

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أمحمد بوقرة بومرداس
Université M'hamedBougarade Boumerdès



Faculté des Sciences

Département de Biologie

Mémoire de projet de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de
MASTER

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Science Alimentaire

Spécialité : Nutrition et Science alimentaire

Thème :

**Activité antibactérienne des différents types
des Miels d'Algérie Euphorbier , Jujubier,
Oranger , Eucalyptus.**

Réaliser par : Mellah Mohamed Salah

Soutenance le 15 Aout devant le jury :

M ^{me} ACHEUK F	MCA	UMBB	Présidente
M ^{me} CHAHBAR N	MCA	UMBB	Examinatrice
M ^{me} BELAID M	MCA	UMBB	Promotrice

Promotion 2017/2018

Les abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux

-Introduction.

Partie Théorique:

Généralités sur le Miel

I-Définition de Miel.....	2
II-Origine du miel.....	2
II-Différents types du miel.....	2
III-1-Miel de nectar des fleurs.....	2
III-1-1-Miels monofloraux.....	2
III-1-2-Miels polyfloraux.....	2
III-2-Miel de Miellat.....	3
IV-Fabrication du miel par l'abeille.....	3
V-Composition du miel.....	5
V-1-Composition Chimique.....	5
V-1.1.Eau.....	6
V-1.2.Sucres.....	6
V-1.3.Acide aminés.....	6
V-1.4.Acide organique.....	6
V-1.5.Enzymes.....	7
V-1.6.Sels minéraux.....	7
V-1.7.Vitamines.....	7
V-1.8.Arômes et composé phénolique.....	7
V-1.9.Hydroxyméthylfurfural (HMF).....	7
V-2.Eléments figurés.....	7
V-3.Microflore Naturelle du Miel.....	8
VI-Propriétés du miel.....	8
VI-1-Propriétés physico-chimique du miel.....	8
VI-1.1.Densité.....	8
VI-1.2.Viscosité.....	8

VI-1.3.Chaleur spécifique.....	9
VI-1.4.Conductibilité thermique.....	9
VI-1.5.Conductibilité électrique.....	9
VI-1.6.Indice de réfraction.....	9
VI-1.7.Pouvoir rotatoire.....	10
VI-1.8.Coloration.....	10
VI-1.9.pH.....	10
VI-2-Propriétés nutritives.....	10
VI-3-Propriétés anti-microbienne.....	11
VI-3.1.Osmolarité.....	11
VI-3.2.pH.....	12
VI-3.3.Peroxyde d'hydrogène.....	12
VI-3.4.Système non peroxyde.....	12
VI-4-Propriétés thérapeutique.....	13
VI-4-1.Activité antioxydante.....	13
VI-4-2.Activité anti-tumorale et anti-inflammatoire.....	13
VI-4-3.Stimulation du système immunitaire et de la croissance cellulaire.....	14
VI-4-4.Effets métaboliques.....	14
VI-5-Cristallisation du miel.....	15
VII-Conservation du miel.....	15
Partie Experimentale.....	16
Matériels et Méthodes.....	16
I-Matériels.....	16
I-1-Matériel biologique.....	16
I-1-1.Miel.....	16
I-1-2-Les souches bactériennes	16
I-1-3-Les milieux de cultures.....	16
I-2-Matériel non-biologique.....	17
II-Méthodes.....	17

II-1.Evaluation de l'activité anti-bacterienne.....	17
II-1-1-Revivification des souches.....	17
II-2-2-Préparation de la suspension bactérienne.....	17
II-2-3-Ensemencement.....	17
II-2-4-Déposition des disques.....	17
II-2-5-Expression des résultats.....	17
II-2-6-Détermination de la moyenne, et l'écart type	18
III-Résultats et Discussions.....	19
III-1-Activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre <i>Staphylococcus aureus</i>	19
III-2-Activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre <i>Escherichia coli</i>	21
III-3-Activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23
Discussion.....	25
Conclusion.....	27
Perspectives.....	27
Références bibliographique.....	32
Annexes.....	35

Introduction :

La plus ancienne représentation de la relation Homme-Abeille date de la période néolithique. Elle apparaît sur une peinture retrouvée sur les parois d'une grotte espagnole de la région de Valence (grotte de l'Araignée), datant de 5 à 10000 ans av. J-C. Elle montre une silhouette humaine pratiquant la récolte du miel à l'aide d'un panier. La première trace écrite faisant référence au miel est une tablette sumérienne, datant de 2100-2000 av. J-C, mentionnant le miel comme médicament (Rossant, 2011).

Le Saint Coran fait référence au miel dans "Surat el Nahl"68-69.

Le miel, substance sucrée totalement naturelle est l'un des produits issus de la ruche employé depuis des millénaires par de nombreuses civilisations, pour ses qualités nutritionnelles et ses utilisations thérapeutiques.

De nos jours, devant l'essor des médecines naturelles et face à certaines pathologies résistantes aux traitements conventionnels, le miel peut être un atout grâce à ses activités thérapeutiques. Avec l'augmentation de la prévalence des bactéries résistantes aux antibiotiques, le miel est de plus en plus apprécié pour son activité antibactérienne (Daset *al.*, 2015).

Plusieurs travaux ont été consacré à l'étude de l'activité antibactérienne des miels dans le monde (Molan,1992 ; Hungjae *et al.*, 2008 ; Hamouda *et al.*, 2011).

Par contre en Algérie peu d'études ont été effectués pour l'évaluation de l'activité antibactériennes des miels (Moussa *et al* 2012 ; Nedji *et al* 2014)

Le but de notre travail est d'étudier l'activité antibactérienne des différents types des miels à savoir miel de Jujubier, Euphorbe, Oranger et Eucalyptus.

Ce travail se divise en 2 parties : la partie théorique et la partie expérimentale. La partie théorique comporte les généralités sur le miel notamment l'origine du miel, les différents types et les propriétés biologiques et thérapeutiques des miels. La partie expérimentale comporte le matériel et la méthodologie utilisé pour évaluer l'activité antibactérienne des différents types de miels vis à vis des différentes souches bactériennes, suivi par des résultats et discussion et enfin une conclusion clôture cette de l'étude.

Chapitre I

Généralités sur le miel

I -Définition de Miel

Le miel est la substance naturelle sucrée produite par les abeilles *Apis mellifera* à partir du nectar de plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivantes de plantes ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs laissées sur les parties vivantes de 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 2001).

II-Origine du miel

Le miel est la substance sucrée élaborée par les abeilles avec le nectar ou le miellat. À partir du nectar, les abeilles produisent du miel de fleurs et du miel de forêt à partir du miellat (liquide sucré excrété par des pucerons) (Bogdanov 1991).

III-Différents types des miels

III-1-Miel de nectar des fleurs :

Le miel de nectar provient des fines gouttelettes sucrées exsudées par les nectaires des fleurs. Butinées et travaillées par les abeilles, elles se transformeront en miel.

On distingue 2 groupes selon l'origine florale :

III-1-1-Miels monofloraux :

Les miels monofloraux sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant d'une seule espèce végétale et cela nécessite d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. Par exemple ; le miel d'acacia, d'oranger ou de lavande (Clément 2002).

III-1-2-Miels polyfloraux :

Ces miels sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales. Pour valoriser leur spécificité et permettre au consommateur de reconnaître leur caractère dominant, les apiculteurs indiquent leur origine géographique. Ces derniers indiquent l'aire de production, région, département, massif (Clément 2002).

III-2-Miel de Miellat :

La production du miel de miellats implique l'intervention d'un intermédiaire. Il s'agit d'insectes piqueurs-suceurs producteurs de miellats, comme les pucerons, les aleurodes ou encore les cochenilles, qui piquent les parties tendres des végétaux et se nourrissent des matières azotées contenues dans la sève. Ils rejettent ensuite les matières sucrées qu'ils ne peuvent pas digérer, ce qu'on appelle le miellat. Ces exsudats sont alors repris par les abeilles qui vont les ramener à la ruche et les transformer à nouveau, pour produire un miel de miellats (Anonyme, 2015)

C'est le miel obtenu principalement à partir des sécrétions provenant des parties vivantes de plantes ou se trouvant sur elles ; sa couleur va du brun clair ou brun verdâtre à une teinte presque noire (Verdan, 2002).

IV-Fabrication du miel par l'abeille

Les abeilles fabriquent du miel en vue de faire leurs provisions pour l'hiver. Période durant laquelle, il n'y a pas de production en raison du froid et de l'absence de fleurs.

Tout d'abord, les ouvrières vont récolter du nectar (Figure 1) qui est un liquide sucré qui se trouve dans les fleurs. Elles le rapportent à la ruche et le donnent à d'autres ouvrières par trophallaxie.



