

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOUT 1955- SKIKDA



Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Intitulé :

Etude comparative de l'activité antibactérienne des huiles essentielles pure et commerciale de la plante médicinale « *Ocimum basilicum* » vis-à-vis souches cliniques étudiées responsables d'infections urinaires.

Présenté Par : Hatem Hanene , Ramoul Yasmine

Hecida Kawther , Kerkad Asma.

Membre de Jury:

Mr. Djerrou Z (Pr) Président	Univ. Du 20 Août 1955 – Skikda
Mme. Ghannam M (MCB) Promoteur	Univ. Du 20 Août 1955 – Skikda
Mr. Boudjellab Z (MCB) Examineur	Univ. Du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Ce travail n'aurait jamais vu le jour sans DIEU le tout puissant, qui nous a offert santé, force, patience et volonté jusqu'au dernier moment.

DIEU merci !

*Alors, Il ne serait pas possible de nous présenter ce mémoire sans témoigner de nos profondes gratitudes et nos sincères remerciements à Dr. **GHANNAM MAYA**, pour nous avoir encadrées, pour sa gentillesse, ses conseils et ses précieuses orientations qu'elle n'a cessé de nous apporter tout au long de ce travail.*

*Nous remercierons : Dr. **Boudjellab.Z** d'être le président de membre de juré de notre mémoire.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à Pr. **Djerrou.Z**, d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

Nos remerciements vont aussi à tous les techniciens de laboratoire de la faculté de science de la nature et de la vie, et tous

Nos enseignants du département.

**Merci **

À tous les collègues de la promotion 2018-2023 pour les sympathiques moments qu'on a passés ensemble, ainsi qu'à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Avec l'aide de « Dieu » le tout puissant, qui a tracé le chemin de ma vie, J'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

Spécialement, **À** Mes chers parents, mon père **Monir** et ma mère **Nora**,

Pour Qui ont consacré leur vie pour la mienne. Qui m'ont aidé et soutenu durant toute ma vie et surtout pendant la préparation de mon mémoire. Puisse Dieu le tout puissant vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.

À mes chers frères :

Oudjedi et **Amdjed** qui ont toujours été à mes côtés.

À ma chère et adorable sœur :

Ghada et son mari **Abderraouf** et ses enfants **Marmar** et **Nadola** pour leur soutien moral et leur aide, leur support continu durant ces années d'études merci d'être là pour moi.

À la meilleure équipe **Kawther**, **Asma** et **Yasmine** je profite de l'occasion pour vous remercier pour votre travail acharné et votre soutien durant cette année, je vous souhaite bonne chance et beaucoup de succès pour vos prochains projets.

À mes meilleures amies : **Kawther** et **Manel** Merci pour les bons moments qu'on a partagés ensemble.

À mes collègues de la promotion **master II 2022-2023**. Option biochimie

Appliquée

À tous nos souvenirs ! Je vous souhaite à tous longue vie pleine de bonheur. Je vous dédie ce travail en témoignage de ma reconnaissance et de mon respect.

À tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.

Hanene

Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail :

A" Allah" : De m'avoir donné la santé, le bonheur, le courage et l'effort afin de rédiger ce travail Hamdoullah.

A mon père

Ce travail est le résultat des énormes sacrifices consentis pour moi, tu es toujours ma vie et ma force dans la vie. J'espère que ce travail sera le fruit de vos efforts et de vos sacrifices. Je demande à dieu de vous rendre heureux et généraux.

A mes sœurs

Sabrina, Sana, ma vie à côté de vous est remplie de belles surprises.

A mes frères

Votre soutien moral et encouragements vous m'avez appris la patience et la concentration sur mon travail. Votre joie me comble de bonheur. Puisse Dieu vous garde, éclaire votre route et vous aide à réaliser vos vœux les plus chers.

A mon équipe hanene, kawther et yasmine je vous remercie pour votre soutien moral, votre patience, et l'amitié sincère qui nous a liées et les moments difficiles et agréables passés ensembles duré ce travail. Je vous dédie le fruit de nos efforts.

Asma

Dédicaces

Je dédié ce modeste travail aux êtres qui me sont les plus chers au monde.

*A la mémoire de mon grand-père « **Baba Cherif** », et ma grand-mère « **Mamie Yamina** », que dieu garde leurs âmes dans son vaste paradis.*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père « **Noureddine** ».*

*A la lumière de mes jours, ma mère « **Fouzia** », ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force.*

*A ma moitié, mon unique et chère sœur « **Amira** » et son mari « **Yanis** ».*

*A mon soutien moral et ma source de joie mon mari « **Nazim** » et ma belle-famille particulièrement mon frère « **Hamza** ».*

*A ma grande famille maternelle « **KHALDI** ».*

*A ma grande famille paternelle « **RAMOUL** ».*

*A mes chères cousines que j'aime énormément « **Sarah, Lina, Sarah, Abla** », vous êtes pour moi des sœurs sur qui je peux compter.*

*A ma chérie « **Marwa** » au nom de l'amitié qui nous réunit, et au nom de nos souvenirs inoubliables.*

*A mes meilleures copines que dieu nous garde toujours unis « **Maissa, Iness** ».*

*A mes petits bébés, mes neveux « **Dali, Adam, Youcef** », A ma princesse « **Mélina** », et ma petite chérie « **Elena** ».*

*A la meilleure équipe « **Kawther, Asma, Hanen** » merci pour votre soutien moral et patience tout au long de ce travail. Bon courage dans votre vie professionnelle !*

yasmine

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ceux qui sont chers à mes yeux.

*A mon guide ; ma chère mère **zina**, qui, par ses sacrifices et ses prières a fait de moi la personne que je suis, nul dédicace ne pourra exprimer mon amour pour elle.
J'espère être à la hauteur de tes espérances, je vie pour te rendre fière.*

*A mon Cher frère **Malek***

*A la meilleure équipe **hanen, Asma et Yasmine** je profite de l'occasion pour vous remercier pour votre travail acharné et votre soutien durant cette année, je vous souhaite bonne chance et beaucoup de succès pour vos prochains projets.
Merci à tout ceux, qui de près ou de loin ont contribué à l'accomplissement de ce travail.*

*A mes meilleures amies : **hanen et Manel et Lina, Racha** Merci pour les bons moments qu'on a partagé ensemble.*

*A mes collègues de la promotion **master II**
2022-2023.Option biochimie Appliqué.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de ma reconnaissance et de mon respect.
Merci pour tous les moments formidables qu'on a partagés.*

Kawther

Table des matières :

Résumés

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste des Abréviations

Introduction..... 1

Partie 1 : Synthèse Bibliographique

Chapitre I : Infections urinaires

•I-1Définition des infections urinaire	5
• I-2 Types des infections urinaires	5
• I-2-1 La cystite.....	5
•I-2-2L'urétrite infectieuse	5
•I-2-3Pyélonéphrite	6
•I-2-4La prostatite aiguë	6
•I-3 Germes responsables des infections urinaires	6
•I-3-1 Entérobactéries	6
•I-3-2Escherichia coli	7
•I-3-2-1 Définition.....	7
•I-3-2-2Habitat	7
•I-3-2-3Pouvoir pathogène.....	7
•I-3-2-4 Résistance bactérienne aux antibiotiques	7
•I-3-3 Klebsiella pneumonie	8
•I-3-3-1 Définition.....	8
•I-3-3-2Habitat	8
•I-3-3-3 Pouvoir Pathogène	8
•I-3-3-4 Résistance bactérienne aux antibiotiques	9

Chapitre II : *Ocimum Basilicum L*

•II-1 La famille des lamiacées.....	11
•II-1-1 <i>Ocimum basilicum</i>	11
•II-1-1-1 Description morphologique	11
•II-1-1-2 Classification taxonomique	12
•II-1-1-3 Noms et synonymes du basilic	12
•II-1-1-4 Répartition géographique	12
•II-1-1-5 Propriétés d'utilisation	13
•II-1-1-6 Composition chimique	14

Chapitre III : Huile essentielle étudiée

•III-1 Généralité sur les huiles essentielles	16
•III-2 Définition.....	16
•III-3 composition chimique	16
•III-4 Propriétés biologiques	18

Partie 2 : Expérimentale

Matériel et Méthodes

• I Présentation du site d'accueil	21
• II-Matériel	21
• II-1 Matériel végétal.....	21
• II-2 Matériel biologique	22
• II-2-1 Souches testée	22
• II-3 Matériel de laboratoire.....	23
•III Méthode	23
•III-1 Repiquage des souches bactériennes.....	23
• III-2 Identification bactérienne	24
• III-2-1 Examen macroscopique	24
• III-3 Etude de l'activité antimicrobienne	24
•III-3-1 Méthode de diffusion des disques sur milieu solide (aromatogramme)	24

•III-3-1-1 Préparation du milieu de culture.....	26
• III-3-1-2 Préparation de l'inoculum	26
• III-3-1-3 Ensemencement	27
• III-3-1-4 Dépôt des disques de l'huile essentielle.....	28
• III-3-1-5 Incubation et lecture.....	28
• III-3-2 Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)	29

Partie 3 : Résultats et Discussion

• I- L'activité antibactérienne.....	32
• I-1 Etude macroscopique et microscopique des souches bactériennes	32
• I-2 Etude de la sensibilité des souches vis-à-vis de l'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i>	33
• II- Détermination des CMI	35

Conclusion et Perspectives	38
---	----

Références bibliographique



Résumés

Résumé :

Les infections des voies urinaires (IVU) sont un type courant d'infection qui se produit dans le système urinaire. Ils sont généralement causés par des bactéries et peuvent provoquer des symptômes tels que des douleurs et des brûlures pendant la miction. Les infections urinaires sont plus fréquentes chez les femmes que chez les hommes et le traitement de ces dernières devenues un problème majeur de santé publique et nous oblige ainsi à trouver une alternative thérapeutique.

A cet effet, nous avons réalisé une étude qui porte sur l'isolement et l'identification des différents germes responsables d'infections urinaires à partir de prélèvements effectués au niveau de laboratoire Al_Khudair - Skikda.

Dans ce travail nous nous sommes intéressées à *Ocimum basilicum L* connue sous le nom vernaculaire «Lahbeq» de la famille des Lamiacées, considéré comme l'un des plus importants genres de la famille des Lamiacées. C'est une plante aromatique et médicinale qui représente une source inépuisable de remède traditionnel et efficace grâce à ses principes actifs. L'objectif de notre travail est l'évaluation de l'activité antibactérienne avec une comparaison entre l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum L* pure avec l'huile commerciale disponible sur le marché Algérien.

