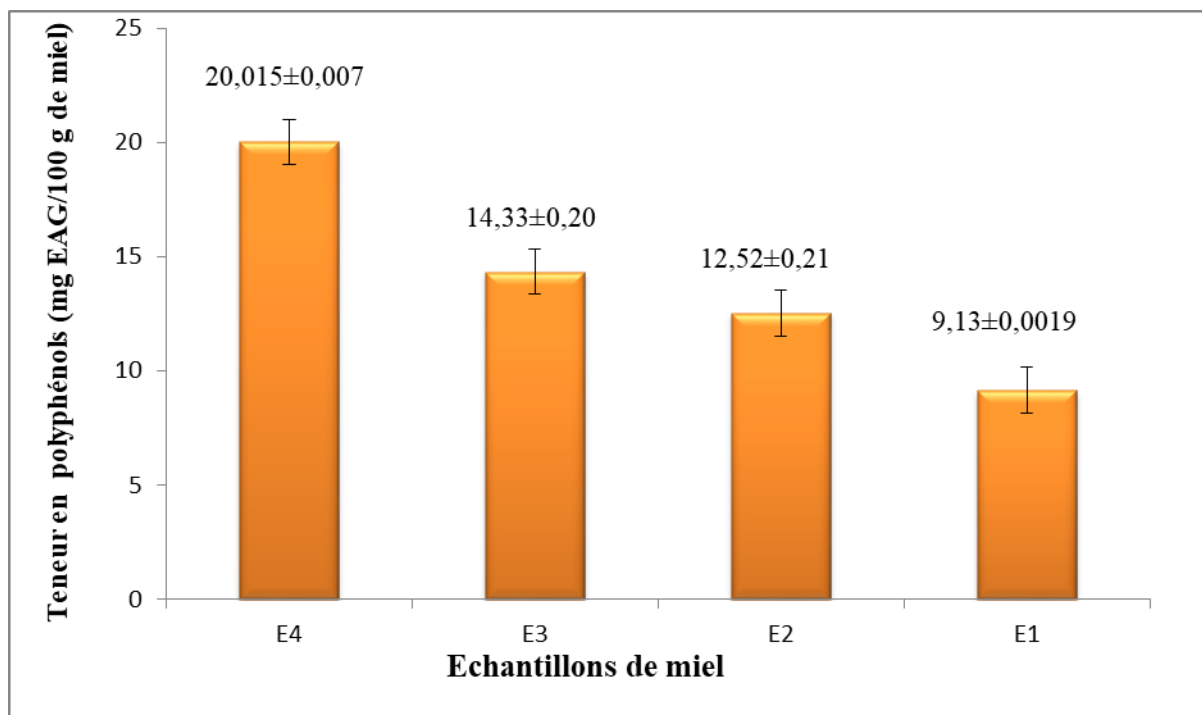


Figure 10: Teneurs en polyphénols des miels étudiés (Moyenne± Ecart type).

D'après les résultats obtenus, on constate que les teneurs en polyphénols des quatre échantillons de miel d'orangers varient entre $9,13 \pm 0,0019$ et $20,015 \pm 0,007$ mg EAG/100g de miel. La teneur la plus élevée $20,015$ mg d'EAG/100 mg a été obtenue dans le miel (E4) de la région de Relizane tandis que la teneur la plus faible ($9,13$ mg EAG/100mg) a été enregistrée dans le miel (E1) de la région de Boumerdes. De ces résultats il ressort que la teneur en polyphénols de l'échantillon (E4) de la région de Relizane ($20,015 \pm 0,007$ mg EAG/100g) est presque similaire à celles obtenus par **Oudjnia et al. (2022)** qui ont enregistré des teneurs en polyphénols d'ordre de $24,78 \pm 0,05$ mg EAG/100g et $22,49 \pm 0,015$ mg EAG/100g pour des miels d'oranger de la région de Mostaganem et de Chlef respectivement.

Nos résultats sont différents à ceux obtenus par d'autres études.

Mezhoud (2013) a rapporté des valeurs en polyphénols allant de 34 à 53 mg EAG/100g de miels.

Haderbache et al. (2015) ont enregistré des valeurs en polyphénols comprises entre 33,3 et 76,2 mg EAG/100g pour les miels de jujubier de la région de Laghouat et Djelfa respectivement.

Ouchemoukh et al. (2007) ont noté des teneurs en polyphénols qui oscillent entre 64 à 1304 mg EAG/100g pour les miels algériens.

Safa et al. (2018) ont motionné des teneurs en polyphénols comprises entre 39,52 et 125 mg EAG/100g.

Bakchich et al. (2017) ont trouvé un taux de polyphénols d'ordre de 17,2 mg EAG/100g pour le miel de *Peganum harmala*.

Le résultat d'une étude menée par **Zerrouk et al. (2017)** montre que les teneurs en polyphénols des miels algériens varient entre 163,1 et 187,7 mg EAG/100g.

La qualité et la quantité des polyphénols des miels sont influencés par plusieurs facteurs tels que l'origine géographiques et florale, la saison et les facteurs environnementaux, d'une manière général les miels les plus foncés sont très riche en polyphénols et possèdent une activité antioxydante très importante par rapport aux miels clairs (**Doukani et al., 2014**).

2.2. Teneur en flavonoïdes

Les résultats des teneurs en flavonoïdes des miels étudiés sont illustrés dans la figure suivante :

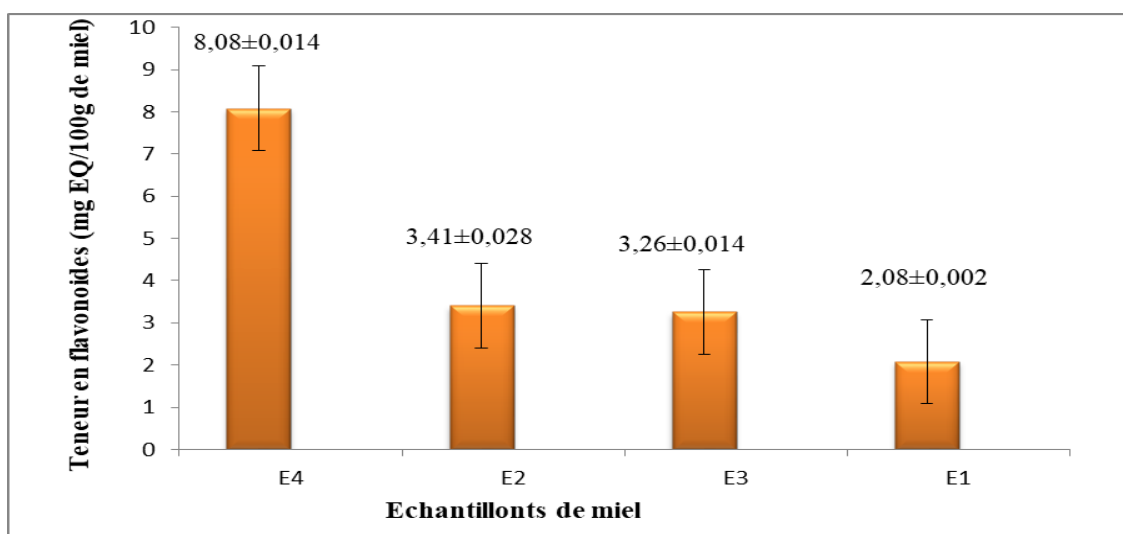


Figure 11: Teneurs en flavonoïdes des miels étudiés (Moyenne ± Ecart type)

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en flavonoïdes des miels analysés varient entre $2,08 \pm 0,002$ et $8,08 \pm 0,01$ mg EQ/100g de miel. On constate que l'échantillon (E4) de la région de Relizane a enregistré la teneur la plus élevée (8,08mg EQ/100g de miel), alors que l'échantillon (E1) de la région de Boumerdes a montré la teneur en flavonoïdes la plus faible (2,08 mg EQ/100g de miel). Nos résultats sont similaires à ceux obtenus par d'autres études à savoir :

Ouadjnia et Mebkhout (2022) ont noté des teneurs en flavonoïdes d'ordre de 3,7 et 5,41 mg EQ/100g pour les miels d'orangers de la région de Mostaganem et Chlef respectivement.