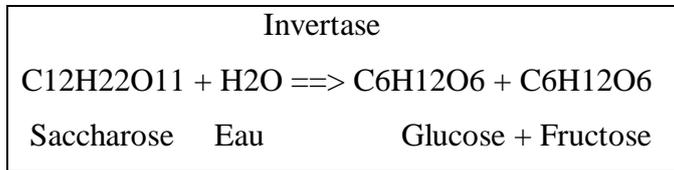
Figure 1 : Fleur butinée par une Abeille

Ce même liquide passe alors d'abeilles en abeilles, de bouches en bouches de jabots en jabots. En subissant chaque fois une addition de salives qui transforme les sucres.

Les sucres se transforment. En particulier, le saccharose devient un mélange de glucose (dextrose) et de fructose (lévulose) sous l'action d'une enzyme, l'invertase, incorporée au

Nectar par la salive des abeilles. Ceci représente 90% des sucres totaux du miel (Gonnet et Vache, 1985).

La transformation ou l'inversion s'exprime par l'équation suivante :



Dans la ruche les ouvrières travaillent à la chaîne. Cette chaîne de transformation a un double intérêt :

Intérêt physico-chimique : elle permet au nectar (ou miellat), qui est au départ très liquide, de s'épaissir, de se déshydrater, sous l'effet de la chaleur qu'il y a dans la ruche (environ 40°C) et d'acquiescer peu à peu la texture du miel.

Intérêt nutritionnel : chaque abeille participant à la chaîne rajoute à ce liquide des substances contenues dans leur corps (tel que des substances enzymatiques : le miel est de ce fait un sucre prédigéré par l'abeille (substances antiseptiques) Ce nectar est donc nutritivement enrichi par l'abeille.

La dernière des ouvrières intervenante dépose goutte à goutte le nectar enrichi dans une alvéole. (Figure 2) (Les alvéoles sont au préalable construites par les abeilles " Bâtisseuses" élaborant la cire).



Figure 2 : Alvéoles construites par les abeilles

Au bout de quelques jours, lorsque le miel est "mûr" (c'est à dire lorsqu'il a suffisamment perdu d'humidité), les abeilles ferment les alvéoles par un opercule de cire qu'elles élaborent (Figure 3).

Les abeilles sont, en effet, dotées de glandes cirières leur permettant de produire de la cire. Pour cela, il leur est nécessaire de consommer du pollen et du miel (Anonyme, 2014).



Figure 3 : Alvéoles operculée et non operculée par la cire

V-Composition du miel

V-1-Composition Chimique

Le miel est principalement composé de sucre (monosaccharides), plus précisément d'un mélange de glucose (31%) et de fructose (38%). Il contient également de l'eau (17%) et environ 6% de disaccharides, Hydrates de carbones (sous formes de sucres divers) : 79,5%, Divers : 3,5% (Huchet et al 1996).

Ces constituants mineurs (acides organiques, matières minérales, matières azotées, gommés et dextrines) ainsi que les sucres varient, en fait, dans leur composition et leurs proportions suivant la provenance du miel et leur temps de conservation.

Un règle générale, l'extrême diversité de composition des miels rend très difficile la possibilité d'établir une nomenclature chimique pour un échantillon moyen.

V-1-1-Eau :

La teneur en eau est variable selon les miels. Elle est en moyenne de 17%.

Une teneur en eau plus importante affecterait la conservation du miel avec un risque de fermentation. Elle dépend des conditions météorologiques lors de la production et de l'humidité dans la ruche, mais aussi des conditions de récolte (Donadieu 1978).

V-1-2-Les Sucres :

Les hydrates de carbone constituent la partie la plus importante du miel, mais c'est aussi la plus difficile à analyser. Il s'agit essentiellement de sucres dont le dosage se fait par chromatographie. On trouve des monosaccharides (glucose et lévulose) qui représentent 85% à 95% des sucres du miel mais c'est le lévulose qui est presque toujours dominant, avec une teneur de 38% du poids du miel, tandis que la teneur en glucose est de 31%. On y trouve également du saccharose (1.5%) et du maltose (7.5%) (Huchet et al 1996).

V-1-3-Acide aminés :

Ils proviennent du nectar, des abeilles et du pollen. Les acides aminés, qui ont été décelés, sont nombreux et on en a reconnu jusqu'à 18 dont : proline, acide aspartique, acide glutamique, sérine, glycine, alanine, lysine. Thréonine, arginine, leucine, valine et méthionine. La proline représente 50 à 60% des amino-acides totaux. (Joly 1984)

V-1-4-Acide organique :

Tous les miels ont une réaction acide. Le pH optimum est de 3,9 et peut varier de 3,2 à 4,5. Ces miels contiennent, non pas, comme on le croyait autrefois, de l'acide formique provenant de la glande à venin, mais un mélange d'acides organiques dont certains sont présents dans le nectar alors que d'autres résultent des multiples réactions chimiques au cours de l'élaboration du miel. L'analyse de ces acides organiques a montré qu'ils sont nombreux ; mais c'est l'acide gluconique provenant du glucose qui domine. Son origine serait une bactérie appelée *Gluconobacter* qui, lors de la maturation du miel, transformerait le glucose en acide gluconique (Descottes, 2004).

V-1-5-Enzymes :

Elles proviennent pour la plupart des sécrétions salivaires des abeilles :

-Glucose-oxydase, Invertase (hydrolyse du saccharose en glucose et fructose), Amylase, Catalase, Phosphatase (Chauvin, 1968).

V-1-6-Sels minéraux :

C'est essentiellement le potassium qui est présent mais aussi le calcium, magnésium, sodium et le fer (Phillippe, 1993).

V-1-7-Vitamines :

Le miel est relativement pauvre en vitamines si on le compare à d'autres aliments. On n'y trouve aucune vitamine liposoluble (vitamine A et D), mais un peu de vitamine du groupe B et occasionnellement un peu de vitamine C (Descottes 2004).

V-1-8-Arômes et composé phénolique :

Les principaux constituants découverts sont des alcools aliphatiques, des aldéhydes et des cétones qui interviennent en proportions variables dans les miels de différentes origines (Chauvin 1968).

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires dont les principales sources sont les sécrétions végétales. Parmi les structures identifiées dans le miel: les acides phénoliques (acides benzoïques et cinnamiques), les flavonoïdes, (flavones et les flavanones) en proportion variable (Al-Mamary *et al* 2002).

V-1-9-Hydroxyméthylfurfural (HMF) :

L'hydroxyméthylfurfural, ou simplement HMF, un dérivé de la déshydratation des hexoses qui se forme dans le miel au cours de son vieillissement, dans un miel conservé à température ordinaire (entre 15 et 20 °C) (Küçük *et al* .2007).

V-2-Eléments figurés :

Le miel contient :

-Du pollen (l'analyse pollinique permet de définir l'origine florale du miel).

-De la cire.

-Des levures.

-Des spores et champignons (Guillon 1996).

-Des travaux récents publiés par des chercheurs hollandais en juillet 2010 montrent qu'une protéine, la défensine-1, produite dans le miel par les abeilles, possède de puissantes propriétés antibactériennes (Kwakman *et al*, 2010).

V-3-Microflore Naturelle du Miel :

On trouve fréquemment dans le miel des levures de type osmiophile appartenant au genre *Saccharomyces* (*S. mellis*, *S. rouxii*).

On trouve aussi fréquemment des bactéries de type lactique appartenant au genre *Lactobacillus*. Celles-ci sont apportées par les grains de pollen ou les débris de couvain (Kacániová, 2004).

VI-Propriétés du miel

VI-1-Propriétés physico-chimique du miel

VI-1-1-Densité :

La densité peut être définie comme le rapport entre le poids de l'unité de volume d'un corps et le poids du même volume d'eau pure à 4°C (Louveaux 1959 et Descottes, 2004).

La densité du miel varie entre 1,39 et 1,44 on possède par ailleurs des tables de corrélation entre densité et teneur en eau qui permettent de connaître avec une bonne approximation la teneur en eau d'un miel, simplement par la lecture de sa densité.

VI-1-2-Viscosité :

Selon Descottes (2004), la viscosité dépend de la température, de la teneur en eau et de la composition chimique.

Une anomalie moins connue de la viscosité est la dilatance. Les miels doués de cette propriété ont une viscosité qui varie considérablement en fonction de la vitesse d'écoulement. Plus cette vitesse est grande plus la viscosité est élevée (Louveaux, 1959).

VI-1-3-Chaleur spécifique :

La chaleur spécifique d'un corps est la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré la température d'une unité de poids du corps.

Sa valeur est du 0.54 à 20°C pour un miel de 17% d'eau (Gonnet, 1982).

C'est à dire qu'il faut environ deux fois moins de calories pour chauffer du miel que pour chauffer de l'eau.

VI-1-4-Conductibilité thermique :

C'est la qualité d'un corps de permettre la diffusion de la chaleur dans sa masse.

Le miel est 10 fois moins bon conducteur que l'eau pure.

La conductibilité thermique varie avec la température et la teneur en eau. On peut dire pratiquement que le miel à 20% d'eau conduit très mal la chaleur à basse température. Il la conduit mieux à chaud et lorsqu'il est très riche en eau (Louveaux 1959).

Elle permet de différencier les miels de nectar des miels de miellat (Blanc, 2010).