L'effet antimicrobien a été déterminé par la méthode de diffusion sur gélose Mueller Hinton réalisée sur deux souches bactériennes. Les résultats indiquent que l'huile de basilic pure possède des propriétés antibactériennes remarquables *E coli* (15mm) et *Klebsiella pneumoniae* (12mm), contrairement à l'huile que l'on trouve sur le marché Algérien qui était non sensible (les diamètres moins de 8 mm) et la Concentrations Minimale Inhibitrice pour les deux souches *Escherichia coli* ; *Klebsiella pneumoniae* étaient de 0.625mg/ml. ces valeurs montrent que les bactéries à gram - sont sensibles au HE.

Mots clés : Activité anti bactérienne, Huile essentielle, *Ocimum basilicum L*, infection urinaire.

Summary :

Urinary tract infections (UTI) are a common type of infection that occurs in the urinary system. They are usually caused by bacteria and can cause symptoms such as pain and burning during urination. Urinary tract infections are more common in women than in men and the treatment of these have become a major public health problem and thus forces us to find a therapeutic alternative.

To this end, we carried out a study which relates to the isolation and the identification of the various germs responsible for urinary tract infections from samples taken at the level of the Al_Khudair - Skikda laboratory.

In this work we are interested in *Ocimum basilicum L* known under the vernacular name "Lahbeq" of the Lamiaceae family, considered as one of the most important genera of the Lamiaceae family. It is an aromatic and medicinal plant which represents an inexhaustible source of traditional and effective remedy thanks to its active principles. The objective of our work is the evaluation of the antibacterial activity with a comparison between the essential oil of *ocimum basilicum L* pure with the commercial oil available on the Algerian market.

The antimicrobial effect was determined by the Mueller Hinton agar diffusion method performed on two bacterial strains. The results indicate that pure basil oil has remarkable *E coli* (15mm) and *Klebsiella pneumoniae* (12mm) antibacterial properties, unlike the oil found on the Algerian market which was non-sensitive (diameters less than 8mm) and Minimum Inhibitory Concentration for the two *Escherichia coli* strains; *Klebsiella pneumoniae* were 0.625mg/ml. these values show that gram - bacteria are sensitive to essential oil.

Keywords: Antibacterialactivity, Essential oil, *Ocimum basilicum L*, urinary tract infection.

المخلص :

التهابات المسالك البولية هي نوع شائع من أنواع العدوى التي تحدث في الجهاز البولي. عادة ما تسببها البكتيريا ويمكن أن تسبب أعراضًا مثل الألم والحرقان أثناء التبول. تعد التهابات المسالك البولية أكثر شيوعًا عند النساء منها عند الرجال، وقد أصبح علاجها مشكلة صحية عامة كبرى ، وبالتالي يجبرنا على إيجاد بديل علاجي.

ولهذه الغاية قمنا بإجراء دراسة تتعلق بعزل وتحديد الجراثيم المختلفة المسؤولة عن التهابات المسالك البولية من العينات المأخوذة على مستوى معمل الخضير - سكيكدة.

نحن مهتمون في هذا العمل بـ *Ocimum basilicum L* المعروف بالاسم العامي "الحبق" من عائلة Lamiaceae، والذي يعتبر أحد أهم أجناس عائلة Lamiaceae . إنه نبات عطري وطبي يمثل مصدرًا لا ينضب للعلاج التقليدي والفعال بفضل مكوناته الفعالة. الهدف من عملنا هو تقييم النشاط المضاد للبكتيريا مع المقارنة بين الزيت العطري *Ocimum basilicum L* النقي والزيت التجاري المتوفر في السوق الجزائري.

تم تحديد التأثير المضاد للميكروبات بواسطة طريقة انتشار أجار Mueller Hinton التي أجريت على سلالتين من البكتيريا المشار إليها. تشير النتائج إلى أن زيت الريحان النقي له خصائص مضادة للجراثيم من نوع *E coli*(15mm) و *Klebsiella pneumoniae*(12mm)، على عكس الزيت الموجود في السوق الجزائري والذي كان غير حساس (أقطار أقل من 8 مم) والحد الأدنى للتركيز لسالتي *E.Coli* و *Klebsiella pneumoniae* كانت 0.625mg / ml وهذه القيم تدل على أن البكتيريا الجرام- حساسة لهذا الزيت العطري.

الكلمات المفتاحية: *Ocimum basilicum L* , نشاط مضاد للجراثيم، زيت عطرية ، عدوى المسالك البولية .

Liste des Tableaux

01 : Matériel et les milieux utilisés	23
02 : Diamètres des halos d'inhibitions	29
03 : Observation macroscopique et microscopique des souches bactériennes	32
04 : Résultats de diffusion des huiles pure et commerciale	34
05 : CMI de l'EH pure d' <i>Ocimum basilicum</i> sur les souches bactériennes testée	36

Liste des Figures

01 : Feuilles d' <i>Ocimum basilicum</i>	12
02 : Composés obtenus par analyse CPG couplée à la spectroscopie de masse d'HE de basilic .	17
03 : Huile essentielle commerciale d' <i>Ocimum basilicum</i>	21
04 : Huile essentielle pure d' <i>Ocimum basilicum</i>	22
05 : Représentation schématique d'un chromatogramme	25
06 : Protocole de la réalisation du test de l'activité antibactérienne (schéma simplifier)	25
07 : Préparation de gélose Muller-Hinton (MH).....	26
08 : Préparation de l'inoculum.....	26
09 : Ensemencement par écouvillon.....	27
10 : Dépôt des disques	28
11 : Détermination de la CMI par la méthode de macrodilution (schéma simplifier).....	30
12 : La sensibilité des souches bactériennes testées vis-à-vis des huiles essentielles pure et commerciale d' <i>Ocimum basilicum</i>	33
13 : Résultat de la CMI par la méthode de macro dilution.....	35

Liste des Abréviations

C : Concentration

Cm : Centimètre

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

DMSO : Diméthylsulfoxyde

E. coli : *Escherichia coli*

GN : Gélose nutritive

H: Heure

HE : Huile essentielle

HK : Hektoen

IU : Infection urinaire

k : *Klebsiella*

LPS : Lipopolysaccharides

MH : Mueller-Hinton

Min : Minute

MI : Millilitre.

NO : Oxyde nitrique.

O : *Ocimum*

ONPG : Orthonitrophényl- β -galactoside

PNA : Pyélonéphrite aigue

SFU : Signes fonctionnels urinaires

VP : Voges Proskauer



Introduction

Introduction

De nombreuses maladies humaines sont causées par l'action d'agents pathogènes microscopiques qui se développent dans les tissus ou les organes. Ces microorganismes sont généralement des bactéries, des virus ou des champignons et peuvent provoquer des maladies infectieuses.

Les infections urinaires figurent parmi les infections bactériennes les plus courantes. Une étude d'incidence Aux États-Unis, selon les données auto déclarées, l'incidence annuelle était de 12 % chez les femmes (**Foxman, Barlow, D'Arcy, Gillespie et Sobel, 2000**)

Elles sont principalement causées par des entérobactéries, dont en premier lieu *Escherichia coli* (*E. coli*), qui représente 70 à 80 % des bactéries isolées en cas de prélèvement urinaire. (**Etienne et al., 2014**)

Les plantes aromatiques ont la capacité de synthétiser de nombreux métabolites secondaires en réponse aux stress biotiques et abiotiques qu'elles peuvent subir. Ceux-ci ont diverses propriétés biologiques. Les huiles essentielles ou parfums font partie de ce groupe de métabolites avec les alcaloïdes et les composés phénoliques (**Haddouchi, 2009**)

Les huiles essentielles des plantes aromatiques et médicinales ont reçu une attention particulière comme agents naturels à grand potentiel pour la conservation des aliments. En outre, les huiles essentielles ont plusieurs effets pharmacologiques variées comme antispasmodique, carminative, hépato protecteur, antiviraux, anticancéreux, antimicrobiens et antioxydants. (**Viuda-Martos, 2011**)

De ce fait, plusieurs études ont ouvert à vérifier les activités biologiques des huiles essentielles de ces plantes, parmi eux, l'*Ocimum basilicum* qui est une plante de la famille de la famille des labiées, a été utilisé depuis l'antiquité et largement employée de nos jours pour ses propriétés biologiques (antibactérienne, antifongique, antioxydants, antispasmodique, insecticide, antiparasitaire, anti-inflammatoire...).

L'objectif de cette étude consiste à comparer l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* L pure avec l'huile commerciale disponible sur le marché Algérien, en étudiant son effet antibactérien sur deux souches différentes de bactéries qui sont : *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*.

Le mémoire comprend quatre parties :

- La première partie consiste en une synthèse bibliographique qui a pour objet de donner des informations sur les infections urinaires et souches bactériennes isolées *E. coli*, *Klebsiella*, La plante médicinale étudiée et l'huile essentielle.
- La deuxième partie consiste à une étude expérimentale.

Introduction

- La troisième partie expose les résultats obtenus suivis d'une discussion.
- Dans la quatrième partie nous présenterons la conclusion avec perspectives.

Partie 1 : Synthèse Bibliographique



Chapitre I

Les infections urinaires

I-1 Définition d'infection urinaire (IU) :

Une infection des voies urinaires est une infection qui peut affecter les reins, les uretères, la vessie et l'urètre, ainsi qu'un ou plusieurs autres éléments du système urinaire. (Banacorsi, 2007).

Elle regroupe un ensemble hétérogène d'infections de l'un des constituants de l'arbre urinaire ou de ses annexes. La présence de bactéries dans les voies urinaires est leur point commun. Si la quantité de bactéries dans les urines est supérieure ou égale à 10⁵ unités formant colonies par millilitre (UFC/ml), elle est considérée positive. L'IU est limitée à l'arbre urinaire et se distingue de la pyélonéphrite, qui touche le bassinet ou le parenchyme rénal, et de la bactériurie asymptomatique, qui touche uniquement l'urine vésicale. Cependant, certains y incluent les infections associées de certaines annexes génitales. (Elkharat et al., 2007).

Le symptôme le plus typique est une douleur ou une sensation de brûlure pendant la miction, parfois accompagnée de fièvre et de maux d'estomac. Cette infection est majoritairement féminine, le risque d'infection est moins chez le sexe masculin. (Banacorsi, 2007).