Hallouz et Mamoun (2020) ont rapporté des concentrations en flavonoïdes qui varient entre 6,40 et 7,41 mg EQ/100g pour les miels de jujubier algériens.

Ouchemoukh et al. (2007) ont enregistré des teneurs en flavonoïdes qui oscillent entre 64 et 130 mg EQ/100g pour des variétés de miels algériens.

Meda et al. (2005) ont montré que les quantités en flavonoïdes des miels de Burkina Faso varient entre 0,17 à 8,35 mg EQ/100g.

Zerrouk et al. (2017) ont obtenu des teneurs en flavonoïdes de l'ordre de 3,4 mg/100g Pour le miel de jujubier algérien.

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

2.3 Activité antioxydant évaluée par le pouvoir réducteur (Test de FRAP)

La figure suivante représente les résultats de pouvoir réducteur (FRAP) des échantillons de miels étudiés.

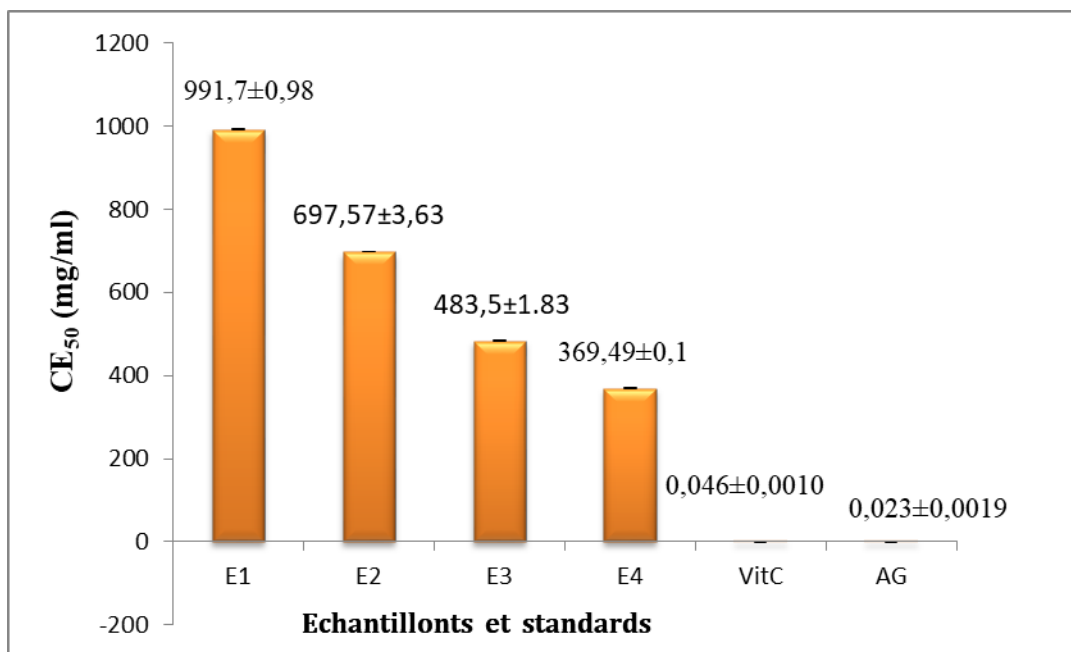


Figure 12: Concentrations effectrices responsable du pouvoir réducteur des miels, Vitamine C et l'acide gallique (moyenne Ecart type).

Les résultats obtenus révèlent que tous les échantillons des miels étudiés possèdent une activité antioxydante évaluée par le test du pouvoir réducteur (FRAP) avec des valeurs de CE₅₀ qui varient entre 369,49±0,1 et 991,7±0,98 mg/ml. Le miel de la région de Relizane (E4) présente le meilleur pouvoir réducteur (CE₅₀ = 369,49±0,1 mg/ml) ceci pourrait être attribué à ses teneurs élevées en polyphénols et en flavonoïdes en comparaison avec les autres miels étudiés, alors que le miel de la région de Boumerdes (E1) a montré la plus faible capacité réductrice avec une CE₅₀ d'ordre de 991,7±0,98 mg/ml, celui-ci peut être dû à ses faibles teneurs en polyphénols et en flavonoïdes par rapport aux autres miels.

On constate que le pouvoir réducteur des échantillons des miels reste inférieur à ceux des antioxydants standards, Vitamine C et acide gallique, qui représentent des CE₅₀ de l'ordre de 0,023±0,0019 et 0,046±0,0010 mg/ml respectivement.

L'activité antioxydante du miel évaluée par le pouvoir réducteur a été démontrée par plusieurs études dont on peut citer:

Abdellah et al. (2020) ont montré que deux variétés du miel de la steppe algérienne (*Euphorbia cheiradenia* et *Noaea mucronata*) possèdent un pouvoir réducteur important

avec des CE_{50} d'ordre de 159,37 mg/ml pour le miel d'*Euphorbia cheiradenia* et de 176,93 mg/ml pour le miel *Noaea mucronata* .

Bakchiche et al. (2017) ont noté une valeur de CE_{50} d'ordre de 0,056 mg/ml pour le miel de jujubier.

Imtara et al. (2018) ont montré que le miel palestinien présente un pouvoir réducteur important avec des valeurs de CE_{50} qui oscille entre 2,84 et 5,32 mg/ml.

Hallouz et Mamoun (2020) ont évalué l'activité antioxydant de 3 échantillons de miel de jujubier algérien par le test de pouvoir réducteur (FRAP) et ont enregistré des valeurs de CE_{50} qui varient entre $241,25 \pm 3,18$ et $497,5 \pm 0,70$ mg/ml.

Otmani et al. (2019) ont montré que deux variétés de miel de la région de Skikda présentent un pouvoir réducteur important avec des CE_{50} d'ordre de 106,38 mg/ml pour le miel monofloral de fraise et de 34,91mg/ml pour le miel multifloral.

Les résultats d'une étude faite par **Castro Rosane et al. (2012)** montrent que 9 échantillons de miels brésiliens présentent une activité antioxydante évaluée par le test du pouvoir réducteur avec des valeurs des CE_{50} comprises entre 34,99 à 438,69 mg/ml.

Le pouvoir antioxydant du miel pourrait être attribué à la présence des différents composés phénoliques, tels que les acides phénoliques et flavonoïdes et aussi des acides aminés, des protéines et des acides organiques (**Al et al., 2009 ; Ferreira et al., 2009**).

La variation de la capacité réductrice des variétés de miel dépend de son origine géographique et botanique et de sa composition chimique (**Noor et al., 2014**).

3. Résultat de l'effet antibactérien des miels étudiés.

Le tableau 04 représente les valeurs des CMI des miels étudiés vis-à-vis des souches bactériennes testées.

Tableau 04: Les valeurs des CMI des miels étudiés vis-à-vis des souches testées.

| Echantillons Souche testés | E1 (Miel de Boumerdes) | E2 (Miel de Metidja) | E3 (Miel de Mostaganem) | E4 (Miel de Relizane) |
|---------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 | 16% | 16% | 16% | 16% |
| <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 33862 | 20% | 16% | 20% | 16% |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853 | 20% | 19% | 17% | 16% |

Les résultats mentionnés dans le tableau 04 montrent que toutes les variétés des miels étudiées possèdent une activité antibactérienne contre toutes les souches bactériennes testées.