VI-1-5-Conductibilité électrique :

C'est la propriété du miel à conduire le courant électrique (Bonimond, 1983).

D'après (Prost, 1979) la conductibilité électrique est liée à la teneur du miel en matières minérales.

VI-1-6-Indice de réfraction :

Il s'agit d'une propriété optique. Tout corps transparent est caractérisé par un certain indice de réfraction.

Il est couramment utilisé par les techniciens qui se servent de réfractomètres de petite taille, très pratiques. L'indice permet de calculer une variable très importante, la teneur en eau, bien plus rapidement que pour les autres méthodes (Donadieu, 1978).

Les tables de Chataway donnent la correspondance directe entre indice de réfraction et teneur en eau (Annexe n°1).

VI-1-7-Pouvoir rotatoire :

Il concerne l'action des miels sur la lumière polarisée. La majorité des miels sont lévogyres (Prost, 1979).

VI-1-8-Coloration :

C'est la mesure de la couleur des miels à l'aide d'un comparateur visuel «Pfund-color-grader» ou «Lovibond».

On l'exprime en indice de Pfund. De 1,0 pour les miels les plus clairs à 14,0 pour les plus foncés (Bonimond, 1983).

VI-1-9-pH :

le pH du miel va de 3,2 à 5,5 .il est généralement inférieur à 4 dans les miels de nectar, supérieur à 5 dans ceux de miellats (Prost, 1979).

VI-2-Propriétés nutritives

Le miel a beaucoup de vertus nutritives :

En effet, il améliore les performances physiques en augmentant l'endurance, en favorisant la récupération et en facilitant les efforts prolongés, notamment pour le sportif. Il augmente également la résistance à la fatigue physique et intellectuelle.

Chez les jeunes enfants, la consommation de miel, améliore la fixation du calcium sur les os et prévient l'anémie. Riche en sels minéraux, phosphore, calcium, fer..., le miel favorise la croissance, fortifie le squelette, vitalise l'hémoglobine.

Le miel est un bon complément pour la fatigue quelqu'un soit son origine : physique, intellectuelle, post-opératoire, convalescence, liée à des carences ainsi que dans les troubles digestifs et les amaigrissements.

Dans certaines affections oculaires, le miel est traditionnellement employé pour réduire et traiter des cataractes, conjonctivites et autres atteintes de la cornée.

Il est alors directement appliqué dans l'œil, notamment en Inde et en Amérique centrale avec les miels de certaines espèces d'abeilles (*Melipona* et *Trigona*).

Certains cas relatent même le traitement de certaines kératites et ulcères de la cornée par l'application de miel pur ou d'une pommade à 3% de sulfapyridine, un antibactérien, dans laquelle la vaseline aura été remplacée par du miel.

<http://www.fao.org/docrep/w0076e/w0076e04.htm>

VI-3-Propriétés antibactériennes

De nombreuses études ont démontré que le miel présentait une activité antibactérienne in vitro. Le miel inhibe la croissance des micro-organismes et des champignons.

L'activité antibactérienne du miel, principalement sur les bacilles gram positifs.

Les activités bactériostatiques et bactéricides ont été démontrées sur de nombreuses souches, dont certaines résistantes à des antibiotiques (comme le staphylocoque résistant à la pénicilline) (Yapucu *et al* 2007).

De plus, il a également été démontré que le miel pouvait inhiber in vitro le virus de la Rubéole, la Leishmaniose, et l'Echinococcus.

L'effet antimicrobien du miel est dû à différentes substances et dépend de son origine botanique (Molan 1992).

On ne connaît pas encore précisément tous les composants antibactériens du miel mais quatre facteurs sont largement mis en avant : l'osmolarité, le pH acide, le peroxyde d'hydrogène, et le système non-peroxyde (Bogdanov 1997).

VI-3-1-Osmolarité :

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

Certaines levures peuvent cependant se développer dans les miels ayant une teneur élevée en eau, et provoquer la fermentation de ces miels mais généralement l'activité hydrique du miel est trop basse pour permettre la croissance de micro-organismes.

VI-3-2-pH :

Le pH se situe entre 3,5 et 4,5 pour les miels de nectar et entre 4,5 et 5,5 pour un miel de miellat (Cari, 2011).

Le pH de miel compris entre 3, 2 et 4,5, il est donc suffisamment acide pour inhiber ou ralentir la croissance de nombreux microorganismes pathogènes (Balas, 2015).

VI-3-3-Peroxyde d'hydrogène :

La production de peroxyde d'hydrogène et d'acide gluconique résulte de l'oxydation de l'eau et du glucose par la glucose oxydase. Le peroxyde d'hydrogène est connu comme ayant une très bonne action sur les plaies.

Cette production d'eau oxygénée est influencée par la chaleur et la lumière.

Le peroxyde d'hydrogène n'est pas antibactérien en lui-même. L'action antibactérienne est due aux radicaux hydroxyles libres générés par l'action catalytique d'ions métalliques provenant des cellules bactériennes (Al-Waili *et al* 2011).

VI-3-4-Système non peroxyde :

En effet, l'activité antibactérienne n'est pas uniquement corrélée au taux de peroxyde. Les principaux composants ayant une activité non peroxyde sont la pinocembrine (un flavonoïde présent dans le miel et 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 de manière variable selon les plantes butinées qui contiennent différents types de facteurs à activité non peroxyde. Ces facteurs antibactériens sont beaucoup moins sensibles à la lumière, la chaleur et la durée du stockage, contrairement aux composants à activité peroxyde.

D'une manière générale, les espèces les plus sensibles au miel sont: le *Streptococcus pyogenes*, le *Staphylococcus aureus* et l'*Escherichia coli*. Les autres espèces telles que *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Proteus species*, *Clostridium welchii* et *Clostridium tetani* sont également sensibles au miel. *Pseudomonas aeruginosa* n'est en revanche pas inhibé par le miel (Gonnet 1981).

VI-4-Propriétés thérapeutique

VI-4-1-Activité antioxydante :

Le terme de stress oxydatif décrit le manque d'équilibre entre la production de radicaux libres et l'activité antioxydante dans un organisme. La diminution du stress oxydatif prévient l'apparition des maladies chroniques. La modification oxydative des lipoprotéines est considérée comme un facteur important à l'apparition d'athérosclérose.

On a trouvé que le miel contenait une importante activité antioxydante, incluant la glucose oxydase, la catalase, l'acide ascorbique, les flavonoïdes, les acides phénoliques, les acides organiques, les acides aminés, les protéines, et les carotènes (Alvarez *et al* 2013).

L'activité antioxydante des polyphénols du miel a été mesurée *in vitro*. Il y a une forte corrélation entre l'activité antioxydante, la concentration en phénols et l'inhibition de l'oxydation *in vitro* de la lipoprotéine de sérum humain.

De nombreuses recherches ont confirmé que la composition du miel et ses capacités antioxydantes dépendent de nombreux facteurs, comme la source florale du nectar butiné, la Saison, et les facteurs environnementaux comme le type de sol, le climat, certains facteurs génétiques, la méthode employée (Frankel *et al* 1998).

L'activité antioxydante est due en grande partie aux composés phénoliques et aux flavonoïdes, mais leur mécanisme d'action est encore inconnu (Russel *et al* 1988)

VI-4-2-Activité anti-tumorale et anti-inflammatoire :

Les antioxydants confèrent au miel une activité antioxydante et potentiellement une action antimototique (Alvarez *et al* 2013).

Plusieurs études ont prouvé que l'application de miel sur site tumoral inhibait de manière largement significative la croissance tumorale chez la souris et certaines lignées cellulaires cancéreuses *in vitro*. Aucun essai clinique chez l'homme n'a encore été conduit afin de confirmer ce potentiel d'action (Bogdanov *et al* 2008).

La réduction de l'inflammation a également été démontrée chez le rat après ingestion de miel dans le cadre de maladies inflammatoires chroniques de l'intestin.

Le mécanisme supposé serait une action sur la production de radicaux libres agissant sur l'inflammation des tissus.

On observe cliniquement que lors de l'application du miel sur les plaies, il se produit une diminution visible de l'inflammation avec réduction de l'œdème et des exsudats et la douleur (Molan *et al* 2001).

VI-4-3-Stimulation du système immunitaire et de la croissance cellulaire :

Le miel permet de combattre l'infection en stimulant le système immunitaire. Il a été rapporté que le miel stimule la multiplication des lymphocytes T et des lymphocytes B en culture, il active aussi les polynucléaires neutrophiles.

Il a également été rapporté que la stimulation des monocytes en culture libèrent les cytokines TNF- α , interleukine IL-1 et IL-6. Impliquées comme messagers cellulaires activant la réponse immunitaire face à l'infection (Bergman *et al* 1983).

En plus de la stimulation de ces leucocytes, le miel fournit un apport en sucre aux macrophages leur permettant la production de peroxyde d'hydrogène, principale composante de leur activité antibactérienne.