I-2 Types des infections urinaires :

I-2-1 La cystite :

C'est l'une des formes les plus fréquentes d'infections de l'appareil urinaire inférieur. Elle touche presque uniquement les femmes. Il s'agit de l'inflammation de la vessie. La plupart du temps, l'inflammation est causée par la croissance des bactéries intestinales telles que (*Escherichia coli*). En général, les femmes font des cystites, parce que leur urètre est nettement plus court que celui des hommes, ce qui permet aux bactéries de pénétrer très rapidement dans la vessie, en particulier en cas d'irritation au niveau du méat urinaire. (Laifa et Berdai, 2021).

La cystite ne s'accompagne jamais de fièvre, la symptomatologie associée à des degrés divers : (Anglaret et Mortier, 2003)

- Pollakiurie : mictions fréquentes ou peu abondantes, avec parfois impériosité.
- Brûlures mictionnelles, urines troubles, parfois hématurie macroscopique.
- Une cystite peut être totalement asymptomatique, révélée par l'examen microscopique des urines (cas fréquent pendant la grossesse).

I-2-2 L'urétrite infectieuse :

L'urétrite infectieuse est une maladie sexuellement transmissible. En fonction de l'organisme responsable, on distingue généralement l'urétrite gonococcique et l'urétrite non gonococcique. Les symptômes les plus courants sont des démangeaisons génitales, une dysurie et l'apparition d'un écoulement purulent provenant du méat urétral lors de l'examen (Penasespinaret al., 2014).

I-2-3Pyélonéphrite :

Elle caractérise l'infection du haut appareil urinaire, bassinets et parenchyme rénal.

On la définit par la présence de :

- SFU, avec émission dans l'urine perturbée.
- Associé à une fièvre au-delà de 39 °C.
- Douleur lombaire, habituellement unilatérale.

Dans la forme typique les signes généraux (fièvre, tachycardie, douleur dans le creux lombaire, sueurs voire malaise) prédominent.

Symptômes et signes digestifs (nausées, vomissements, météorisme abdominal, constipation, diarrhée) souvent incohérents, mais parfois en premier plan (**Bruyère et al., 2008**).

Dans les PNA simples, les germes responsables sont dominés par *E. coli* dans 70-85 % des cas et *Staphylococcus saprophyticus* dans 5-10 %. Plus rarement, on trouve des entérobactéries telles que *Proteus mirabilis* et *Klebsiella spp.*

Dans les PNA compliquées, communautaires ou nosocomiales, les germes sont très variés et résistants aux antibiotiques, *E. coli*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Serratia spp* et *Enterococci* sont en général retrouvés. Les microbes changent au fil du temps et d'un hôpital à l'autre (**Lobel, 2007**).

I-2-4La prostatite aiguë :

La prostatite est une inflammation aiguë d'origine bactérienne de la glande prostatique. Elle au cours de leur vie 1% des hommes en auront, et les symptômes peuvent aller de la septicémie légère à des brûlures mineures. La présence de la prostate de la longueur de l'urètre, la rareté de la cystite masculine et toute infection des voies urinaires devraient indiquer une prostatite bactérienne. (**Dominique, Maurice, Albert Trin, 2019**)

Les bactéries Gram-négatives provoquent souvent des infections aiguës de la prostate (**Bruyère, 2010**).

I-3 Germes responsables des infections urinaires :

I-3-1 Entérobactéries :

Les entérobactéries sont des microorganismes les plus fréquemment retrouvés dans les infections urinaires (**Clerc, 2012**). Sont des bacilles gram négatifs, qui se multiplient facilement sur des supports ordinaires, voire hostiles, en donnant des colonies arrondies, opalescentes, lisses. Elles sont dépourvues d'oxydase, sont Aero-anaérobies facultatifs, mobiles ou immobiles, fermentent le glucose avec ou sans gaz, convertissent les nitrates en nitrites. Leur habitat chez l'homme, le tube digestif. (**Nikiema, 2002**).

Escherichia coli est le germe le plus souvent isolé, avec des fréquences d'isolement de 65 à 85%. *Klebsiella pneumoniae* arrive en deuxième position, avec des taux d'isolement de 10,5% (Ben Abdallah et al., 2005).

I-3-2 *Escherichia coli* :

I-3-2-1 Définition :

E. coli est le type d'espèce du genre *Escherichia* nommé d'après le médecin allemand Theodor Esche Rich (1857-1911), qui a publié ses recherches sur un court bâtonnet de bactéries Gram-négatives aux bords déchiquetés qui a été trouvé dans les excréments et les intestins des enfants en 1885.

Cette espèce bactérienne était autrefois connue sous le nom de *Bacillus* ou *Bacterium coli* commun avant d'être officiellement nommée *Escherichia coli* en 1958 (Mainil, 2003).

I-3-2-2 Habitat :

E. coli est une espèce commune observée dans les voies digestives humaines et animales. Elle constitue à elle seule la plus grande partie de la flore bactérienne intestinale de voltige (espèce dominante de voltige) en raison de sa densité de 10^8 bactéries par gramme de fèces (densité bactérienne globale : 10^{11} - 10^{12} bactéries par gramme).

Une analyse colis métrique de l'eau de qualité alimentaire est effectuée pour évaluer sa potabilité. La présence d'*E. coli* dans l'eau est un signe de contamination fécale, ce qui la rend impropre à la consommation (Avril et al., 2000).

I-3-2-3 Pouvoir pathogène :

Il existe deux types différents de souches pathogènes d'*E. Coli* : celles qui induisent des pathologies intestinales (diarrhée) et celles qui sont à l'origine de pathologies extra-intestinales telles que les maladies urinaires, les méningites du nouveau-né, péritonites et les cholécystites. (Avril et al., 1992)

Les souches pathogènes d'*E. Coli* possèdent des facteurs de virulence qui provoquent une maladie chez l'hôte. (Kaper, Nataro, Mobley, 2004)

En résistant à la fixation du complément, les protéines de la membrane externe et les lipopolysaccharides (LPS) permettent aux bactéries d'échapper à l'activité bactéricide du sérum de l'hôte. La capacité de ces bactéries à capter le fer et à l'empêcher d'être utilisé par les bactéries est l'un de leurs mécanismes de défense naturelle. La production des sidérophores fournissent aux bactéries le fer indispensable à leur multiplication et le conduisent vers leur membrane où il sera capturé (Brand, 2012).

I-3-2-4 Résistance bactérienne aux antibiotiques :

Escherichia coli est l'un des micro-organismes les plus couramment isolés dans les échantillons Clinique. La multi résistance chez *E. coli* est devenue un problème bouleversant observée chez l'homme et supposée contribuer à la propagation des Gènes de résistance aux antibiotiques. Contrôle de la propagation de des souches multi résistantes est un problème car le nombre d'antibiotiques disponibles est très faible.

En raison des céphalosporines, des fluor quinolones et Les aminoglycosides, les carbapénèmes sont progressivement devenus les derniers médicaments résistants aux médicaments contre les infections à *E. coli* potentiellement mortelles en raison de leurs effets antibactériens à large spectre. Néanmoins, avec une consommation croissante de carbapénèmes, l'émergence d'*E. Coli* résistants aux carbapénèmes est devenu un grave problème de santé publique dans le monde entier. (Tian et al., 2020).

I-3-3 Klebsiella pneumonie :

I-3-3-1 Définition :

Les klebsielles sont des entérobactéries encore immobiles, des bacilles gram-négatifs, ont généralement une capsule, ONPG positif et un caractère clé VP positif ; car ils font partie du groupe « KESH ». Le genre *Klebsiella* comprend cinq espèces dont l'espèce type est *Klebsiella pneumonie*. Cette espèce possède toutes les caractéristiques des Entérobactéries. Sa taille est de 2 à 6 µ de long sur 1 µ de large, c'est une bactérie commensale de l'homme et des animaux, est-elle responsable d'infections communautaires (urinaires et respiratoires) et opportunistes chez les patients hospitalisés (Avril et al., 2000 ; Iliaquer, 2010).

I-3-3-2Habitat :

Klebsiella pneumonie est répandu dans la nature, il peut être isolé de l'eau, des plantes, du sol et de divers aliments. Cette espèce est présente dans la flore fécale de 30 à 40 % des animaux et de l'homme (bactéries ubiquitaires présentes dans le tube digestif et dans le système respiratoire de l'homme et des animaux sous forme de bactéries commensales), Il végète sur la peau, les muqueuses et la vision respiratoire supérieure. Commun dans les matières fécales et peut être un indicateur de contamination fécale. (Avril et al., 2000).

I-3-3-3 Pouvoir Pathogène :

Klebsiella pneumonie est un agent classique et majeur des infections nosocomiales de 19,6% en Chine et 22,7% des infections nosocomiales néonatalogie et réanimation pédiatrique en général et néonatale surtout en Europe. (Boukadida et al., 2002).

C'est l'une des principales espèces bactériennes impliquées dans l'UI, allant de 6 à 17% d'infections (**Ben Haj Khalifa et Khedher, 2010**).

K. pneumoniae occupe une place importante dans la pathologie infectieuse du nouveau-né. Les infections nosocomiales à *K. pneumoniae* dans les services de néonatalogie sont courantes, en particulier dans les unités de soins intensifs et chez les bébés prématurés.

Enfin, depuis les années 1980, *K. pneumoniae* est apparu comme un agent primaire d'abcès du foie survenant dans la communauté chez des patients sans antécédent de pathologie hépatobiliaire (**Bennet et al., 1985**).

Ce syndrome, associé à une bactériémie et éventuellement à des complications métastatiques (endophtalmie, méningite...), a été principalement décrit en Asie. Plus récemment, des cas ont été signalés en Amérique du Nord et en Europe, souvent chez des patients origine asiatique, suggérant une susceptibilité génétique à cette infection. (**Highsmith et Jarvis, 1985**).

I-3-3-4 Résistance bactérienne aux antibiotiques

K. pneumoniae appartient au groupe 2 de la classification des entérobactéries selon leur résistance naturelle aux β -lactamines. Cette espèce a naturellement un gène codant pour une pénicillinase chromosomique (avec plusieurs variantes SHV, LEN, OKP) qui confère une faible résistance aux pénicillines (amino-, carboxy- et uréido-pénicillines).

De ce fait, le phénotype sauvage de *K. pneumoniae* est sensible aux associations amoxicilline (ou ticarcilline) + acide clavulanique et piperacilline + tazobactam ainsi qu'à toutes les céphalosporines (**Kassis-Chikhani, 2012**).

Chapitre II

Ocimum Basilicum L

La plante utilisée pour prévenir, soigner ou soulager divers maux est appelée plante médicinale. Elle est une drogue végétale dont, au moins, une partie possède des propriétés médicamenteuses (**Farnsworth et al., 1986**).