Les valeurs de CMI obtenues varient entre de 16% et 20% pour *Staphylococcus aureus* et de 16% et 20% pour *Pseudomonas aeruginosa*.

Tous les échantillons de miel présentent un effet antibactérien vis-à-vis d'*Escherichia coli* avec des CMI identique d'ordre de 16%.

Le miel de la région de Relizane (E4) présente une activité antibactérienne la plus élevée contre toutes les souches testées ceci est en raison de ses fortes teneurs en polyphénols ($20,015 \pm 0,007$ mg EAG/100g de miel) et en flavonoïde ($8,08\text{mg} \pm 0,014$ EQ/100g de miel) par rapport aux autres échantillons de miel étudiés, cependant le miel de la région de Boumerdes (E1) présente l'activité antibactérienne la plus faible contre *S.aureus* et *P.aeruginosa* cela est attribué à sa faible teneur en polyphénols et en flavonoïdes en comparaison aux autres variétés de miels testés.

Plusieurs études scientifiques ont montré l'effet antibactérien du miel.

Ouadjnia et al. (2022) ont rapporté que les miels d'oranger algériens présentent une activité antibactérienne contre *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Safa et al. (2018) ont montré que 5 échantillons de miels algériens inhibent la croissance des bactéries suivantes : *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC33862 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853

Les résultats d'une étude faite par **Belhaj et al. (2016)** montrent que huit échantillons de miel marocain présentent une activité antibactérien contre les bactéries a Gram négatif *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Bouchama et Djaouani (2015) ont démontré que deux échantillons de miels algériens possèdent un effet antibactérien vis-à-vis de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922 et *Staphylococcus aureus* ATCC 25922.

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

L'effet antibactérien du miel peut être attribué aux plusieurs facteurs dont on cite :

Peroxyde d'hydrogène

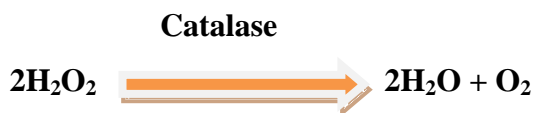
Le peroxyde d'hydrogène est le principal agent inhibiteur présent dans le miel. Il provient de l'oxydation d'eau et de glucose par le glucose - oxydase, une enzyme du miel sécrétée par les glandes hypo-pharyngiennes des abeilles lors de la transformation du nectar en miel selon la réaction suivante :



L'acide gluconique formé augmente l'acidité du miel ce qui inhibe la croissance bactérienne (**Descottes, 2009**).

L'action antibactérienne de peroxyde d'hydrogène est due aux radicaux hydroxyles libres générés par l'action catalytique d'ions métalliques provenant des cellules bactériennes.

La catalase représente l'antagoniste du glucose oxydase et réduit l'eau oxygénée en molécules d'eau et d'oxygène selon la réaction suivante :



La concentration en peroxyde d'hydrogène dépend donc directement de l'activité de ces deux enzymes.

Acidité

Le miel est caractérisé par un pH acide (entre 3 et 6), cette acidité est un facteur antibactérien important qui ralentisse ou inhibe la croissance de plusieurs espèces bactériennes pathogènes qui ont besoin d'un pH compris entre 4,2 et 7,4 pour leur croissance (**Descottes, 2009**).

Osmolarité

Le miel agit également par son effet antibactérien lié à son osmolarité qui est la conséquence de sa forte teneur en sucre 84%.

Il existe une forte interaction entre les sucres de miel et les molécules d'eau ce qui limite par conséquent la quantité d'eau disponible à la croissance des microorganismes et conduit à une déshydratation qui absorbe l'eau vitale de ces derniers (**Olaitan et al., 2007**).

Viscosité

Le miel est caractérisé par sa viscosité qui empêche la formation de biofilm en formant une barrière protectrice sur les plaies.

Méthylglyoxal (MGO)

Cette molécule présente une forte activité bactéricide, sa teneur varie selon l'origine géographique et florale du miel elle est fortement associée à son activité antibactérienne (**Sultanbawa et al., 2015**).

Défensine-1

La Défensine-1 est une protéine produite par les glandes hypo-pharyngiennes et mandibulaires des abeilles, elle est caractérisée par un large spectre d'activité antimicrobienne (**Annie, 2013**).

Composés phénoliques

Le miel contient des composés phénoliques tels que les tanins, l'acide benzoïque, les acides phénoliques qui sont des métabolites secondaires impliqués dans son activité antibactériennes (**Cushine et Lamb, 2005**).

Lysozymes

Lysozymes sont des enzymes présentes dans le miel, ils sont responsables de la protection contre les infections microbiennes.

Conclusion

CONCLUSION

Conclusion

Le miel est un élément biologique extrêmement complexe, d'une grande diversité qui lui confère une grande variété de propriétés, tant sur le plan nutritionnel que thérapeutique.

Cette recherche vise à évaluer la qualité de quatre échantillons de miel d'oranger, provenant de diverses régions algériennes (Boumerdes, Metidja, Mostaganem et Relizane), en se référant à l'analyse de certains paramètres physico-chimiques ainsi qu'à l'effet antibactérien et antioxydant.

Les données physico-chimiques obtenues, indiquent que les échantillons de miel étudiés possèdent un taux d'humidité conforme aux normes, ce qui les protège contre toute altération microbienne.

La conductivité électrique est un des critères importants pour identifier l'origine botanique du miel. Les résultats obtenus suggèrent que nos échantillons sont issus de nectar.

Pour l'HMF, tous les miels considérés ne dépassent pas la valeur maximum fixée par la plupart des normes internationales de qualité, ce qui indique que nos échantillons sont frais et ne sont pas soumis à un sur chauffage.

Le pH et l'acidité des échantillons des miels analysés sont dans la plage normale établie par le **Codex Alimentaire (2001)**, ce qui suggère l'absence de fermentations indésirables.

Les miels analysés présentent une activité antioxydante intéressante évaluée par le test de pouvoir réducteur (test de FRAP).

Les échantillons de miel étudiés sont caractérisés par une activité antibactérienne importante contre toutes les souches bactériennes testés.

Il est souhaitable de poursuivre ce travail sur tous les miels algériens principalement les miels mono-floraux afin de les caractériser et de contribuer à l'établissement des normes propres à notre pays.

Références

Bibliographiques

Références Bibliographiques

« A »

- **Abdellah F., Makhloufi C., Boukraa L., Hammoud M., Safa A., Dellal N., Benamara A., Benhadiri M., Marouf N., Benaraba R., 2020.** Physico-chemical properties and Antibacterial and Antioxidant Activity of Two Varieties of Honey from Algerian Steppe. *Journal of Apitherapy and Nature*, 3(2), 59-74.[WWW.dergipark.gov.tr/jan](http://www.dergipark.gov.tr/jan).
- **Achour H .Y., Khali M., 2014.** composition physicochimique des miels algériens. Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique science*, 10(2), 127-136.
<http://www.afriquescience.info>.
- **Al M.L., Daniel D., Moise A., Bobis O., Laslol., Bogdanov S., 2009.** Physic-chemical and bioactive properties of different floral origin honeys from Romania. *Food Chemistry*, 112 :863-867.
- **Annie K., 2013.** The therapeutic effects of honey. *The Plymouth student scientist*, 6 (1), 376- 385.<http://hdl.handle.net/10026.1/14023>.