Le miel est un substrat pour la glycolyse qui est la principale réaction productrice d'énergie dans le macrophage et permet ainsi son fonctionnement dans les tissus lésés et les exsudats.

L'acidité du miel favorise l'action antibactérienne des macrophages comme les vacuoles de phagocytose impliquées dans la destruction des bactéries ingérées car elles ont un PH acide (Boukraâ *et al* 2010).

VI-4-4-Effets métaboliques :

Le miel a été signalé pour produire une réponse glycémique plus faible chez des lapins diabétiques ou non.

Chez les rats nourris au miel, on a constaté une augmentation significative du taux de cholestérol HDL et une réduction des triglycérides et du LDL. Aussi, la combinaison de glibenclamide (médicament antidiabétique) avec du miel a abouti à de nouvelles réductions des triglycérides et du LDL (Erejuwa *et al* 2011).

La combinaison de metformine et de miel a entraîné des réductions supplémentaires des triglycérides, du cholestérol total, du LDL cholestérol tandis que le cholestérol HDL a été légèrement augmenté chez les rats diabétiques (Erejuwa *et al* 2012).

VI-5-Cristallisation du miel

Le miel est une solution sucrée sursaturée et, lorsqu'il est stocké dans les rayons de la ruche, il est généralement à l'état liquide. Mais c'est un état instable.

Sous l'effet de la température et de la présence de germes de cristallisation (poussière, cristaux de glucose, grains de pollen), la cristallisation du miel s'amorce.

Le processus de cristallisation des sucres est dépendant des rapports glucose/fructose et glucose/eau. La connaissance de ces rapports peut prédire l'aptitude des miels à cristalliser : elle sera faible pour un rapport glucose/eau inférieur à 1,7 mais très importante si cette valeur atteint 2,1 (Sablé, 1997).

VII-Conservation du miel

Le miel est un produit périssable qui subit au cours du temps un certain nombre de modifications aboutissant inévitablement à la perte de ses qualités essentielles.

Certains miels sont plus fragiles que d'autres en fonction de leur acidité naturelle. En effet, tous les miels dont le pH est inférieur à 4 se dégradent plus vite que ceux de caractéristique inverse. Il convient donc de garder le miel dans des locaux frais où la température ne dépasse pas 20°C. Si le miel à stocker présente un risque de fermentation, il faudra impérativement le pasteuriser ou le conserver à une température de 4 à 5°C (Hushet *et al* 1996).

Partie Expérimentale

Chapitre 2: Matériel et Méthodes

L'étude suivante à été réalisé au niveau du laboratoire de Biotechnologie Microbienne de L'Université de Boumerdes (UMBB). Elle a pour objectif l'évaluation de l'activité antibactérienne de 4 échantillons de miels (Euphorbe , Jujubier , Oranger et Eucalyptus) vis à vis de quelque souches bactériennes pathogènes (*Staphylococcus Aureus*, *Pseudomonas Aeruginosa* et *Escherichia coli*).

I-Matériel

I-1-Matériel Biologique

I-1-1. Miel :

Les échantillons du miel récoltés proviennent de 2 régions d'Algérie à savoir Djelfa et Constantine (Tableau 1).

Tableau n°1 : Les échantillons des miels utilisés.

N° Echantillons récolté	Région	Origine Botanique	Mode d'extraction	Date de récolte
1	Djelfa	Jujubier	Electrique	Fin juin 2017
2	Djelfa	Euphorbier	Electrique	Fin juin 2017
3	Constantine	Eucalyptus	Electrique	Début juin 2017
4	Constantine	Oranger	Electrique	Fin Mai 2017

I-1-2-Souches bactériennes :

Les souches utilisées dans le test de l'activité antibactérienne proviennent de l'hôpital de Thénia (Wilaya de Boumerdes). Ces souches sont : *E.Coli*, *Staphylococcus Aureus* et *Pseudomonas Aeruginosa*.

I-1-2-Milieus de cultures :

Les milieux de cultures utilisés et leurs compositions sont représentés dans **l'annexe n°2**

I-2-Matériel non-Biologique

Le matériel non-Biologique est représenté dans **l'annexe n°3**.

II-Méthodes

II-1-Evaluation de l'activité antibactérienne

II-1-1-Revivification des souches :

La revivification des souches a pour objectif d'obtention d'une culture jeune et pure. Elle consiste à ensemencer en stries la surface de la gélose préalablement coulée et solidifiée dans des boîtes de pétri contenant Mueller-Hinton quelques colonies de souches conservées. Les boîtes de pétri renfermant chacune une souche microbienne sont incubées à 37°C pendant 24h.

II-2-2- Préparation d'inoculum :

Préparer des tubes stériles contenant 5 ml d'eau physiologique, prélever quelques colonies de bactéries et les additionner à cette eau pour réaliser une suspension microbienne. Agiter les tubes pendant quelques secondes. Réaliser une lecture de la densité de chacune des suspensions préparées, à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 620 nm. L'absorbance doit être comprise entre 0,22 et 0,32 qui correspondent à une concentration de 10^7 - 10^8 germes /ml.

II-2-3-Ensemencement :

Cette étape consiste à liquéfier dans un bain marie à 120°C le milieu gélosé Muller Hinton. Ensuite couler dans les boîtes pétries ce milieu. Laisser refroidir et se solidifier. A l'aide d'un écouvillon, ensemencer depuis les suspensions bactériennes.

II-2-4-Dépôts des disques :

Cette étape consiste à déposer 4 disques contenant du miel sur la surface de Milieu gélosé. Après diffusion pendant 1h30, procéder à l'incubation pendant 24h à 48h. La mesure des diamètres des zones d'inhibition est déterminée par la suite.

Deux répétitions pour chaque échantillon de miels ont été effectuées pendant l'expérimentation.

II-2-5-Expression des résultats :

Les zones d'inhibitions sont classées en quatre groupes en fonction de leurs diamètres (**Abduallah *et al.*, 1995, 1999**)

- Non-inhibitrice : diamètre de la zone d'inhibition est inférieur à 7mm.
- Légèrement inhibitrice : diamètre de la zone d'inhibition est entre 7 et 13mm.
- Modérément inhibitrice: diamètre de la zone d'inhibition est entre 13 et 25mm.
- Fortement inhibitrice: diamètre de la zone est supérieur à 25mm.

II-2-6-Détermination de la moyenne, et l'écart type :

La moyenne arithmétique (X) et l'écart-type (S) sont calculées par les formules suivantes :

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}}{n-1}$$

X : moyenne arithmétique

Xi : valeur individuelle

n : effectif (nombre d'individu)

S : Ecart Type

III-Résultats et Discussion

Les résultats de l'activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre les différentes bactéries pathogènes sont présentés dans les tableaux n° 1, 2, 3 et 4 et figure n° 5, 6, 7, 8 et 9.

III-1-Activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre *Staphylococcus aureus* :

Les résultats de l'activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre *Staphylococcus aureus* sont représentés dans le tableau 1 et les figures n°4 et n°5.

Tableau n° 2 : Résultat de l'activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre *Staphylococcus aureus*

Echantillons	Diamètre
Miel Euphorbier	10.5 ± 4.23
Miel Jujubier	13 ± 4.37
Miel Oranger	13 ± 1.60
Miel Eucalyptus	16.37 ± 2.38