Dans notre étude nous avons ramené les extraits huileux et les huiles essentielles d'une plante médicinale dans le but de les tester vis-à-vis de souches microbiennes isolées chez des patientes présentant des infections urinaires.

II-1 La famille des lamiacées :

La famille des Lamiacées (Lamiaceae) ou Labiées (Labiatae) est une importante famille de plantes dicotylédones, avec plus de 6970 espèces et 258 genres (**Judd et al., 2002**) Son aire de répartition est assez large, bien qu'elle prédomine dans les régions méditerranéennes (**Dupont et Guignard, 2012**).

En raison de la forme particulière des corolles, le nom de genre Lamiaceae était auparavant connu sous le nom de Labiées "Labium" est le latin pour "lèvre" (**Figueredo, 2007 ; Dupont et Guignard, 2012**).

Cette famille comprend de nombreuses espèces qui sont à la fois largement utilisées dans la médecine conventionnelle et moderne et sont utilisées comme arômes alimentaires. (**Naghbi et al, 2005**).

Cette famille en Algérie comprend 29 genres et 140 espèces qui fleurissent aussi bien dans les régions méditerranéennes que sahariennes. (**Nouioua, 2012**).

II-1-1 *Ocimum basilicum* :

II-1-1-1 Description morphologique :

Ocimum basilicum (le basilic) est une plante herbacée d'une hauteur de 0,6 à 0,9 m et d'aspect glabre. Les tiges et les branches sont vertes ou violacées, glabres, ligneuses, à tiges quadrangulaires. Les feuilles (**figure1**) sont simples et opposées-décussées. (**Jayaweera, 1980**) de 2,5 à 5 cm ou plus de longueur ayant une forme ovée, aiguë, avec des coupures entières, dentées ou lobées. Le pétiole à une longueur de 1,3 à 2,5 cm.

Le calice mesure 5 mm de long et devient une feuille. Les bractées sont ovales et pointues, plus courte que le calice. La corolle typiquement bilabiée mesure de 8 à 13 mm de couleur blanche, violette ou rose. (**Bilal et al., 2012**).

La fleur se compose de cinq sépales formant deux lèvres, une lèvre supérieure ronde et une lèvre inférieure avec deux dents centrales et plus longues (**Jayaweera, 1980**).

Les fleurs de petite taille sont aromatiques de couleur blanche, rouge et parfois violette. (**Telci et al., 2006**).

Il y a deux paires d'étamines, le style est fourchu et le fruit est un tétrakène enfermées dans le calice mature. (Tan, 2005). Les graines sont de très petite taille et de couleur noire



Figure1: Feuilles d'*Ocimum basilicum* (Bensaid, 2022)

II-1-1-2 Classification taxonomique :

(Bensaid, 2022) est donnée comme ceci :

- Règne :Plantae
- Classe :Magnoliopida
- Division : Magnoliophytes
- Ordre:Lamiales
- Famille:Lamiaceae
- Subfamille: Neptoideae
- Genre : *Ocimum*
- Espèce :*Basilum. L*

II-1-1-3 Noms et synonymes du basilic :

Les noms et les synonymes d'*Ocimum basilicum* (Chenni, 2016).

- Nom scientifique :*Ocimum basilicum* L
- Synonymes *ocimum* : basilicum var, Glabratum benth, majus benth.
- Noms vernaculaires :lahbeq, habeq, hamahim.
- Autres noms : Basilic, Basilic commun, Basilic officinal, Basilic de jardin, herbe aux sauces, Pisto ou pesto (en Italie), Reyhan (en Turquie).

II-1-1-4 Répartition Géographique :

Ocimum basilicum est une plante herbacée annuelle qui a été introduite pour la première fois en Europe dans l'Antiquité et qui est originaire d'Inde et d'Asie tropicale. Actuellement, elle pousse naturellement dans les régions tropicales et subtropicales, telles que l'Asie du Sud-est et l'Afrique

centrale, il est commercialisé dans nombreux pays à travers le monde : la France, la Hongrie, la Grèce, l’Egypte, le Maroc, l’Algérie et l’Indonésie et dans plusieurs Etas Américains. **(Belkamel et al., 2008)**.

II-1-1-5 Propriétés d’utilisation :

Le basilic est une herbe aromatisée. **(Guy, 2002)**. L'une des utilisations les plus célèbres de cette herbe est comme épice et ingrédient dans les cuisines Italienne et sud-asiatique. Il est souvent servi dans des salades et dans diverses sauces, dont la plus populaire est le pesto. Le basilic est également l'une des herbes culinaires les plus populaires en Amérique du Nord qui est utilisée fraîche ou séchée. **(Filip, 2017)**.

Le basilic a été utilisé comme plante médicinale et aromatique dans divers domaines notamment dans les industries alimentaires et pharmaceutiques et comme source de composés phénoliques en médecine traditionnelle. **(De Masi et al., 2006)**.

La plante est bien connue en médecine traditionnelle dans plusieurs pays. Les feuilles sont utilisées comme tonique et insectifuge. Boire du thé au basilic chaud peut être utilisé pour traiter les nausées, les flatulences et la dysenterie. L'huile d’*Ocimum basilicum* est bénéfique pour la fatigue mentale, les rhumes, les crampes, les rhinites. **(Bilal et al., 2012 ; Ismail, 2008)**.

Elle est utilisée dans le traitement de certaines affections respiratoires telles que l'asthme, la bronchite, la toux, les troubles gastro-intestinaux ainsi que les troubles cardiovasculaires, neurocognitifs et métaboliques **(Aminian et al., 2022)**. Les Fleurs et les feuilles d’*O.basilicum* est utilisé en infusion, en sirop, en décoction comme diaphorétique, stimulant, carminatif, diurétique et antipyrétique, et est souvent suggéré en cas de bronchite et de toux**(Vieira et Simon, 2000)**.

L'extrait de feuilles a été utilisé pour traiter les plaies, l'acné et le vitiligo. De plus, le basilic est traditionnellement utilisé pour traiter des problèmes de santé tels que : anxiété, picotements, douleurs intenses, fièvre, maladies infectieuses, maux de tête, constipation et le dysfonctionnement du rein. **(Antonescu et al., 2021)**. Aussi les feuilles et les parties fleuries d’*O. Basilicum* est utilisé en médecine traditionnelle comme antispasmodique, aromatique, carminatif, digestif, stomachique et tonique. Antispasmodique et vermifuge**(Adigüzel et al., 2005)**.

Ainsi, comme un traitement de premiers soins pour les piqures de guêpes et morsures de serpent. L'huile essentielle de basilic est connue aussi par son activité antimicrobienne, antioxydante, antifongique, insecticide et antivirale. **(Vlase et al., 2014)**.

Le polysaccharide de basilic est largement utilisé en médecine traditionnelle chinoise pour traiter les maladies cancéreuses. **(Dong et al., 2013)**.

II-1-1-6Composition chimique :

Le basilic est connu pour sa richesse en composés bioactifs, notamment des phénols, des flavonoïdes et des huiles essentielles (Nadeem *et al.*, 2019).

Les principaux composés phénoliques que l'on retrouve dans le basilic sont l'acide chicorique, l'acide rosmarinique, l'acide caféique et l'eugénol, Ces composés possèdent une large gamme d'applications sanitaires et commerciales. (Jayasinghe *et al.*, 2003).

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires et des composés naturels d'origine végétale qui sont omniprésents dans de nombreux fruits et légumes, aussi bien que dans les boissons d'origine végétale (Siwaket *et al.*, 2013).

Chapitre III

Huile essentielle étudiée

III-1 Généralité sur les huiles essentielles :

Parmi les métabolites secondaires, les huiles essentielles sont les plus étudiées et présentent une grande importance commerciale. Il implique des mélanges naturels qui sont souvent principalement mono- ou ses quiterpéniques, rarement diterpène et parfois par des phénylpranoïdes. Le terme « huile essentielle » a été utilisé pour la première fois au 16^{ème} siècle par le médecin suisse Paracelsus von Hohenheim, qui a appelé l'ingrédient actif du composant Quintade drogue. (Guenther, 1948)

III-2 Définition :

Selon Afnor NF (2000), une huile essentielle est définie comme « un produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, après séparation de la phase aqueuse travers des processus de l'huile essentielle ». Il s'agit donc de l'essence volatile obtenue à partir de plantes aromatiques par distillation sèche, entraînement à la vapeur, ou un processus mécanique sans chauffage. Cette définition définit les huiles essentielles au sens le plus strict. Mais, de ce fait, elle écarte les produits obtenus, toujours à partir de matière première végétale, mais par l'utilisation d'autres méthodes d'extraction, telles que l'usage de solvants non solubles dans l'eau ou l'enfleurage (Besombes, 2008).

III-3 Composition chimique:

La composition et le contenu de l'huile de basilic varient largement avec les cultivars, les régions géographiques, les tissus, les stades de croissance, la régulation de la croissance, les conditions de culture, la fertilisation et l'amendement du sol et les conditions de récolte. Le rendement en huile de basilic était d'environ 0,1-0,7% (Li et Chang, 2016).

Les principaux composants de l'huile de basilic comprennent le linalol, l'estragole (méthyl chavicol), l'anéthole, l'eugénole et le méthyl eugénole (figure 3) (Vieira et Simon, 2000 ; Charles, 2013 ; Li et Chang, 2016).