« B »

- **Badawy O.F.H., Shafii S.S.A., Tharwat E.F. Kamal A.M., 2004.** Antibacterial activity of bee honey and it's therapeutic use fullness against Escherichia coli O157:H7 and Salmonella typhimurium infection .Revue scientifique et technique (*International Office of Epizootics*), 23, 3, 1019-1022.
- **Bakchich B., Bakchiche M., Benmebarek A., 2017.** Caractéristique physico-chimique, concentrations en composé phénolique et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie).*Rev.Magister.Agronomie*.6(1), 118-123.
- **Benaziza-Bouchema D., Schweitzer p. (2010).** Caractérisation des principaux miels des régions du Nord de l'Algérie. *Cahiers Agricultures*, 19 (6).
- **Belay A., Solomon W.K., Bultona G. Adgaba N. Melaku S., 2013.** Physicochemical properties of the Hareenna forest honey, Bale, Ethiopia. *Food Chemistry*, 141:3386-3392.
- **Bouchama et Djaouani 2015.** Etude de l'activité antibactérienne du produit de la ruche (miel, propolis et gelée royale). Mem de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme de Master en science Biologique et des Sciences Agronomique, Tizo-Ouzou.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Bogdanov, S. Blumer, P. (2001).** Propriétés antibiotique naturelles du miel. *Revue Suisse D'agriculture*, 98 (3) :(107- 114) p.
- **Bogdanov S., Lullmann C., Martin P. von der ohe W., Russmann H. Vorwhl G. and vit P. 1999.** Honey quality and international regulatory standards: *review by the international honey commission. Bee world*, 80(2): 61-69 p.
- **Bogdanov S. 1999.** Stockage, cristallisation et liquéfaction des miels .centre suisse de recherche apicole: 25-26 p.
- **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., and Persano Oddo L. 2004.** physico-chemical Methods for the characterization of unifloral honeys : *A review Apidologie*, 35 :4-17
- **Bogdanov S., Jurendie T., Sieber R., Gallmann P., 2008.** Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27, 677-689.
- **Boukraa L., 2008.** L'effet antimicrobien du miel et de la gelée royale. L'importance de l'origine botanique et rôle potentialisant de l'amidon : évaluation in vitro. Thèse de Doctorat. Microbiologie. Oran.
- **Benabdallah A., 2017.** Etude éco-physiologique, développement et importance des plantes médicinales du genre *Mentha* dans le parc national d'El-Kala (Nord-est Alegria). Thèse. Doctorat. Biologie Végétale. Maroc.
- **Belhadj, J. Oumato, S.Zrira. 2015.** Etude physico-chimique de quelque type de miels marocains.
- **Belhaj O., Belhaje L., Ouchban T., 2016.** Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne du miel naturel d'origine marocaine.*Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* (2016) 4(3) :12-22.

« C »

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

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Castro Rosane N., Regina L .P.L., Luisa 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.
- **Cushnie T., Lamb A.J., 2005.** Antimicrobial activity of flavonoids. *Health Emergency Collection*, 26(5), 343-356. Doi: 10. 1016/j. ijantimicag. 2005.09.002.
- **Chefrour A. 2008.** Miels Algériens : caractérisation physicochimique et méliissopalynologique (cas des miels de l'Est de l'Algérie). Thèse de Doctorat, Uni Annaba, 194P.
- **Chefrour A., et Tahar A .2009.** origine botanique des miels de la région semi arides (Algérie) .9P. http://www.Beekeeping.com/articles/FR/miels_algeriens.PDF
- **Codex Alimentarius Commission. 2001 .Revised codex standard for honey .Revue** 12,1- 7. www.codexalimentarius.Org.

« D »

- **Djossou J.A., Tchobo F.P., Yédomonhan H., Alitonou A.G., Soumanou M.M. 2013.** Evaluation des caractéristiques physico-chimique des miels commercialisés à Cotonou. *Tropicultura*, 31(3) ,163-169
- **Doukani K., Tabak S., Derriche A., Hacini Z., 2014.** Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. *Ecologie-Environnement*(10) ,37-49.
- **Descottes B., 2009.** Cicatrisation par le miel, l'expérience de 25 années. *Phytothérapie*,7, 112-116.

« F »

- **Ferreira I.C.F.R., Aires E., Barreira J.C.M., Estevinho L.M., 2009.** Antioxidant activity of Portuguese honey samples :different contribution of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*, 114, 1438-1443.

« H »

- **Hallouz M.F.Z., Mamoun N.O., 2020.** Etude physicochimique et évaluation des activités biologiques des miels de jujubier, Mem. Master en sciences biologiques. Uni Ibn Khaldoun-Tiaret.
- **Hooper T.1980.** Les abeilles et le miel. Ed. Delachaux.260 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Haderbach L., Annou S., Mohammedi A., 2020.** antimicrobial potential of ziziphus and euphorbia honeys harvested in semi-arid region of Algeria and their possible use in soft medicin. *Article in journal of Microbiology*. 9.6.1114-1118.

[Doi.10.15414/jmbfs.2020.0.6.1114-1118.](https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.0.6.1114-1118)

« I »

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

« G »

- **Gonnet M.,1986.** L'analyse des miels. Description de quelque méthode de contrôle de la qualité. *Bulletin technique apicole*, 54-13,(1),17-36.

« K »

- **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: 44-5.

« L »

- **Laredj H., Rezzoug W., 2017.** Microbiological and physicochemical Characterization of Honeys from the Tiaret Région of Algeria. *Asian Journal of pharmaceutical Research and Health Care*, 9, 3,85-91.
- **Laouar H., 2017.**Analyses Polliniques et Physico-chimiques des miels du Nord Est algérien ;Thèse de doctorat en Biologie Végétale Univ Badji Mokhtar-Annaba.88-90.
- **L.,Mohammedi A., 2015.**Quality of imported honeys marked in Algeria.*J Fundam Appl Sci*.2015,7(1),139-149. [Doi :10.4314/jfas.v7i1.10.](https://doi.org/10.4314/jfas.v7i1.10)

« M »

- **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.
- **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.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Makhloufi C., Kerkvliet J.D., Ricciardelli G., Choukri A., and Samar R. 2010.** Characterization of Algerian honeys by palynological and physico-chemical methods *Apidologie*, 41:509-521.
- **Makhloufi C., 2011.** Melissopalynologie et étude des éléments bioactifs des miels algériens. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques. Ecole National Supérieure Agronomique d'El Harrach.
- **Makhloufi C. 2001.** Etude physico-chimique et palynologique de quelque miel Agronomie. Mémoire de magistère en Agronomie. Tiaret.53p.
- **Meda A., Lamien C.E., Romito M., Millogo J., Nacouloma O.G., 2005.** Determination of the total phenolic, flavonoid and squalene contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food chemistry* 91,571-577.
- **Merah M., Bensaci Bachagha M., Boudershem A., 2010.** Etude de l'effet antimicrobien de trois échantillons du miel naturel récolté du territoire Algérien. *Annales des Sciences et Technologie* Volume 2,N° 2.
- **Mekious C., 2016.** La qualité des miels produits dans la région steppique de Djelfa(Algérie). Laboratoire des plantes aromatiques et médicinales uni Blida 1. université Ziane Achour de Djelfa.
- **Mekious S., Houmani Z., Bruneau E Masseur C., Guillet A., Hance T., 2015.** Caractérisation des miels produits dans la setepique de Djelfa en Algérie *Biotechnol. Agron. Soc Environ* 19(3) ,221-231.
- **Mezhoud I ., 2013.** Analyse physico-chimique et étude de l'adultération de miels de la Bejaïa. Mémoire de fin d'étude de Master Académique en Chimie, Faculté des Sciences Exactes, Département de Chimie, Université A.MIRA-Béjaïa.p.41.
- **Mokhtar G, Hani A, Ahlem G, Juris B, Salaheddine D, Andrey E. 2021,** Identification and comparaison of physicochemical properties of Algerian honey.6P.
- **Mouhoubi Z., Ouchemoukh S., Tamendjari A., 2016.** Antioxidant activity of some Algerian honey and propolis. *Industrial Crops and Products*, 88, 85-90.
Doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.02.033.