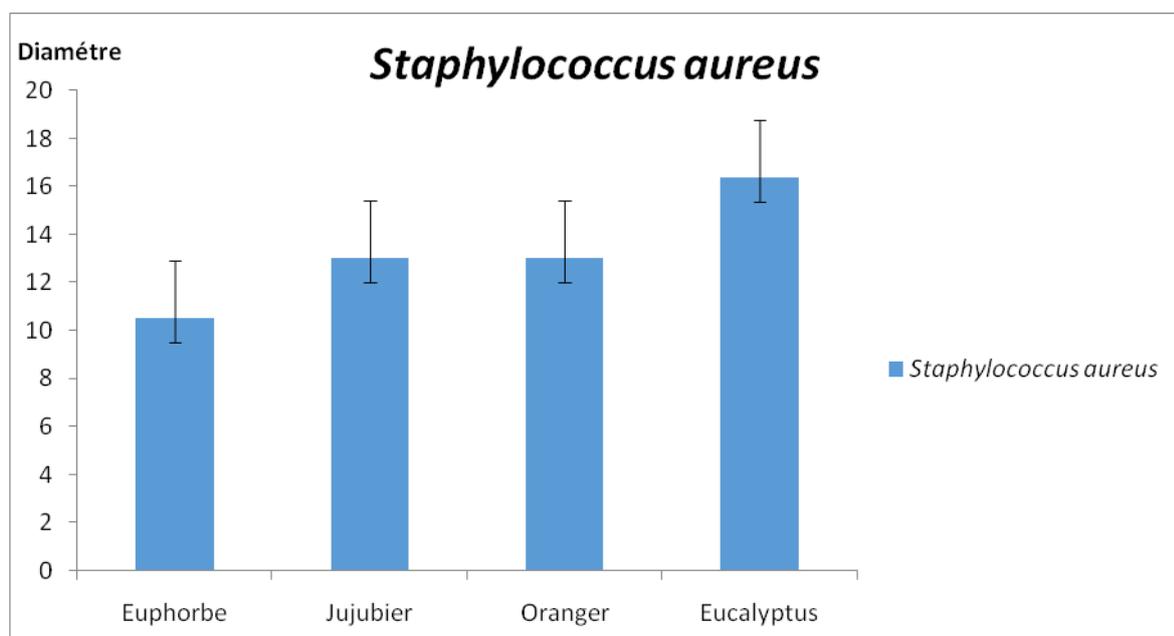


Figure 4 : Activité antibactérienne des miels contre *Staphylococcus aureus*

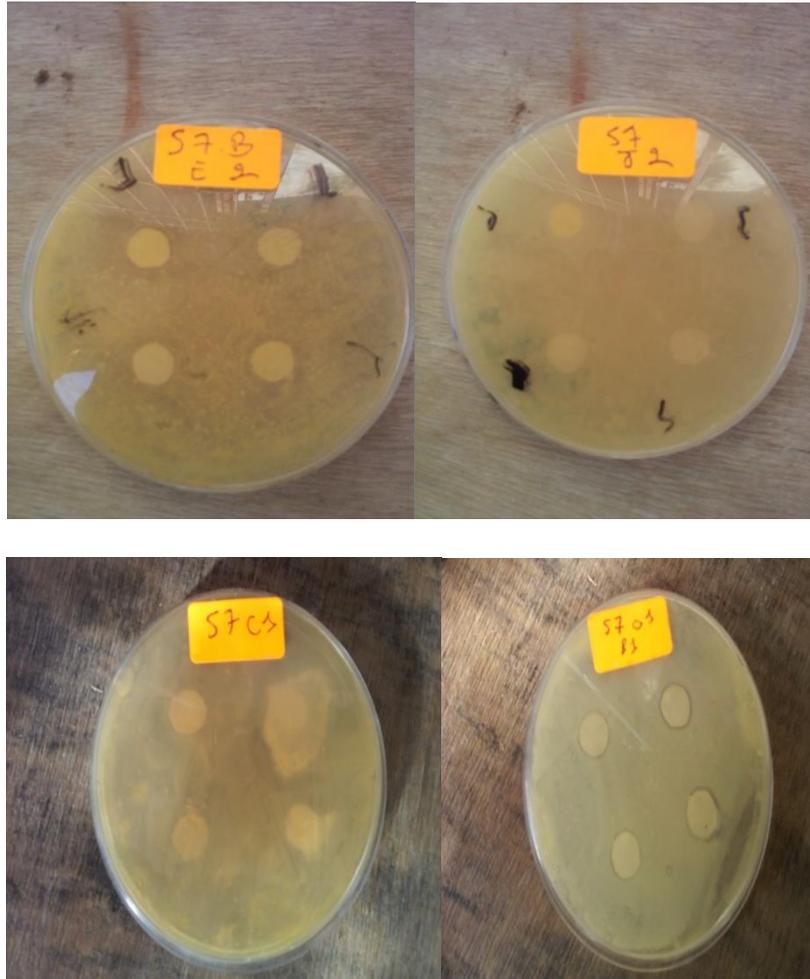


Figure 5 : Zone d'inhibition des miels contre *Staphylococcus aureus*

***S* : *Staphylococcus aureus* ; Euphorbier (S7 B E2) : Jujubier (S7 J2) ,Eucalyptus (S7 C1) , Oranger (S7 O1 B1)**

D'après le tableau n°1 et les figures n°4 et 5 on remarque que *Staphylococcus aureus* est modérément inhibé par la majorité des échantillons de miels étudiés. La zone d'inhibition varie de 13 à 16 mm. On note un effet d'inhibition plus marqué pour le miel « Eucalyptus » comparé aux autres miels avec une zone d'inhibition de 16.37 + écart type mm. La plus faible zone d'inhibition est enregistrée pour l'échantillon de miel « Euphorbier » soit 10.5 mm.

III-2-Activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre *Escherichia coli* :

Les résultats de l'activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre *Escherichia coli* sont représentés dans le tableau n°2 et les figures n°6 et 7.

Tableau n° 3 : Résultat de l'activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre *Escherichia coli*

Echantillons	Diamètre
Miel Euphorbier	21 ± 1.41
Miel Jujubier	16 ± 1.82
Miel Oranger	11.87 ± 1.12
Miel Eucalyptus	10.25 ± 0.70