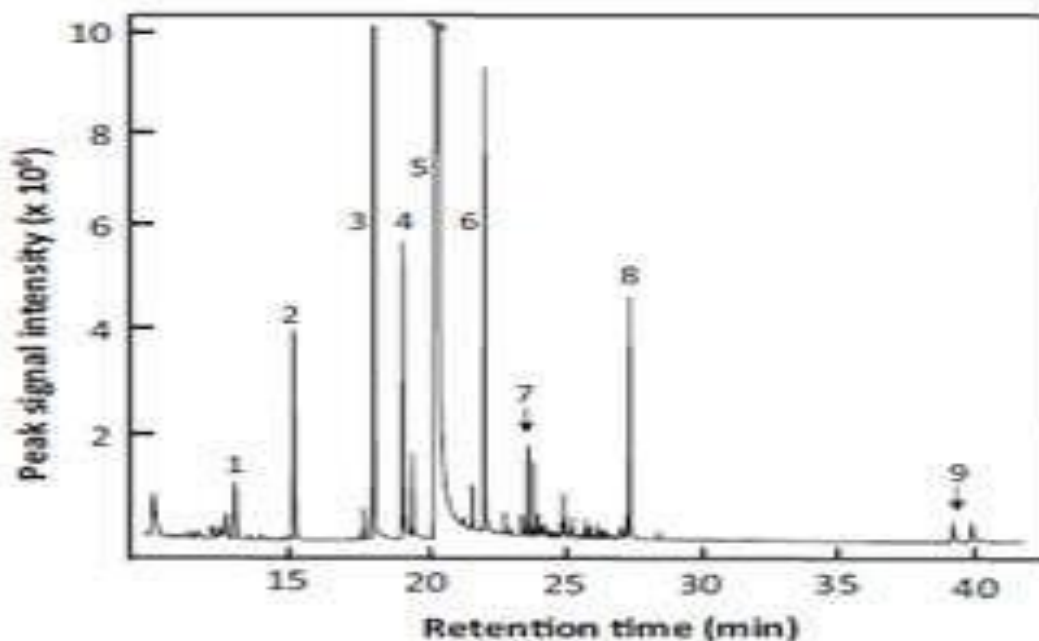


Figure 2: Composés obtenus par analyse CPG couplée à la spectroscopie de masse d'HEde basilic (1000 µg / mL dans l'acétone) (Li et Chang, 2016).

- 1, α -pinene; 2, linalool; 3, *trans*-anethole; 4, 4-methoxy benzaldehyde;
 5, estragole; 6, 1-methoxy-4-(1-methoxypropyl)-benzene;
 7, *trans*-caryophyllene; 8, 2,3-dihydro-1*H*-indene-5-ol;
 9, 1-(1,1-dimethyl)-2-methoxy-4-methyl-3,5-dinitrobenzene.

Certains facteurs affectent la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de cette plante. A titre d'exemple, **Baritiaux et ses collaborateurs (1992)** ont constaté que les pertes d'huile essentielle totale, après séchage d'un grand échantillon de basilic frais (*Ocimum basilicum L*) à 45 ° C pendant 12 heures suivi d'un stockage pendant trois, six et sept mois, étaient respectivement de 19%, 62% et 66%.

Une autre étude a affirmé que la composition chimique des huiles essentielles de la plante *Ocimum basilicum L* diffère considérablement d'une saison à une autre et que le linalol était le principal constituant (56,7-60,6%), suivie de l'epi- α -cadinol(8,6 - 11,4%), α -bergamotène (7,4 - 9,2%), γ -cadinène(3,3- 5,4%), germacrène D (1,1- 3,3%) et camphre(1,1 - 3,1%) (**Hussain et al., 2008**).

III-4 Propriétés biologiques

➤ **Activité antibactérienne**

Des études montrent que le basilic inhibe la croissance de différentes souches bactériennes à savoir : *Bacillus cereus*, *B. megaterium*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella boydii*, *S. dysenteriae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. mimicus*, et *Salmonella typhi* (**Hossain et al., 2010**). Les huiles essentielles et le linalol, le composant le plus abondant, ont présenté une activité antibactérienne contre des souches bactériennes souches bactériennes : *S. aureus*, *E. coli*, *Mucor mucedo*, *Fusarium solani*, *Botryodiplodia theobromae*, *B. subtilis*, *Pasteurella multocida* (**Hussain et al., 2008**).

➤ **Activité anticancéreuse**

D'après l'étude de (**Marwat et al., 2011**) conclu que l'huile d'*O.basilicum L* possède une activité antiprolifératif le plus élevé dans la lignée cellulaire carcinome épidermique de la bouche humaine (KB) et murin lignées cellulaires de leucémie (P388). Dans une autre étude (**Kathirvel et Ravi, 2012**) indique que l'huile essentielle basilic ayant un effet anticancéreuse du col de l'utérus (HeLa), du carcinome épithélial du larynx (HEp-2) et la lignée cellulaire de fibrose embryonnaire de souris NIH 3T3 sont étudiées en utilisant une méthode de méthyl thiazol tétrazolium.

➤ **Activité antiviral**

Selon l'étude de (**Chiang et al., 2005**), l' extrait aqueux et éthanoliques bruts d'*O. basilicum L* et sa sélection purifiée composants, à savoir linalol, apigénine et acide ursolique, présentait un large spectre de activité antivirale. En particulier contre virus Cocksackie virus B1, entérovirus 7132, virus de l'herpès-1, entérovirus71, adénovirus-8, AVD-II, activité accrue contre HSV-2, ADV-3, antigène de surface de l'hépatite B et hépatite B antigène. Les extraits aqueux de cette plantes jouent un rôle dans l'inhibition de la formation des cellules géantes en culture avec infection par le VIH, ainsi que la transcriptase inverse de VIH1.

➤ **Activité anti-inflammatoire**

D'après l'étude de (**Benedec et al., 2007**) sur les effets de la teinture d'*Ocimum basilicum L* dans l'inflammation aiguë induite par l'huile de térébenthine (IM 0,6 ml/100 mg) chez des rats mâles Wistar. Comparée au diclofénac, la teinture d'*O basilicum L* a des effets anti-inflammatoires importants sur la réponse de phase aiguë de la moelle osseuse et un effet réduit sur la synthèse de NO. Et selon (**Chinnasamy et al., 2007**) Les résultats montrent que l'extrait méthanolique brut

d'*Ocimum basilicum* L inhibe les cytokines et médiateurs pro-inflammatoires clés, ce qui explique ses effets anti-inflammatoires.

Partie 2 : Etude expérimentale



Matériel et Méthodes

I-Présentation du site d'accueil :

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire de microbiologie du département des sciences de la nature et de la vie à l'université du 20 Aout 1955- Skikda, sur une période allant du 7 jusqu'au 21 Mai 2023.

II-Matériel :

II-1Matériel végétal : Ce travail est appliqué sur deux huiles essentielles commerciale et pure obtenue à partir de la plante *Ocimum basilicum*.

- **Huile essentielle commerciale :**

L'huile essentielle commerciale a été procurée chez un herboriste de la région el Harrouche (Skikda). Voir **Figure (03)**.



Figure 03 : Huile essentielle commerciale d'*Ocimum basilicum*.

- **Huile essentielle pure :**

Cette huile pure a été produite dans une usine par méthode d'Hydrodistillation, d'une marque algérienne appelée 'BIOZIT', obtenue chez un magasin localisé à la cité Boukroucha, commune de Boumerdes, wilaya de Boumerdes. Pour plus d'informations voici :

Numéro de téléphone 0698298830– Email : mehbou6871@gmail.com.

Voir **Figure (04)**.



Figure 04:Huile essentielle pure d'*Ocimum basilicum*.

II-2 Matériel biologique

II-2-1 Souches testées :

Les bactéries utilisées sont prélevées chez des patientes supposées avoir une infection urinaire (urine), des prélèvements à visées diagnostiques ont été effectués au sein de laboratoire al-khudair-Skikda. Il s'agit de : *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae*.

➤ *Escherichia coli* :

Elle a été isolée pour la première fois par Escherich en 1885. Elle est l'espèce bactérienne qui a été la plus étudiée par les fondamentalistes (**monteil et avril, 1992**). Elle est actuellement la seule espèce homologuée du genre *Escherichia* (**ferron, 1976**). Cette bactérie est connue depuis longtemps comme commensale du tube digestif et pathogène pour l'appareil urinaire (**monteil et avril, 1992**) (**Bereche et al., 1989**).

➤ *Klebsiella pneumoniae* :

Appartient au groupe : *Klebsiella – Enterobacter – Serratia* (K.E.S) (**monteil, avril, 1992 ; ferron, 1976 ; Bereche, et al., 1989**). Ce groupe rassemble des espèces bactériennes longtemps considérées comme commensales et actuellement des incriminées dans un grand nombre de complications infectieuses.

II-3 Matériel du laboratoire :

Dans notre travail on a utilisé le matériel suivant :

Tableau 1 : le matériel et les milieux utilisés.

Matériel utilisé	Milieu de culture solide	Besoin d'identification
<ul style="list-style-type: none">• Pipettes pasteur• Bec bunsen• Boites de pétri• Etuve• écouvillon• un pied à coulisse• Microscope optique• Les lames et lamelles• Agitateur• autoclave• anse de platine	<ul style="list-style-type: none">• Milieu Hektoen• Mueller Hinton	<ul style="list-style-type: none">• violet de gentiane• L'alcool• Lugol• Fuchsine• L'eau physiologique• huile à l'immersion

III-Méthodes :

III-1 Repiquage des souches bactériennes :

Dans cette opération on réalise des repiquages sur milieux liquides (Bouillon nutritif), Des échantillons de cultures bactériennes sont prélevés à l'aide d'une anse de platine à partir de cultures conservées. Ces petites gouttes de culture sont ensuite inoculées dans des tubes à essai contenant 5 ml de Bouillon nutritif, puis incubés pendant 24 h à 37 °C pour leur enrichissement

Après enrichissement, les cultures sontensemencées par méthode d'épuisement sur un milieu solide sélectif (Héktoen pour *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*). Les boites de Pétri ainsi préparées sont incubées dans l'étuve à 37 °C pendant 24 h (**Joly et Reynaud, 2003**).

III-2 Identification bactérienne:

III-2-1 Examen macroscopique :

L'identification macroscopique est une étude basée sur l'observation macroscopique des colonies directe à l'œil nu, qui permet de décrire la taille, l'aspect, la forme, la couleur, la consistance, le contour et l'opacité des colonies (Moroh *et al.*, 2008).

III-2-2 Examen microscopique :

- **Examen à l'état frais :**

Permet d'observer des bactéries vivantes et apporter des renseignements sur la Morphologie, le mode de regroupement et la mobilité (Camille, 1998).

- **Examen après la coloration :**

Il s'agit d'une technique qui permet de distinguer les bactéries en fonction de structure de leur paroi, ces étapes sont les suivantes :

Après la réalisation d'un frottis on fait un séchage et fixation par la chaleur et on recouvrir par le violet de gentiane laissez agir 1 min puis rincez à l'eau. Ensuite recouvrir de Lugol, et laissez agir 1 min, puis laver à l'eau physiologique. Et après Décoloration par l'utilisation de l'alcool, pendant 30 secondes puis rinçage. Recoloration par la fuchsine. Laissez agir 1 min puis rincez à l'eau. Enfin séchage de la lame, on l'observe avec une goutte d'huile à l'immersion objective x 100 (Camille, 2007).

Les bactéries gram positif apparaissent colorées en violet, alors que les bactéries gram négatif sont roses (Tortora *et al.*, 2003).