« N »

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

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Noor N, Sarfraz R A, Ali S et Sahid M. (2014).** Antitumour and antioxidant potential of some selected Pakistani honeys. *Food Chem.*143, 362-366.
- **Noel J., Leyvral G., 2001.** Microbiologie technique. Dictionnaire des techniques 3èmes éditions du *centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine*. 213-219.

« O »

- **Ochemoukh S., Louaileche H., Schweitzer P., 2007.** « physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys ». *Food control*, 18,52-58.
- **Ouchemoukh S., 2012.** Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activité antioxydantes de miels Algériens. Thèse de Doctorat en Biochimie .Université Abdrrahmane Mira de Bejaia.
- **Ouadjnia A., Mebkhout A., 2022.** Etude physico-chimique et activité antibactérienne et antioxydante de quelques miels monofloraux algériens. Master Académique en biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ibn Khaldoun-TIARET. 33-34,38.
- **Otmani I., Andenour C., Dridi A., Kahalerrras L., Halima-Salem A., 2019.** Characteristics of the bitter and sweet honey from Algeria Mediterranean coast . *Veterinary World*, 12(4),551-557.
- **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.
- **Oyaizu M (1986).** Studies on products of browning reaction -antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition*. 44(6):307-315.

« P »

- **Piazza M G Accorti M, Persano Oddo L (1991).**Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys. *Apicoltura*; 7:51-63.

« R »

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Rebai A., Lanez T., Chouikh A., 2015.** Physicochemical and biochemical properties of honey bee products in south algeria. *alma mater Publishing House*, 16 (2). 133 – 142.

« S »

- **Safa A., Dellal N., 2018.** Analyse physico-chimique et activité biologique de quelque variété de miels Algériens, Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, Mem, Master Microbiologie Appliquée, Tiaret.
- **Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-raventos R.M., 1999.** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- **Sultanbawa Y., Cozzolino D., Fuller S., Cusack A., Curie M., Smyth (2015).** Infrared spectroscopy as a rapid tool to detect methylglyoxal and antibacterial activity in Australian honeys. *Food Chemistry*.172.207-212.

« T »

- **Terrab A., Diez M.J., Heredia F.J., 2003.** Palynological, physicochemical, and colour characterization of Moroccan honeys .I. River and gum (*Eucalyptus camaldilensis*) honey. *International Journal of food Science and Technology* ,38 ,379-386.
- **Terrab A., Recamales F., Hernanz D., Heredia F .J. 2004.** Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and moneral contents. *Food Chemistry*, 88 :537-542.
- **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>.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

«Z »

- **Zekrini I., 2012.** Etude de la qualité physicochimique, palynologique et sensorielle du miel d'oranger de la région Mitidja en vue de sa labellisation. Mémoire de Master académique, faculté des sciences Agro-Vétérinaires et biologiques. Université de Saad Dahlab. Blida ,90.
- **Zerrouk S., Seijo-Coello M. C., Escuredo O., Rodriguez-Flores M.S., 2017.** Characterization of *Ziziphus lotus* (jujube) honey produced in Algeria. *Journal de recherche apicol*, 69-80. [Doi.org/10.1080/00218839.2017.1399663](https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1399663).

Annexes

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 | 20,0 |
| 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 | | |

ANNEXES

ANNEXE II : Composants de 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 |


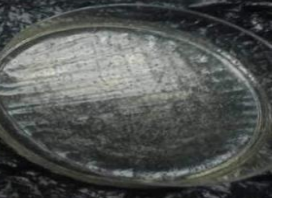

ANNEXES


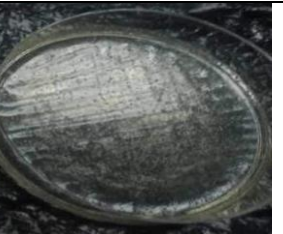
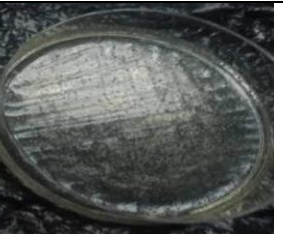
ANNEXE III: Valeurs de CMI des miels étudiés vis-à-vis des souches testées

1- Escherichia coli

| Echantillon | Témoin (+) | 15% | CMI :16% |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| E1 |  |  |  |




| Echantillon | Témoin (+) | 15% | CMI :16% |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| E2 |  |  |  |


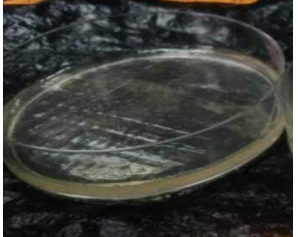
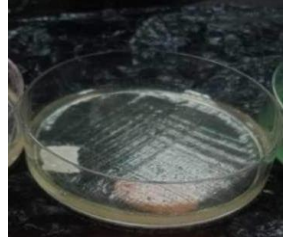
| Echantillon | Témoin (+) | 15% | CMI :16% |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| E3 |  |  |  |


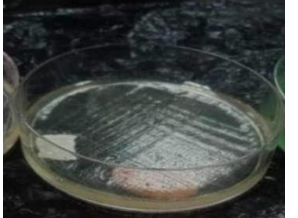
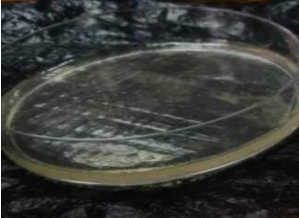
| Echantillon | Témoin (+) | 15% | CMI :16% |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| E4 |  |  |  |

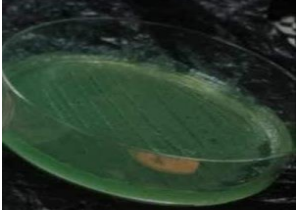
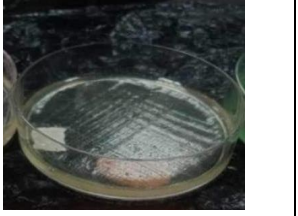
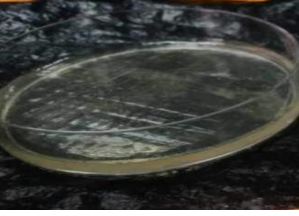
ANNEXE III : suite 01

2- *Pseudomonas aeruginosa*

| Echantillon | Témoin (+) | 19% | CMI :20% |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| E1 |  |  |  |

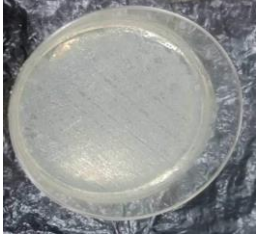


| Echantillon | Témoin (+) | 18% | CMI :19% |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| E2 |  |  |  |




| Echantillon | Témoin (+) | 16% | CMI :17% |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| E3 |  |  |  |




| Echantillon | Témoin (+) | 15% | CMI :16% |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| E4 |  |  |  |




ANNEXE III: suite 03

3- Staphylococcus aureus

| Echantillon | Témoin (+) | 19% | CMI :20% |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| E1 |  |  |  |

| Echantillon | Témoin (+) | 15% | CMI :16% |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| E2 |  |  |  |

| Echantillon | Témoin (+) | 19% | CMI :20% |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| E3 |  |  |  |

| Echantillon | Témoin (+) | 15% | CMI :16% |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| E4 |  |  |  |

ANNEXES

ANNEXE IV: Bactéries pathogènes étudiées

| Bactérie | Pouvoir pathogène commun | Résistance aux antibiotiques |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Staphylococcus aureus</i> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Infections suppuratives ; <li style="padding-left: 20px;">Superficielles et profondes ; ➤ Infections cutanées ; ➤ Infections ostéo-articulaires ; ➤ Infections pulmonaires ; ➤ Infections cardiaques ; ➤ Infections nosocomiales ; ➤ Infections intestinale. <p style="text-align: center;">(Fauchere et Avril,2002)</p> | <p>Certaines souches, résistantes à l'antibiotique méthiline. (Avisse,2014).</p> |
| <i>Escherichia coli</i> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Infection intestinale 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 femme ; ➤ Infection néonatale qui peut se trad par méningite ou une méningite ou septicémie. (Belarbi,2014). | <p>Une bactérie productrice de bété lactamase à spectre étendu (BLSE) qui décompose de nombreux antibiotique. (Avisse,2014)</p> |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ des infections parfois sévères chez les sujrts dont les défenses sont amoindries ; ➤ bronchiques, cutanées, (impétigo, furoncles). Des infections urinaires. (Delarras,2007). | <p>une bactérie généralement multi résistante, Elle est résistante à la ciprofloxacine. (Avisse,2014)</p> |

ANNEXE V : Courbes d'étalonnage.