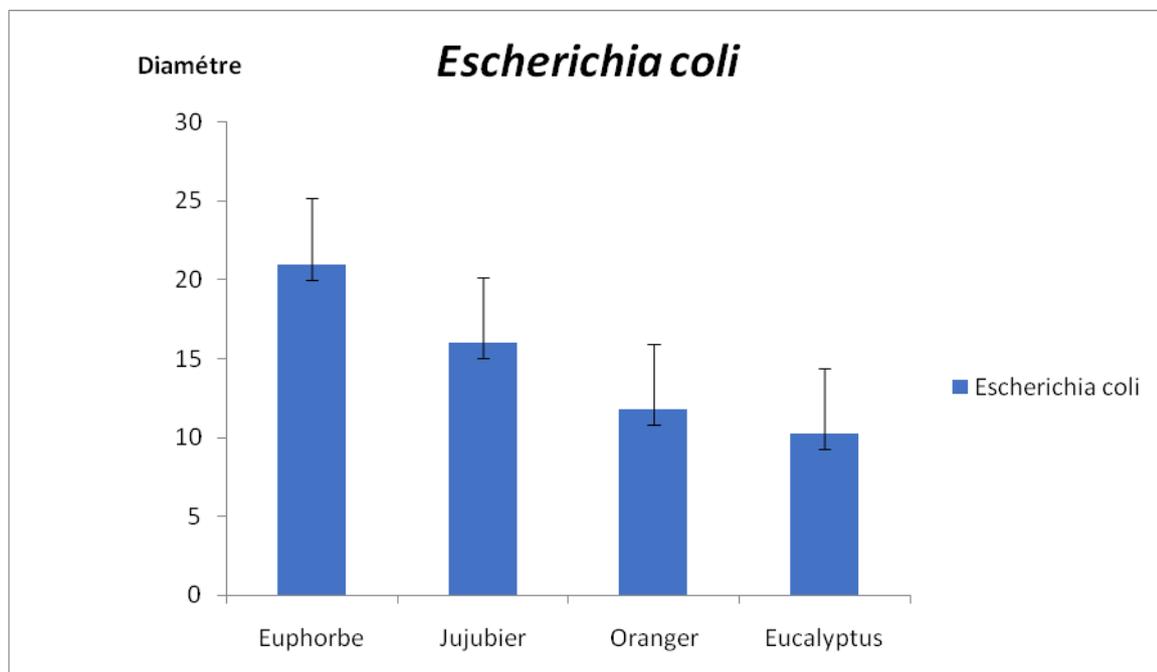


Figure 6 : Activité antibactérienne des miels contre *Escherichia coli*

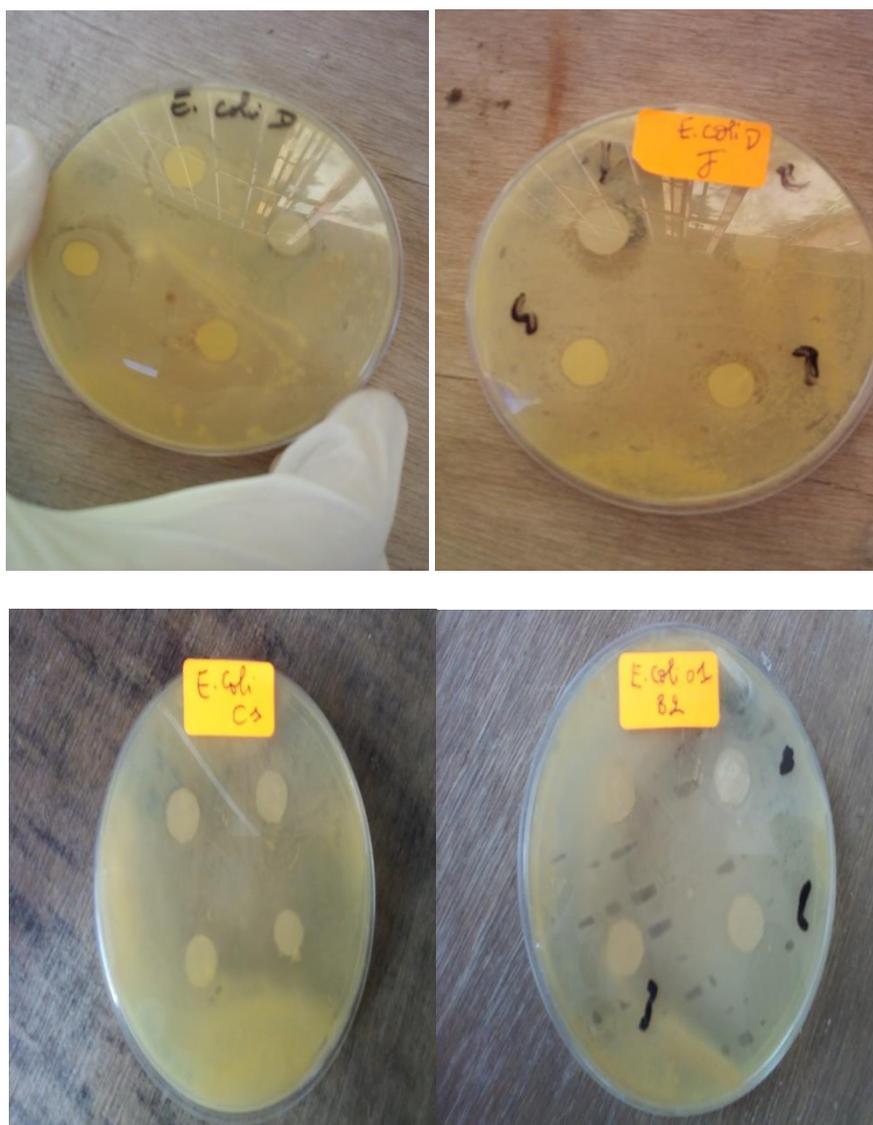


Figure 7 : Zone d'inhibition des miels contre *Escherichia coli*

Euphorbier : E.coli D, Jujubier : E.coli D J, Eucalyptus : E.coli C1 , Oranger : E.coli 01

B2

L'exploitation du tableau n°2 et les figures n°6 et 7 montre que les échantillons des miels « Euphorbier » et « Jujubier » sont modérément inhibiteurs contre *Escherichia coli* soit respectivement 16 ± 1.82 et 21 ± 1.41 mm, alors que les miels « Oranger » (11.87 ± 1.12) et « Eucalyptus » (10.25 ± 0.70) sont légèrement inhibiteurs contre E.coli.

III-3-Activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre *Pseudomonas aeruginosa* :

Les résultats de l'activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre *Pseudomonas aeruginosa* sont représentés dans le tableau n°3 et les figures n°8 et 9.

Tableau n° 4 : Résultat de l'activité anti-bactérienne des différents types de miels étudiés contre *Pseudomonas aeruginosa*

Echantillons	Diamètre
Miel Euphorbier	10.87 ± 1.45
Miel Jujubier	14.62 ± 4.74
Miel Oranger	11.25 ± 0.5
Miel Eucalyptus	13.5 ± 1.91

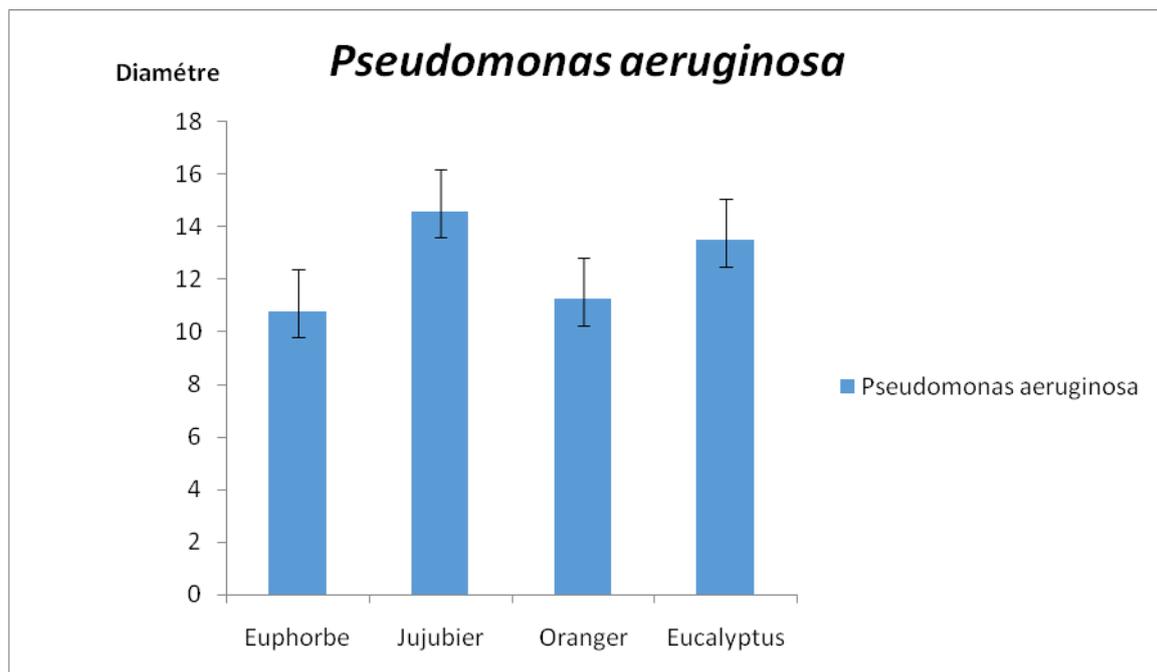


Figure 8 : Activité antibactérienne des miels contre *Pseudomonas aeruginosa*

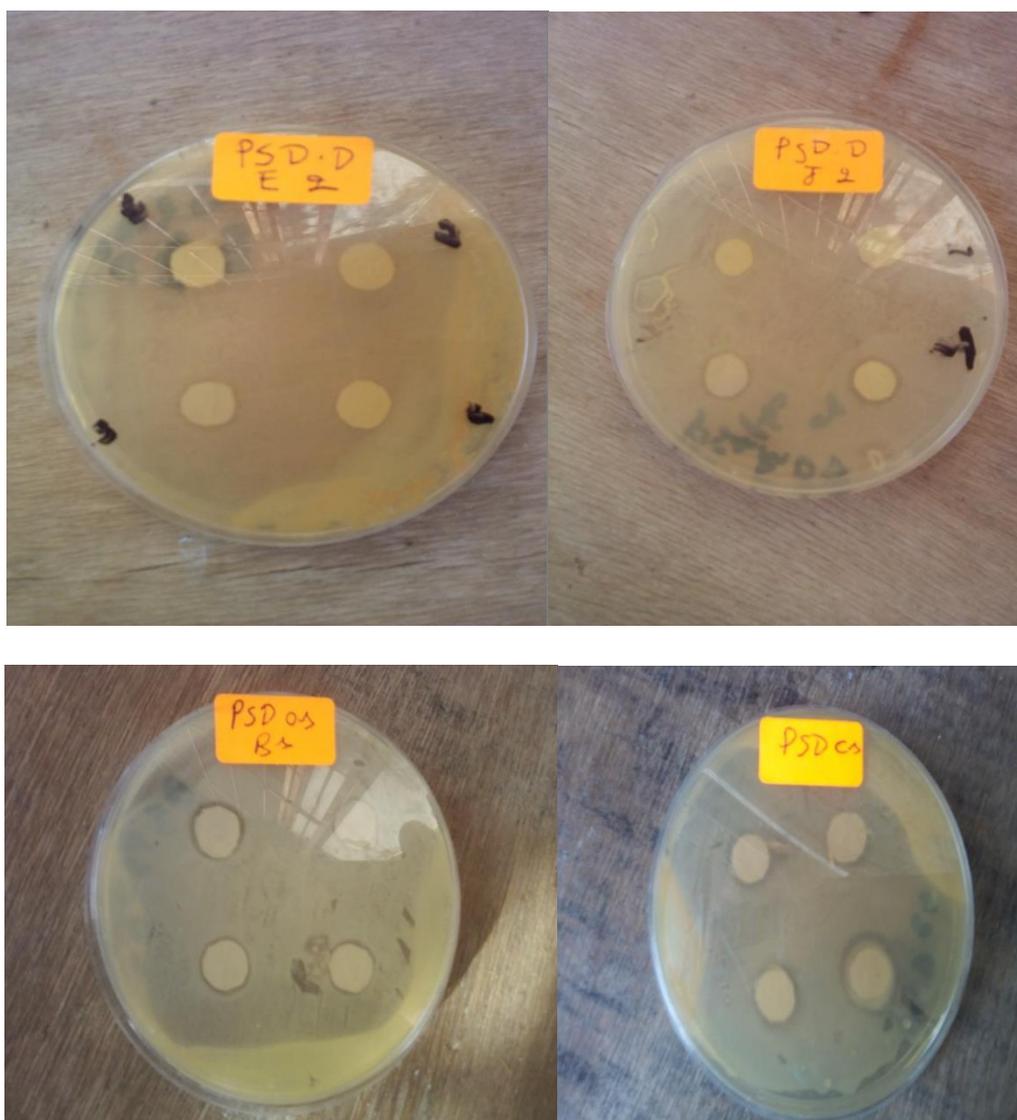


Figure 9 : Zone d'inhibition des miels contre *Pseudomonas aeruginosa*

***PSD* : *Pseudomonas aeruginosa* , Euphorbier : PSD D E2 , Jujubier : PSD D J2 , Eucalyptus : PSD C1 , Oranger : PSD 01 B1**

D'après le tableau n°3 et les figures n°8 et 9 on remarque que l'échantillon du miel « Jujubier » et « Eucalyptus » présentent une zone d'inhibition la plus élevée contre *Pseudomonas aeruginosa* soit respectivement 13.5 et 14.62 mm comparativement aux autres miels étudiés « Euphorbier » (10.87 ± 1.45) et « Oranger » (11.25 ± 0.5) qui marquent une zone d'inhibition les plus faibles.