III-3-Etude de l'activité antimicrobienne :

III-3-1 Méthode de diffusion des disques sur milieu solide (aromatogramme) :

L'activité antibactérienne a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé Mueller-Hinton (Al Akeel, 2014). Elle permet de déterminer l'activité inhibitrice de la croissance bactérienne par la mesure du diamètre d'inhibition (Sharififar *et al.*, 2007). Voir (figure 05)

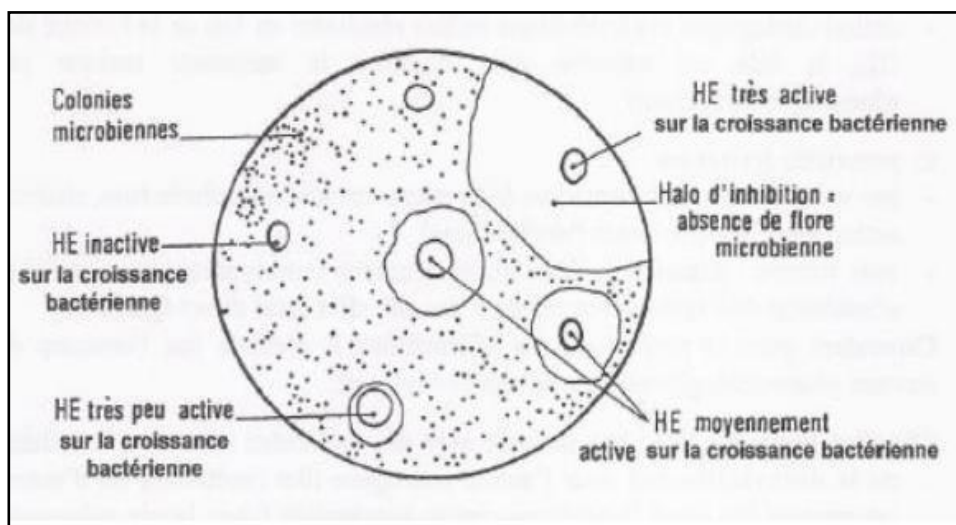


Figure 05 : Représentation schématique d'un aromatoگرامme (Baudot, 2013).

Ceci est expliqué par la figure suivante : **Figure (06)**.

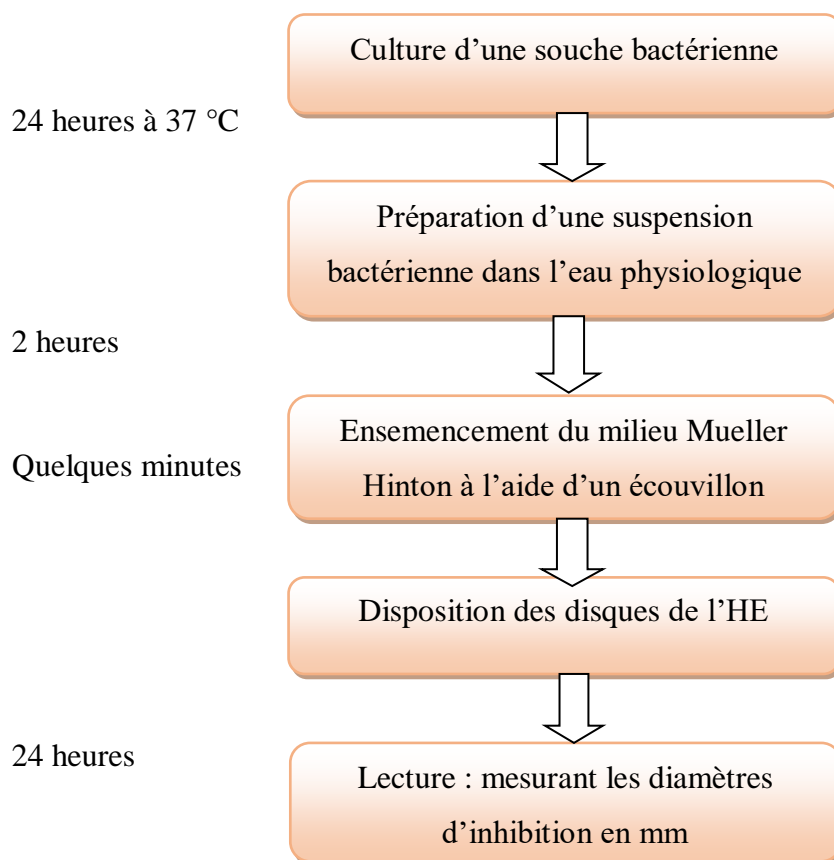


Figure 06 : Protocole de la réalisation du test de l'activité antimicrobienne (Schéma simplifiée).

III-3-1-1 Préparation du milieu de culture :

Le milieu de culture approprié à cette étude est le milieu Muller-Hinton préparé comme Dissoudre 15 g de la gélose Muller-Hinton dans 500 ml d'eau distillée. Faire bouillir avec agitation jusqu'à dissolution complète, puis auto-claver pendant 15 minutes à 121°C et finalement couler le milieu dans les boites de Pétri. Voir (**figure 07**).



Figure 07 : Préparation de gélose Muller-Hinton (MH).

III-3-1-2 Préparation de l'inoculum :

A partir d'une culture pure de 24h sur milieu d'isolement, ont été raclées à l'aide d'une anse de platine ou d'une pipette pasteur stérile, quelques colonies bien isolées, ces colonies ont été placées dans d'écouvillons contenant de 5 ml d'eau physiologique stérile. Ceci est illustré par **Figure (08)**.



Figure 08: Préparation de l'inoculum.

III-3-1-3 Ensemencement :

- Le milieu Mueller Hinton (MH) est coulé dans des boîtes de Pétri à une épaisseur de 04mm pour la solidification
- Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne et l'essorer en le pressant fermement sur la paroi interne du tube sans oublier de faire pivoter, afin de le décharger au maximum.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée sèche, de haut en bas, en stries serrées.
- Répéter l'opération deux fois en tournant la boîte de 60° à chaque fois en tournant l'écouvillon sur lui-même.
- Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose. Dans le cas où on ensemence plusieurs boîtes de Pétri, il faut recharger l'écouvillon à chaque fois.

Voir **Figure (09)**.



Figure 09: Ensemencement par écouvillon.

III-3-1-4 Dépôt des disques de l'huile essentielle :

Dans cette opération, dans chaque boîte de pétri, à l'aide d'une pince stérile, trois disques stériles ont été déposés à la surface de la géloseensemencée et séchée, qui sont imbibés de 10 μ l d'huile essentielle.

Les boîtes de Pétri sont ensuite fermées et laissées diffuser à température ambiante pendant 30 mn, puis mises à l'étuve. Voir **Figure (10)**.



Figure 10: Dépôt des disques.

III-3-1-5 Incubation et lecture :

L'incubation des boîtes a été faite à l'étuve à 37°C durant 24 heures. La lecture s'effectue en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'un pied à coulisse ou une règle en (mm) (**Ponce *et al.*, 2003**).

Selon la sensibilité d'une souche aux huiles essentielles, les résultats sont décrits par le diamètre de la zone d'inhibition, qui peut être représenté dans le **tableau (02)**.

Tableau 2: Les diamètres des halos d'inhibitions (**Ponce *et al.*, 2003**).

Le diamètre	La sensibilité des souches
$\text{Ø} < 8 \text{ mm}$	Non sensible (-) ou résistant
$9 < \text{Ø} < 14 \text{ mm}$	Sensible (+)
$15 < \text{Ø} < 19 \text{ mm}$	Très sensible (++)
$\text{Ø} > 20 \text{ mm}$	Extrêmement sensible (+++)

III-3-2 Détermination de la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) :

La méthode de macrodilution était parmi les premières à être développée et sert toujours de méthode de référence. Le principe de base de ce dosage est le même que le dosage de la microdilution au bouillon nutritif. Mais le test est effectué dans des tubes à essai contenant des concentrations différentes de l'agent antimicrobien avec le même volume. Les tubes sont inoculés avec des microorganismes d'essai à des concentrations standard. Tous les tubes de dosage doivent être incubés pendant 18-24 h dans un incubateur d'air ambiant à 35-37 ° C. Après l'incubation, les tubes sont examinés pour détecter les changements de turbidité comme indicateur de croissance. La CMI de l'extrait de plante peut être déterminée par la concentration la plus faible de l'agent antimicrobien qui inhibera la croissance visible du microorganisme testé. (**Schwalbe *et al.*, 2007**; **Das *et al.*, 2010**). Ceci expliqué par **Figure (11)**.

Les essais de détermination de la CMI sont effectués selon la méthode de dilution en série sur bouillon Mueller Hinton selon le protocole décrit par (**Baudry et Brézellec, 2006**)

- Diluer l'HE dans le Diméthylsulfoxyde (DMSO) (1 :4 ; 1 :8 ; 1 :16 ; 1 :32 et 1 :64).

Ce choix a été fait, parce que, le DMSO est le solvant préférable pour la majorité des auteurs, notamment, (**Gachkar *et al.*, 2007**) qui ont prouvé que le DMSO n'a aucun pouvoir antibactérien puissant.

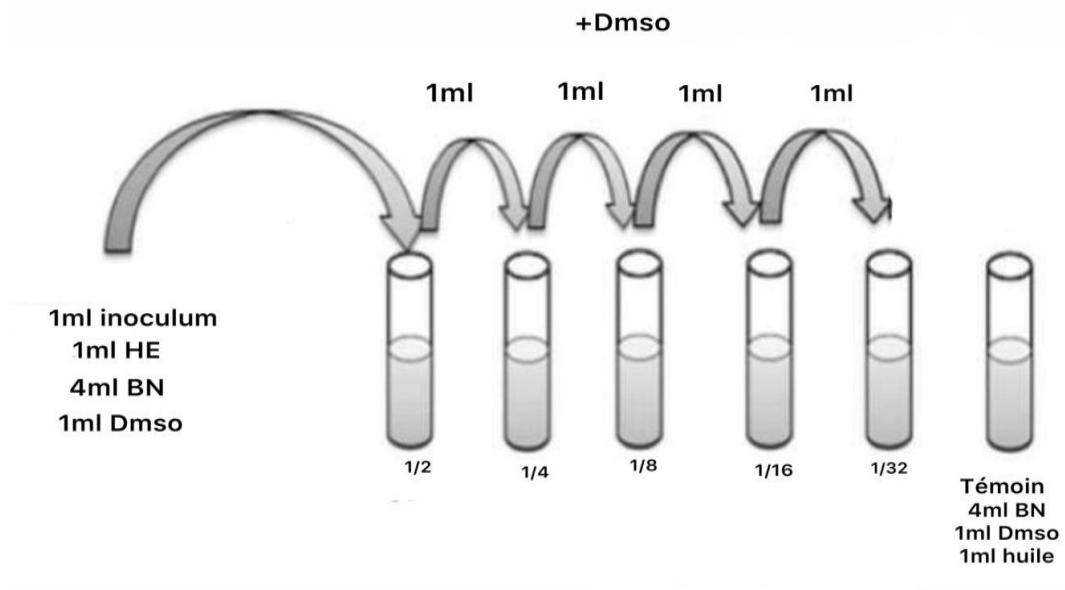


Figure 11 : Détermination de la CMI par la méthode de macrodilution (schéma simplifier).