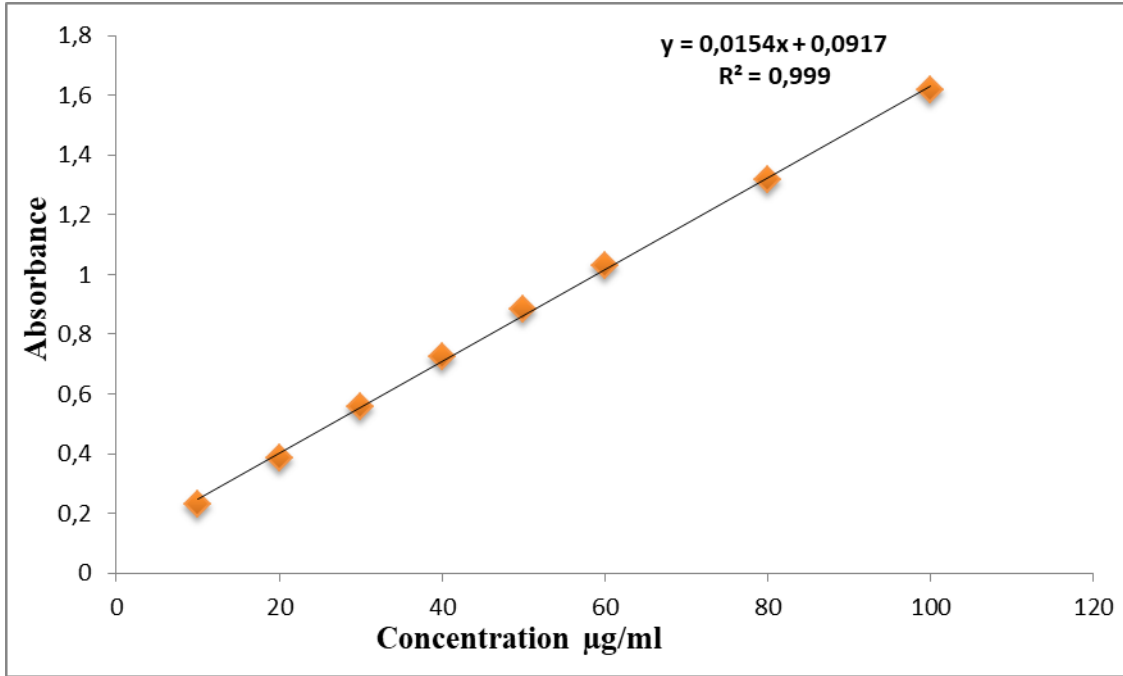


Figure N°1: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

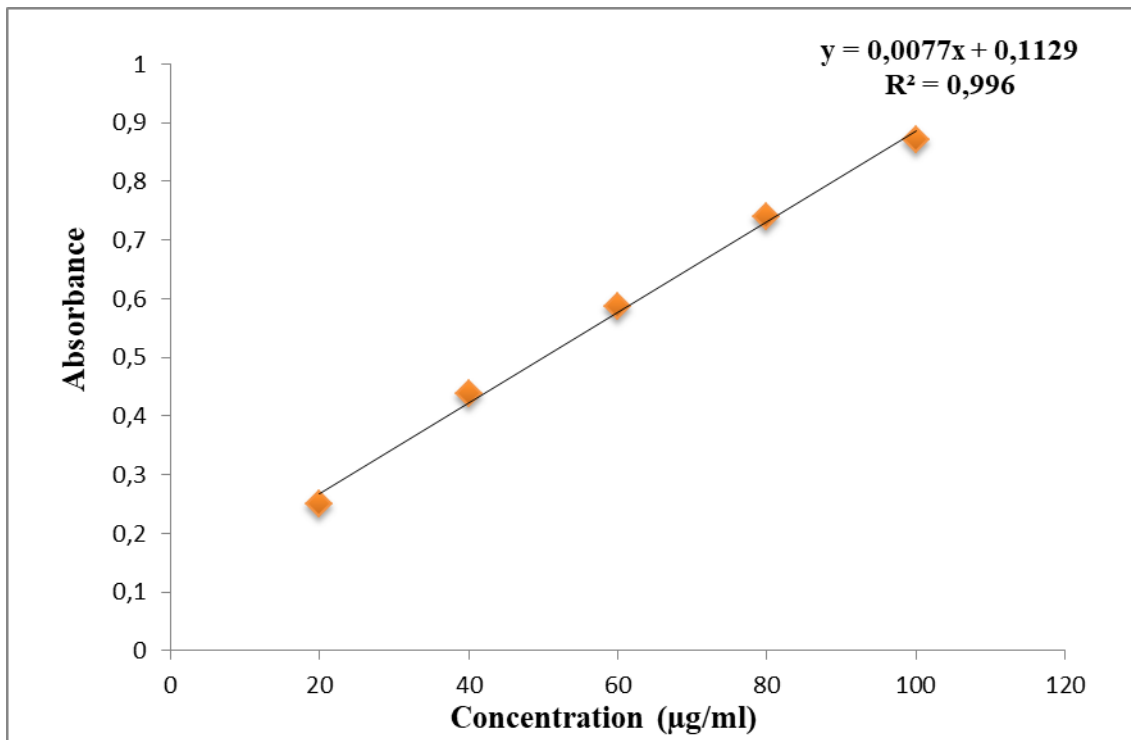


Figure N°2 : Courbe d'étalonnage de la quercétine.

ANNEXE VI : Pouvoir réducteur.