Les résultats de l'activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre les différents types de souches bactériennes sont représentés dans la figure n°10 récapitulatif suivante :

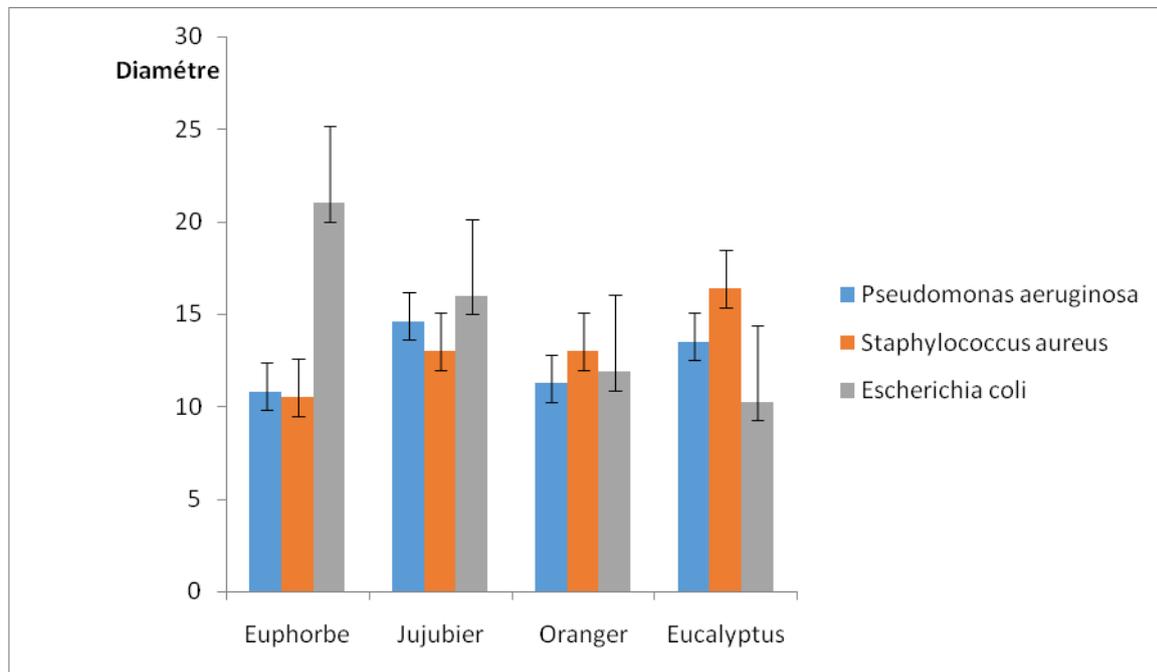


Figure 10 : Résultats récapitulatifs de l'activité antibactérienne des différents types de miels étudiés contre les différents types de souches pathogènes testés.

Discussion :

D'après les résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne des miels, on remarque que les souches *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli* sont les plus sensibles à l'effet des échantillons de miels étudiés avec des zones d'inhibition qui varient de 10.5 mm ± 4.23 et 13 mm ± 4.37 et de 10.25 ± 0.70 à 21 ± 1.41. Notant que le Miel d'Eucalyptus a plus d'effet contre *Staphylococcus aureus* avec une zone d'inhibition de 16.37 mm ± 2.38. Quant au miel Euphorbier, il enregistre une zone d'inhibition de 21 ± 1.41 contre *Escherichia coli*, alors que *Pseudomonas aeruginosa* est moins sensible aux échantillons « Euphorbier » et « Oranger » avec des zones d'inhibition respectives de 10.87 ± 1.45 à 11.25 ± 0.5. Notant que le miel « Eucalyptus » et « Jujubier » ont le plus d'effet contre cette souche avec des zones d'inhibition respectivement 13.5 ± 1.91 et 14.62 ± 4.74.

D'après Tahar *et al* (2017), les miels testés (miels Algériens monofloraux) ont un effet antibactérien moyen envers la souche *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*.

D'après Benadjel (2017), Les souches *E.coli* et *Klebsiella* sont les plus sensibles à l'effet des quatre échantillons de miels (Miel de thym , d'Eucalyptus , Citrus et polyforal). Quant au *Pseudomona aeruginosa*, elle est moyennement sensible. Alors que *Staphylococcus aureus* peut être considérée relativement résistante. Ces deux dernières bactéries enregistrent des diamètres respectifs 9.66 et 11.66 mm ; 8.33 et 9.33 mm.

Szweda (2016) rapporte que Les résultats de nombreuses études in vitro mais aussi in vivo confirment un fort potentiel antimicrobien du miel contre certains agents pathogènes humains et vétérinaires important : *Staphylococcus aureus*, *Helicobacter pylori*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*.

Moussa *et al* (2012) ont trouvé que *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus pyogenes* sont inhibés par les miels Algériens étudiés.

Agbagwa *et al* (2010) ont examiné les miels Nigérian occidental, miel Nigérian du sud, miel Nigérian oriental et miel Nigérian du nord. Ils ont comparé leurs capacités à inhiber la croissance de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *E.coli* et *Proteus mirabilis* avec des concentrations de miel de 80% à 100%. Les moyennes de zone d'inhibition enregistrées sont respectivement (5.3-11.6) mm, (1,4-15,4) mm, (4,4-13,5) mm et (9,1-17) mm.

L'effet antimicrobien du miel est dû à différentes substances et dépend de son origine botanique (Molan, 1992). On ne connaît pas encore précisément tous les composants antibactériens du miel mais quatre facteurs sont rapportés notamment l'osmolarité, le pH acide, le peroxyde d'hydrogène et le système non-peroxyde (Bogdanov, 1997).

Conclusion :

Les résultats de l'activité antibactérienne des 4 échantillons de miels étudiés tels Euphorbier, Jujubier, Oranger et Eucalyptus ont révélé une sensibilité des souches bactériennes testées Gram + (*Staphylococcus aureus*) et Gram - (*Pseudomonas aeruginosa*, *Escherchia coli*).

A travers nos résultats, il est possible d'utiliser le miel comme des antibactériens naturels pour traiter les maladies provoquées par les germes pathogènes.

Plusieurs études ont démontré que le miel à une grande valeur médicinale comme antibiotique naturel c'est pour cela qu'il est largement utilisé dans l'industrie pharmaceutique et cosmétique.

Perspectives :

- La recherche d'autres variétés de miel qui ont une activité antibactérienne.
- Déterminer la concentration minimale inhibitrice.
- Étudier les principes actifs des différents miels.

Références Bibliographiques

- AL-Mamary , M . , AL-Meer, A. AL-Habori, M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey , nutrition research 22,1041-1047
- Agriculture and consumer protection – Value-added products from beekeeping – *FAO Agricultural Services Bulletin*, 1996, n°124, Chap. 2, [consulter en ligne le 14/08/2018] <http://www.fao.org/docrep/w0076e/w0076e04.htm>
- Al-Waili, NS., Salom, K., Butler, G., Al Ghamdi, AA. (2011). Honey and microbial infections: a review supporting the use of honey for microbial control. *J Med Food*.
- Alvarez-Suarez, JM., Giamperi, F., Battino, M (2013). Honey as a source of dietary antioxydants: structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. *Current Med Chem*
- Abdelouahid, D. Senouci, B. (2010) Méthodes et techniques en bactériologie. Ed. Office des publications universitaires, pp : 26-27
- Agbagwa. OE., Frank-Peterside. N. (2010). Effect of raw commercial honeys from Nigeria on selected pathogenic bacteria. *Afr J Microbiol Res* 4: 1801-1803.
- Bogdanov, S. (1991). Miel: définition et directives pour l'analyse et l'appréciation. Centre suisse de recherches apicoles, Station de recherches laitières, Liebefeld
- Bogdanov, S. (1997). Nature and origin of the antibacterial substances in honey. *Lebensm Wiss Technol*.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review. *J Am Coll Nutr* -Bogdanov, S. 2008. Harmonised methods of the international honey commission. *Apidologie*.p59
- Bergman, A., Yanai, J., Weiss, J., Bell. cm D., David, MP. (1983). Acceleration of wound healing by topical application of honey. An animal model. *American Journal of Surgery*.