Résultats et discussions



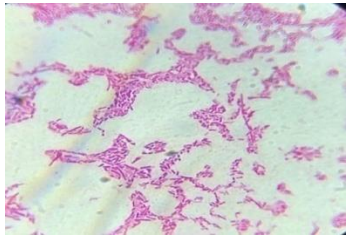
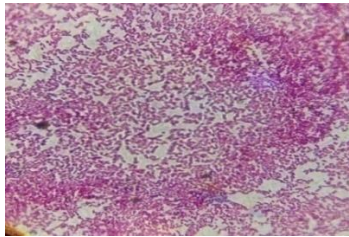
Résultats et discussions

I-L'activité antibactérienne :

Ce travail a été réalisé par la méthode de diffusion sur milieu solide, et basée sur la mesure du diamètre des halos d'inhibition de l'extrait d'*Ocimum basilicum* obtenus avec précision à l'extérieur de la boîte de pétri fermée.

I-1 Etude macroscopique et microscopique des souches bactériennes :

Tableau 3 : Observation macroscopique et microscopique des souches bactériennes

Les souches bactériennes	<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Groupe	Bacille Gram -	Bacille Gram -
Résultat de culture		
Résultat microscopique		
Appréciation macroscopique	Colonies de couleur jaune à saumon, avec forme ronde ou ovale à bords réguliers.	Colonies de couleur jaune à saumon, avec forme ronde ou ovale à bords réguliers.
Appréciation microscopique	Forme bâtonnets, sporulées, bacilles, Gram-. Mobiles.	En forme de bâtonnet, non mobiles, Gram-, bacilles.

Résultats et discussions

Remarque : l'apparition de la couleur rouge sur milieu Hektoen de la *Klebsiella pneumoniae* après incubation explique l'utilisation du glucose par la souche.

Nos résultats concordent avec ceux obtenus précédemment par (Murray et al.,2020), qui ont également noté que les colonies des *Escherichia coli* sont généralement de couleur jaune à saumon, avec forme ronde et pour *Klebsiella pneumoniae* aussi peuvent être ronde, avec couleur jaune à saumon.

L'examen microscopique après coloration des colonies de *klebsiella pneumoniae* par la coloration de Gram a révélé la présence de bacilles ou diplobacilles qui sont colorées en rose, donc ce sont des bacilles à Gram négatif (Gueye, 2007).

La coloration de *Escherichia coli* par la fushine qui se traverse toutes les parois et membranes et colore toutes les bactéries en rose, cela indique la présence des bacilles à Gram négatif, E.coli possède des flagelles permettant la mobilité. Nos résultats sont bien confirmés par (kouta, 2009)

I-2-Etude de la sensibilité des souches vis-à-vis de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* Le classement des bactéries se fait dans l'une des catégories : sensible ou résistante de (Ponce et al., 2003). Les résultats du pouvoir antibactérien de l'HE d'*Ocimum basilicum* sur les souches étudiées sont regroupés dans le tableau 04, et illustrés par la figure 12

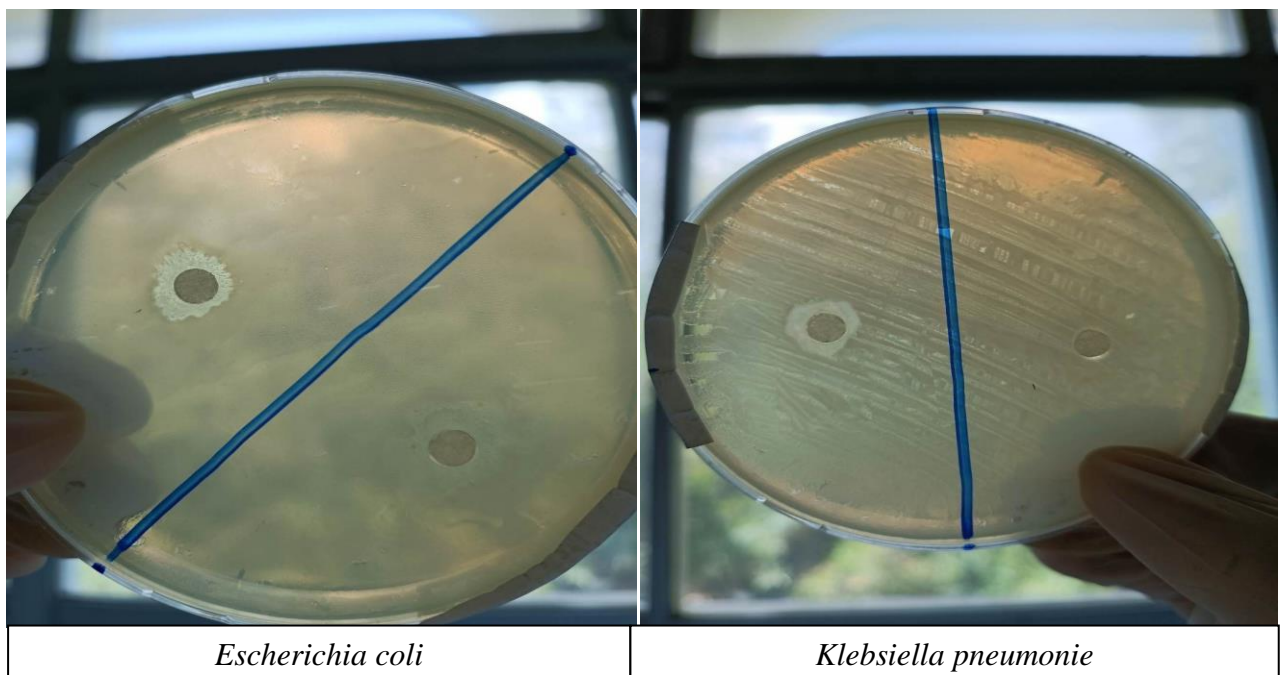


Figure12:La sensibilité des souches bactériennes testées vis-à-vis des huiles essentielles pure et commerciale d'*Ocimum basilicum* dont la partie gauche présente la sensibilité des souche

Résultats et discussions

bactériennes testées vis-à-vis l'huile pure, et la partie droite présente la sensibilité des souches bactériennes testées vis-à-vis l'huile commerciale.

Tableau 4 : Les résultats de diffusion des huiles pure et commerciale d'*Ocimum basilicum*.

Signification (+) : Sensible ; (++) : Très sensible.

	Souche bactérienne	Gram	Diamètre en Mm	Sensible	Résistante
Huile de Basilic pure	<i>Escherichia coli</i>	-	15	++	/
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	12	+	/
Huile de Basilic commerciale	<i>Escherichia coli</i>	-	/	/	+
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	/	/	+

D'après les résultats représentés dans le tableau 04 nous avons remarqué que l'huile essentielle pure d'*Ocimum basilicum* a été très active contre les deux souches microbiennes : (*Klebsiella pneumonie* et *Escherichia coli*).

En comparant les résultats des diamètres concernant l'huile pure les microorganismes étudiés ne se sont pas manifestées avec la même sensibilité vis-à-vis de l'HE, il est clair que le plus grand effet (sensible) est noté chez *Escherichia coli* avec une zone d'inhibition de 15 mm, suivie de *Klebsiella pneumonie* avec zone d'inhibition de 12mm.

Aucune zone d'inhibition n'a été obtenue suite à l'utilisation de l'huile commerciale avec les deux souches testées.

On conclue que l'huile commerciale ne présente aucune activité antibactérienne vis-à-vis des souches cliniques testées.

Selon la littérature, face à une huile essentielle, les bactéries Gram + sont plus sensibles que les bactéries Gram- (présence de membrane externe hydrophile empêchant les substances hydrophobes de la traverser et arriver jusqu' à la membrane cytoplasmique pour la détruire). Cependant, *E. coli* qui est une bactérie Gram-, a donné un bien meilleur effet antibactérien que les autres souches Gram + (*S.aureus* et *Streptococcus feacalis D*). Cela peut être expliqué par la capacité de cette huile

Résultats et discussions

d'*Ocimum basilicum* à provoquer des endommagements dans la paroi bactérienne suite à la pénétration de quelques-uns de ses composés à faible poids moléculaire (Rhayour, 2002).

D'autres récentes études du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* par la méthode de diffusion sur milieu gélosé vis-à-vis les souches étudiées (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* et *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhi* *Salmonella enteritidis* et *Candida albicans*), a révélé une action inhibitrice contre la plupart des germes et beaucoup plus sur les Gram- (Maidi et Dahia, 2022).

L'activité bactéricide de l'huile essentielle *Ocimum Basilicum* est intimement liée à sa richesse en phénols et en monoterpènes. (Ozcan et Chalchat, 2008).

II-Détermination des CMI :

L'évaluation de l'activité antibactérienne d'un principe actif se fait grâce à la détermination de la concentration Minimale Inhibitrice (CMI). La CMI se définit comme la plus faible concentration en principe actif capable d'inhiber toute croissance bactérienne à 24 heures (Fontanay, Eugénie Mougnotte et Duval, 2015).

Malgré l'existence des zones d'inhibition, relativement sensible, nos résultats prouvent l'existence d'activité antibactérienne contre les deux souches testées, qui sont des microbes pathogènes impliqués dans les infections urinaires. Donc, il est intéressant d'estimer les CMI.

La CMI généralement déterminée par la turbidité : un milieu trouble signifiera que la culture a poussé et à l'inverse un milieu transparent signifiera que la culture n'est pas poussée (Figure 14).



Figure 13 : Résultat de la CMI par la méthode de macro dilution.

Résultats et discussions

Les résultats des CMI sont montrés dans le tableau suivant :

Tableau 5: Valeurs des dilutions utilisées pour déterminer les CMI de l'HE pure d'*Ocimum basilicum* sur les souches bactériennes testées.