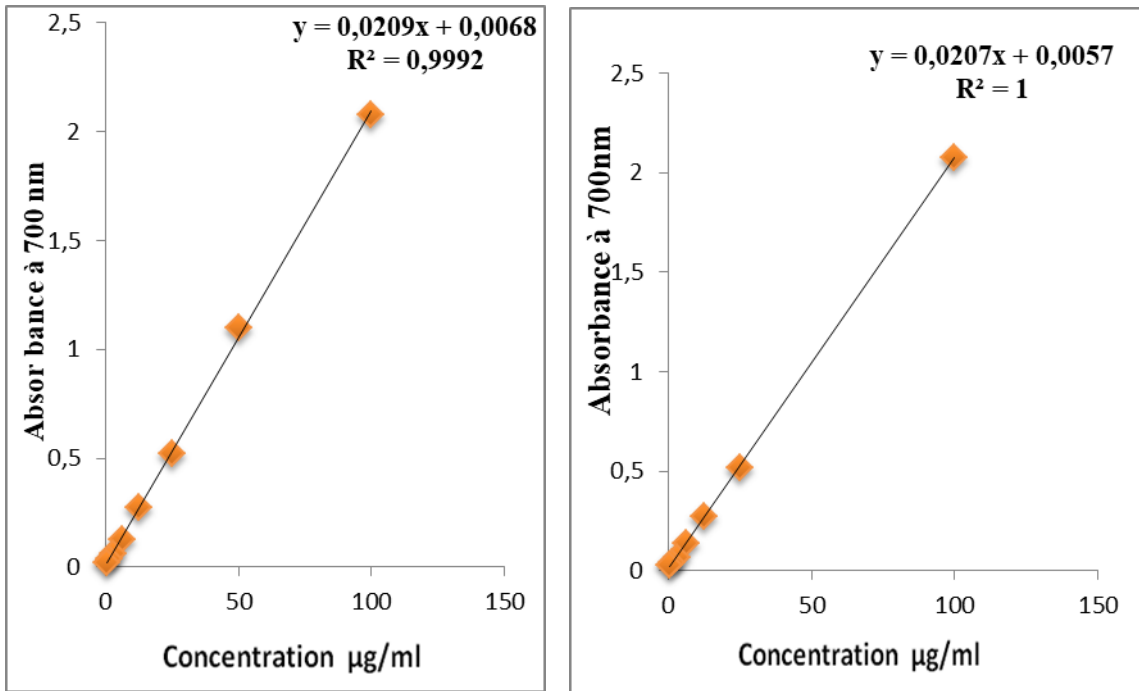


Figure N°1 : Le pouvoir réducteur de l'acide gallique.

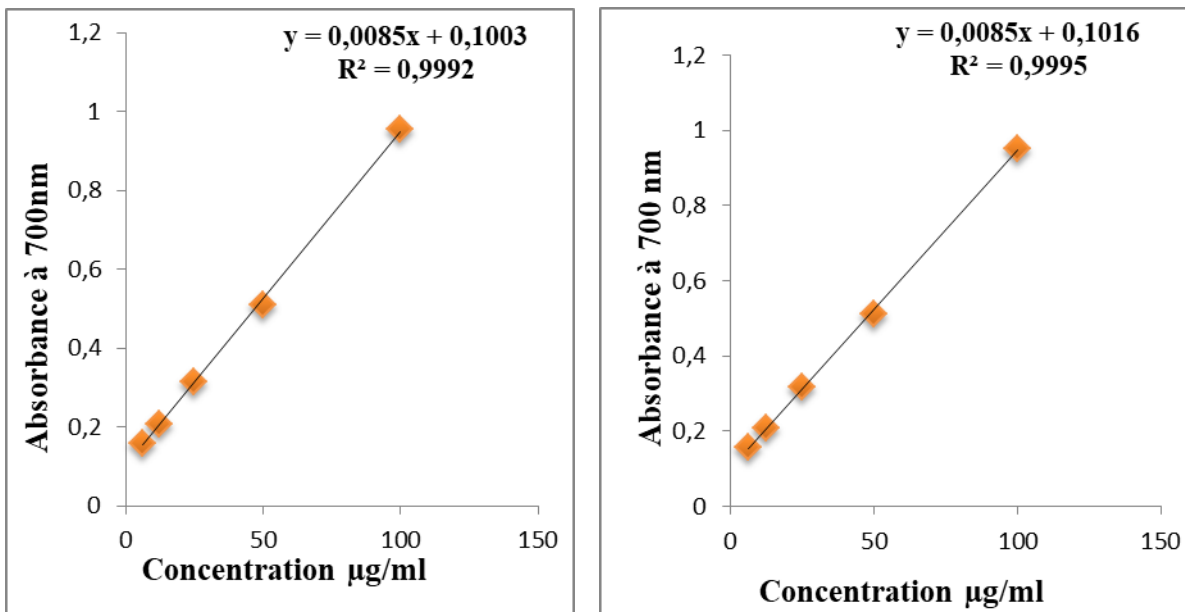


Figure N°2 : Le pouvoir réducteur de la vitamine C.

ANNEXE VI : suite 1

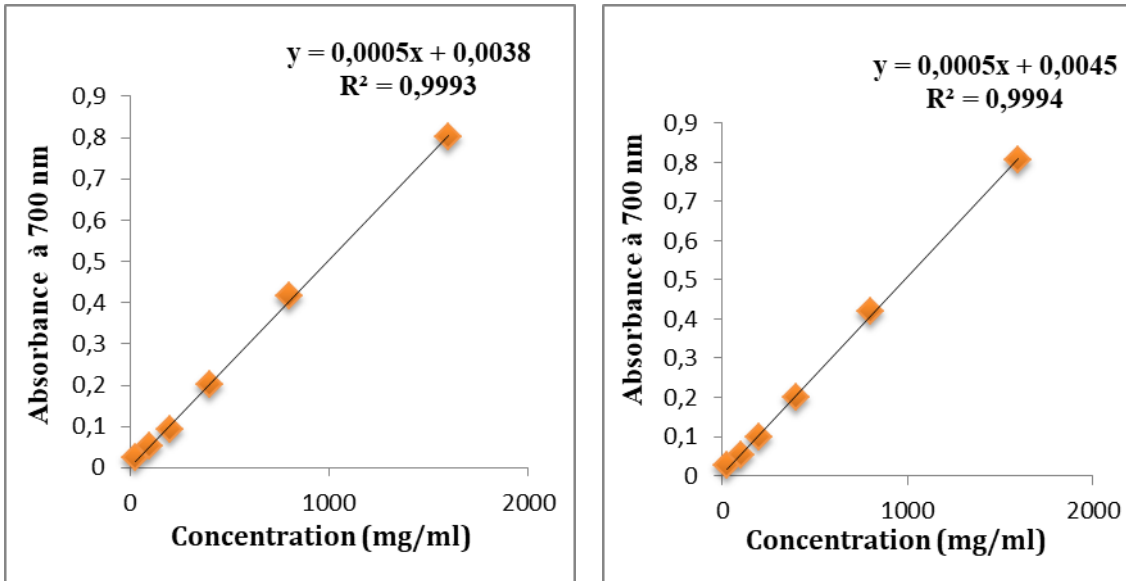


Figure N°3 : Pouvoir réducteur de l'échantillon (E1).

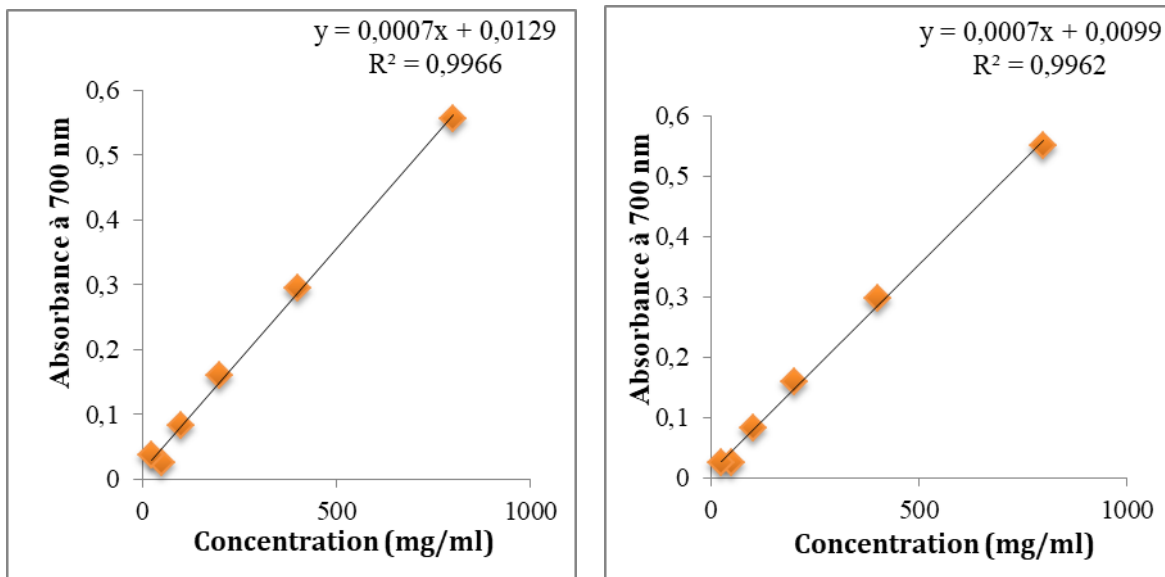


Figure N°4 : Pouvoir réducteur de l'échantillon (E2).