- Boukraâ. L., Sulaiman, SA. (2010) Honey use in burn management: potentials and limitations. *Forsch Komplement med.*
- Bonimond, JP. (1983). *La fleur et l'abeille*. Union Nationale de l'Apiculture Française. Paris-p78-100
- Benadjal, S. (2017) Effet in vitro de l'activité antimicrobienne du Miel et *Lactobacillus sp* sur les souches microbiennes pathogènes. Mémoire d'obtention de diplôme en Contrôle Qualité et nutrition agro-alimentaire .Université de Boumerdes, Algérie.
- Blanc, M. (2010). «Propriétés et usage médical des produits de la ruche». Thèse pour l'obtention de diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Limoges. En français.
- Balas, F. (2015). «Les propriétés thérapeutiques du miel et leurs domaines d'application en médecine générale revue de la littérature». Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en médecine. Université Nice. En français.
- Codex alimentarius (2001)- Programme mixte FAO/OMS sur les normes.
- Clement, H., (2002) *Guide des miels*. Paris, Rustica, 64 p.
- Chauvin, R. (1968). *L'abeille et la fleur in traite de biologie de l'abeille (T3)*.Edition Masson et Cie,Pans p95.
- Descottes B. (2004). *Le miel comme agent cicatrisant*. Thèse de doctorat en médecine,Université Toulouse III-Paul SABATIER, Limoges : p 24-26.
- Donadieu, Y (1978) : *Le miel thérapeutique*. 2éme Ed Maloine. Paris. p10-28.
- Das, A., Datta, S., Mukherjee, S., Bose, S., Ghosh, S., & Dhar, P. (2015). Evaluation of antioxidative, antibacterial and probiotic growth stimulatory activities of *Sesamum indicum* honey containing phenolic compounds and lignans. *LWT-Food Science and Technology*, 61(1), p: 244-250.

- Erejuwa, OO., Sulaiman, SA., Wahab, MS. (2011). Oligosaccharides might contribute to the antidiabetic effect of honey: a review of the literature. *Molecules*
- Erejuwa, OO., Sulaiman, SA., Wahab, MS. (2012). Honey—a novel antidiabetic agent. *Int J Biol Sci.*
- Frankel, S., Robinson, GE., Berenbaum, MR. (1998). Antioxydant capacity and correlated characteristics of 14 unifloral honey. *Journal of Apicultural Research.*
- Gonnet, M. Vache, G (1985). *Le gout de miel.* Ed. UNAF, Paris. 150p.
- Gonnet M. (1981). Facteurs antibiotiques naturels présents dans le miel. *La revue française d'apiculture, UNAF N spécial Apithérapie: 27-30.*
- Gonnet, M. (1982). Le miel, composition, propriétés, conservation. *INRA station expérimentale d'apiculture p : 18.*
- Guillon. N , (1996). Etude de l'activité antibactérienne du miel. Thèse de doctorat.p26.
- Huchet, E. Coustel, J. et Guinot, H. (1996). Les constituants chimiques du Miel .Méthodes d'analyses chimiques - Département Science de l'Aliment.
- Hungjae, L.Churey, J. Worobo, J. (2008) Antimicrobial activity of bacterial isolates from different floral sources of honey 126-240-244.
- Hamouda HM, Marzouk DS. (2011) ; Antibacterial Activity of Egyptian Honey from Different Sources. *Int J Microbiol Res 2(2):149-155.*
- Joly, R. (1984). L'abeille et les produits de la ruches .Edition .RULLIER ZIRECCIO-: p33.
- Küçük, M., Kolaylı. S ., Karaolu S ., Ulusoy E., Baltacı, C and Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honyes of different types of Anatolia .*Food Chemistry ,100 :526.*
- Kwakman, P. H., Te Velde A, A., De Boer, L. (2010) How honey kills bacteria.*FASEB journal, , vol. 24, n°7, p. 2576-2581.*

- Kacaniova, M., Chlebo, R., Kopernicky, M., Trakovicka, A. (2004). Microflora of the honeybee gastrointestinal tract. *Folia Microbiol. (Praha)* 49,169-171.
- Louveaux, J. (1959). La technologie du miel, p343-354. Les annales de l'abeille, INRA EDITION
- Molan PC. (1992) The antibacterial activity of honey: the nature of the antibacterial activity. *Bee World*; 73(1): 5-28.
- Molan, PC. (2001) Potential of honey in the treatment of wounds and burn. *Am J Clin Dermatol*.
- Moussa. A, Nouredinne. D, Meslem. A, Aissat. S, (2012) Antibacterial activity of various honey types of Algeria against pathogenic Gram-Negative Bacilli, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* p211-214.
- Olaitan, PB., Adeleke, OE., Ola, IO. (2007) Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. *Afr Health Sci*.
- Prost, P. (1979) *Apiculture*. Paris .Edition J-B.Baillière : P140-270.
- Piotr Szweda, (2016).Antimicrobial activity of honey DOI: 10.5772/67262.
- Phillippe, M. (1993) *Le guide de l'apiculture*. Edition .EDISUD : p 206.
- Rossant A, (2011)- *Le miel, un compose complexe aux propriétés Surprenantes*. Thèse de doctorat, Univ. Limoges, 132 p.
- Russel, KM., Molan PC., Wilkins, AL., Holland, PT. (1988) Identification of some antibacterial constituents of New Zealand Manuka honey. *J Agric Food Chem*.

-Sablé. Dr. (1997) Propriétés, valeur nutritionnelle et diététique du miel, cas du miel de Tournesol. *Apithérapie : la science de l'abeille pour l'énergie et le bien-être*, n°57950, p. 25-32.

-Tahar. H., Talaouit F. (2017) Profils polliniques, caractéristiques physicochimiques, Activités antioxydantes et antibactériennes de quelques miels Algériens. Université de Béjaia.

-Verdan, J. (2002) Projet de charte qualité miel du parc naturel régional de verdan-(2002).

-White.J.W and Maher, (1953) Transglucosidation by honey invertase Arch Bioch , Biophys 42.360.

-Yapucu Günes, U., Eser I., (2007) Effectiveness of honey dressing for healing pressure ulcers. J Wound Ostomy Continence Nurs.

Anonyme (2015): <http://mieldecorse.com/2015/10/07/le-miel-de-miellats-quest-ce-que-cest/>
Consulter le 04/05/2018.

Anonyme (2014) :<https://www.miel2lor.com/notre-miel/fabrication-du-miel-par-labeille.htm>
Consulter le 04/08/2018.

FAO ROME (1996) : <http://www.fao.org/docrep/w0076e/w0076e04.htm> Consulter le 14/08/2018.

Annexe n°1 : Table de chataway

Tableau n° 5: Table de chataway (Bogdanov 2002)

Indice de réfraction à (20°C)	Teneur en eau (g/ 100 g)	Indice de réfraction à (20°C)	Teneur en eau (g/ 100 g)
1,5044	13,0	1,4890	19,0
1,5038	13,2	1,4885	19,2
1,5033	13,4	1,4880	19,4
1,5028	13,6	1,4875	19,6
1,5023	13,8	1,4870	19,8
1,5018	14,0	1,4865	20,0
1,5012	14,2	1,4860	20,2
1,5007	14,4	1,4855	20,4
1,4002	14,6	1,4850	20,6
1,4997	14,8	1,4845	20,8
1,4992	15,0	1,4840	21,0
1,4987	15,2	1,4835	21,2
1,4982	15,4	1,4830	21,4
1,4976	15,6	1,4825	21,6
1,4971	15,8	1,4820	21,8
1,4966	16,0	1,4815	22,0
1,4961	16,2	1,4810	22,2
1,4956	16,4	1,4805	22,4
1,4951	16,6	1,4800	22,6
1,4946	16,8	1,4795	22,8
1,4940	17,0	1,4785	23,0
1,4935	17,2	1,4780	23,2
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
1,4995	18,8	1,4740	25,0

Annexe n°2 : Composition des milieux de cultures

Gélose nutritive : (Abdelouahid *et al*, 2010)

- 1 L de macération de viande (eau distillé + extrait de viande).
- 15 g de péptone trypsique.
- 5 g de NaCl ou Kcl
- 15 à 20 g d'agar.

Le pH final entre 7.2 et 7.4.

Muller Hinton : (Abdelouahid *et al* , 2010)

- 1 L d'eau distillé.
- 300 g d'infusion de viande de bœuf.
- 17.5 g d'hydrolysate de caséine.
- 1.5 g d'amidon.
- 17 g d'agar

Le pH final égal à 7.4

Annexe n°3 : Matériels utilisés

***Appareillage :**

- *Autoclave
- *Agitateur électrique
- *Appareil photo
- *Balance électrique
- *Bain marie
- *Bec benzen
- *Etuve
- *Plaque chauffante
- *Spectrophotomètre
- *Réfrigérateur

***Autres Matériels :**

- *Anse de platine
- *Disque de papier fil
- *Papier aluminium
- *Pince en bois
- *Pisettes
- *Portoirs

***Produit utilisé :**

- *Alcool
- *Eau distillé
- *Eau de javel
- *Eau physiologique stérile

***Verreries :**

- *Becher
- *Boite de petrie
- *Pipette pasteur
- *Tube à essais munis d'un bouchant en métal

***Milieu de culture :**

- *Gélose nutritive
- *Muller hinton