ANNEXE VI : Suite 2

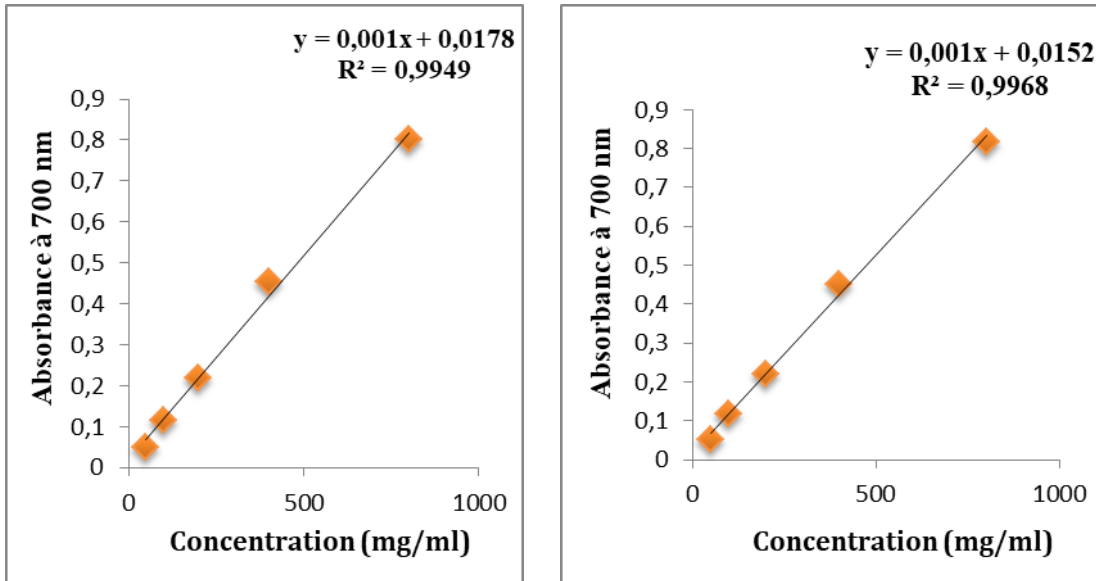


Figure N°5 : Pouvoir réducteur de l'échantillon (E3).

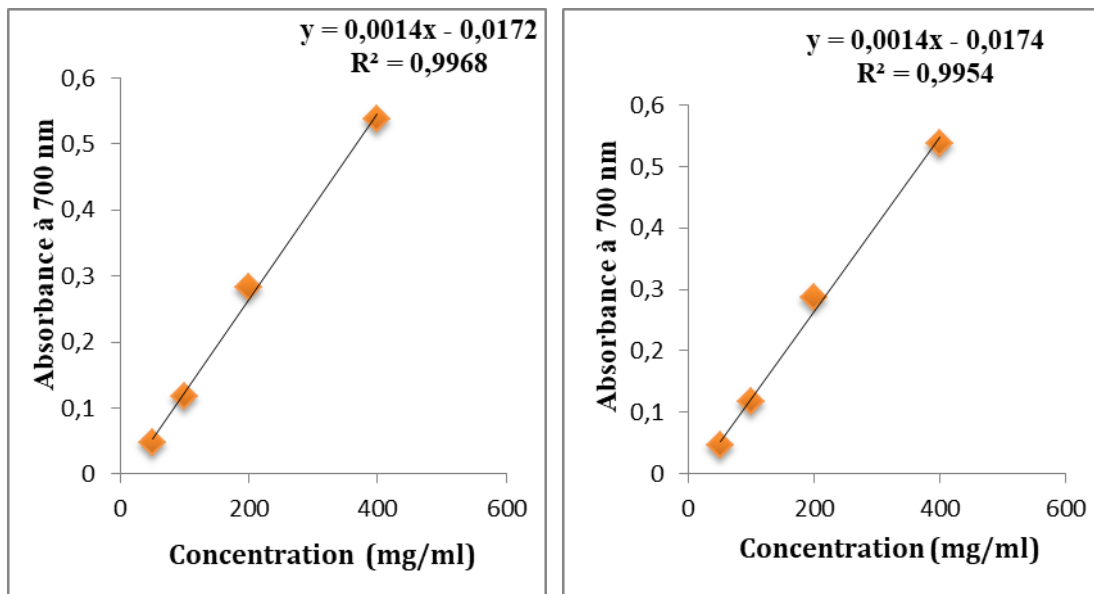


Figure N°6 : Pouvoir réducteur de l'échantillon (E4).

Résumé

Le miel est un composé biologique élaboré par les abeilles à partir de nectar ou de miellat, d'une très grande diversité, lui conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. Le miel joue un rôle important dans l'inhibition de la croissance bactérienne.

L'étude a été effectuée sur 4 échantillons de miels d'oranger, provenant de différentes régions d'Algérie (Boumerdes, Metidja, Mostaganem et Relizane) sur la base des analyses physico-chimiques, et activités antioxydantes et antibactériennes.

Les analyses physicochimiques de ces miels (teneur en eau, conductivité électrique, pH, acidité et HMF) ont montré que tous nos échantillons sont conformes aux normes.

L'analyse phytochimique des miels étudiés dévoile la richesse de nos échantillons en polyphénols et flavonoïdes

Les résultats de la présente étude montrent que tous les échantillons de miel analysés possèdent une activité antioxydante évaluée par le test de pouvoir réducteur et une activité antibactérienne contre toutes les souches bactériennes testées.

A la lumière des résultats obtenus, il est envisageable d'utiliser le miel comme une alternative naturelle pour lutter contre les maladies causées par le stress oxydatif et les bactéries pathogènes.

Mots clés: Miel d'oranger, Analyses physicochimiques, Activité antibactérienne, Activité antioxydante, Algérie.

ملخص

العسل هو مركب حيوي يتم إنتاجه من قبل النحل من رحيق الأزهار، ويتمتع بتنوع كبير في تركيبته الكيميائية، مما يمنحه مجموعة متنوعة من الخصائص، سواء على الصعيدين الغذائي والعلاجي. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم جودة اربع عينات من عسل البرتقال، تم اخذها من مناطق مختلفة من الجزائر (بومرداس، متيجة، مستغانم وغليزان) حيث قمنا بتحليل فيزيائية وكيميائية (نسبة الرطوبة، و التوصيل الكهربائي، والدرجة الحمضية، والحموضة وHMF) كما قمنا بتقييم النشاط المضاد للأكسدة والنشاط المضاد للبكتيريا. أظهرت نتائج الدراسة الفيزيائية والكيميائية للعينات المدروسة مطابقتها للمعايير الدولية وانها ذات جودة عالية كشف تحليل المركبات النباتية للعسل المدروس ان عيناتنا غنية بالبولىفينولات والفلافونويدات. بناءً على النتائج المحصل عليها، فمن الممكن استخدام العسل كبديل طبيعي لمكافحة الأمراض الناجمة عن الأكسدة والبكتيريا الضارة.

الكلمات المفتاحية: عسل البرتقال، تحاليل فيزيائية وكيميائية، نشاط مضاد للبكتيريا، نشاط مضاد للأكسدة، الجزائر.