Concentration			Observation	
			<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Témoin	1mg/ml	100%	Solution transparent	
C1 dilué (1/2)	0.5mg/ml	50%	Solution trouble	
C2 dilué (1/4)	0.25mg/ml	25%	Solution trouble	
C3 dilué (1/8)	0.125mg/ml	12.5%	Solution trouble	
C4 dilué (1/16)	0.0625mg/ml	6.25%	Solution transparent	

Les concentrations minimales inhibitrices sont représentées dans le tableau (5), la CMI pour les deux souches *Escherichia coli* ; *Klebsiella pneumoniae* étaient de 0.625mg/ml. Ces valeurs montrent que les bactéries à gram - sont sensibles aux HE pure.

Suivant les résultats obtenus expérimentalement de (Maidi et dahia, 2022), a montré que les huiles essentielles de l'*Ocimum basilicum*, sont des agents antibactériens important.

L'étude de (Karthika et al., 2017), a montré que l'extrait de l'*Ocimum basilicum* à différentes concentrations allant de 100, 200 et 300 µg/ml, inhibe la croissance de différentes souches bactérienne à savoir : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus subtilis*.



Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

La recherche sur les substances naturelles à partir des plantes, participe à l'effort national de conservation des plantes médicinales, et à la valorisation de la médecine traditionnelle car l'efficacité de ces plantes relève de leurs composés, très nombreux et très variés en fonction des espèces, qui sont autant de principes actifs différents. Face à la phobie des molécules de synthèse chimique, leur utilisation est en progression constante.

Ce travail a porté sur l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de basilic (*Ocimum basilicum*) sur des bactéries pathogènes.

Dans la première section de ce travail, nous avons réalisé l'identification des souches isolées *E.coli*, et *Klebsiella* par des techniques microbiologies standards: l'étude macroscopique pour avoir l'aspect des colonies : leur taille, leur couleur, leur forme, leur consistance et l'étude microscopique permet d'apprécier la morphologie des bactéries, le mode de regroupement, l'abondance, et la mobilité.

Dans la deuxième section, nous avons testé l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle pure et commerciale d'*Ocimum basilicum* par la méthode de diffusion sur milieu gélosé (aromatogramme). Les résultats montrent que notre l'huile pure a exercé un très grand effet inhibiteur sur les deux souches microbiennes : *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*. La plus forte activité a été obtenue contre *E. coli* avec une zone d'inhibition d'un diamètre de 15 mm, puis *klebsiella pneumoniae* avec une zone d'inhibition 12 mm Tandis que l'huile commerciale ne présente aucun effet anti bactérien.

Dans la troisième section, nous avons déterminé les concentrations minimales inhibitrices de l'huile essentielle pure par la méthode Macro dilution.

D'après les résultats que nous avons obtenus, on peut conclure que l'huile essentielle pure d'*Ocimum basilicum* peut servir comme base de lutte contre les infections urinaires. Toutefois ce travail ne constitue qu'une étape préliminaire dans la recherche des substances naturelles biologiquement actives.

L'ensemble de ces résultats obtenus in vitro ne constitue qu'une première étape dans L'évaluation de l'activité antibactérienne de l'*Ocimum basilicum* Let nécessite des études complémentaires approfondies. Ainsi, de nombreuses perspectives peuvent être envisagées :

- ❖ Identifier les souches testées sur le plan moléculaire.
- ❖ Élargir la gamme d'espèces bactériennes isolées à partir de prélèvements urinaires. Il est également intéressant d'utiliser des champignons et des virus.
- ❖ Analyser la composition chimique de l'huile essentielle par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse (CPG-SM).



Références Bibliographiques

Références bibliographique

- **Adigüzel A., Güllüce M., Şengül M., Ögütçü H., Şahin F., Karaman İ.**, 2005. Antimicrobial Effects of *Ocimum basilicum* (Labiatae) Extract. Turk. J. Biol. 29, 155–160.
- **AFNOR**, 2000. Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 1. Echantillonnage et méthodes d'analyse ». AFNOR, Paris, 440 p. mécaniques d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse de doctorat, université de La Rochelle. 289p.
- **Al Akeel, R., Al-Sheikh, Y., Mateen, A., Syed, R., Janardhan, K., Gupta, V.C.**, 2014. Evaluation of antibacterial activity of crude protein extracts from seeds of six different medical plants against standard bacterial strains. Saudi Journal of Biological Sciences, (21), 147–151.
- **Allegrini J., Simmeon de Buochberg M., Billot A.**, 1973. Emulsions d'huiles essentielles, fabrication et application en microbiologie. Travaux de la Société de Pharmacie de Montpellier
- **Antonescu A.I ., Miere F., Fritea L., Ganea M., Zdrinca M., Dobjanschi L., Antonescu A., Vicas S.I., Bodog F., Sindhu R.K., Cavalu S.**, 2021. Perspectives on the Combined Effects of *Ocimum basilicum* and *Trifolium pratense* Extracts in Terms of Phytochemical Profile and Pharmacological Effects. Plants 10, 1390.
- **Atofani D., Zamfirache M., Andro A., Boz I., Coisin M.**, 2010. IMPROVED TECHNIQUES FOR OBTAINING VOLATILE OILS CONCERNING THEIR QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSIS FROM LAMIACEAE TAXONS, University, Faculty of Biology, Carol I Bd.
- **Avril J-L., Dabernat H., Denis F. et al.**, 2000. Bactériologie Clinique. Ellipses. 3ème Edition. 511 p.
- **Avril L., Dabernat H., Denis F., Monteil H.**, 1992. « Bactériologie clinique », entérobacteriaceae , 2ème Edition , 149-152.
- **Bahorun T.**, 1997. Substances Naturelles Actives: La Flore Mauricienne, Une Source D'approvisionnement Potentielle. AMAS. Food and Agricultural Research Council. Réduit. Mauritius.
- **Banacorsi S.**, 2007. Bactériologie médicale, Paris. 135-1.
- **Baudot, C.**, 2013. Aromathérapie a l'officine : Traitement des maux de l'hiver, thèse de doctorat en pharmacie, université de lorraine, France, P-43
- **Baudry C et Brezellec H.**, 2006. Microbiologie : immunologie. Wolters Kluwer. France. P. 36-38.

Références bibliographique

- **Belkame, A., Bammi J., Janneot V., Belkamel A., Dehbi Y., & Douira A., 2008.** « Évaluation de la biomasse et analyse des huiles essentielles de trois variétés de basilic (*Ocimum basilicum L.*) cultivées au Maroc, *Acta Botanica Gallica* », , 155(4), 467-476.
- **Belkamel A et al., 2008.** Proprety of basilic. 155(4), 467–476.
- **Ben Abdallah H., Sahnoun O., Ben Romdhane F., Loussaief S., Noomen M., Bouzouaia N., 2005.** « Profile de sensibilité aux antibiotiques des Entérobactéries uropathogènes isolées dans la région de Monastir », *Rev Tun Infetiol*, 5-8.
- **Ben Haj Khalifa A et Khedher M., 2010.** Epidémiologie des souches de *Klebsiella spp.* uropathogènes productrices de B-lactamases à spectre élargi dans un hopital universitaire Tunisien. *pathologie Biologie* . 60(2012) e1-e5.
- **Benayad N., 2008.** "Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales Marocaines: "moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées, «Mémoire, Université KasdiMerbah, Ourgla.
- **Benedec D., Pârvu A.E., Oniga I., Toiu . et Tiperciuc B., 2007.** Effects of *Ocimum basilicum L.* extract on experimental acute inflammation. *Rev. Med. Chir. Soc. Med. Nat. Lasi*. Vol : 111(4). P : 1065-1069.
- **Benjlali B., Tantaoui-Elaraki A., Ismaili-Alaoui M., Ayadi A., 1986.** Méthode d'étude des propriétés antiseptiques des huiles essentielles par contact direct en milieu gélosé. *Plantes Médicinales et Phytothérapie*.
- **Bennet R., M., Eriksson B., Melen and Zetterstrom., 1985.** Changes in the incidence and spectrum of neonatal septicemia during a fifteen-yearperiod. *Acta Paediatr.Scand*.74:687-690.
- **Bensaid A., 2022.** proprités anti-oxydants, anti-inflamatoires et antispasmodique d'*ocimum basilicum* médecine humaine et pathologie, université de montpellier, France.
- **Berche P., Gaillard J.L., Simonet M., 1989.** Bactériologie les bactéries des infectionsHumaines. Edition Flammarion 1ère éd. Paris.
- **Besombes C., 2008.** Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermo-mécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse de doctorat, université de La Rochelle. 289p.
- **Bilal A., Jahan N., Ahmed A ., Bilal S.N., Habib S., Hajra S., 2012.** Phytochemical and pharmacologicalstudies on *Ocimum basilicum*. *Int J CurrResRev* 4, 73–83.

Références bibliographique

- **Boggia R., Zunin P., Hysenaj V., Bottino A., et Comite A.**, 2015. Dehydration of Basil Leaves and Impact of Processing Composition. Processing and Impact on Active Components in Food. P : 645–653.
- **Boukadida J., Salem N., Hannachi N., Monastiri K., Snoussi N.**, 2002. Exploration génotypique d'une bouffée épidémique nosocomiale néonatale à *Klebsiella pneumoniae* productrice de bêta-lactamase à spectre étendu. Arch Pédiatr . 9 :463-8.
- **Boutabia L., Telailia S., Bouguetof I., Guenadil F., & Chefrour A.**, 2016. Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région de Hammamet (Tébessa-Algérie). Bulletin de La Société Royale Des Sciences de Liège, 174–189.
- **Bozin B., Mimica-Dukic N., Simin N., Anackov G.**, 2006. Characterization of the volatile composition of essential oil of some lamiaceae species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. J. Agric. Food Chem. 54: 1822-1828.
- **Brand M.**, 2012. « Cloning and mutational analysis of the fimbriation promoters in uropathogenic *Escherichia coli* », université Wisconsin, 71.
- **BRUYERE F.**, 2010. Prostatite aigüe bactérienne chez l'homme adulte. Prog Urol, 20,
- **Bruyere F., Cariou G., Boiteux J-P., Hoznek A., Mignard J-P., Escaravage L., Bernard L., Sotto A., Soussy S-J., Coloby P et le CIAFU.**, 2008. Recommandation du comité d'infectiologie de l'AFU. Pyélonéphrites aigües. Prog Urol , 18, suppl 1, p.14-18.
- **Burt S.**, 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. International Journal of Food and Microbiology. 94: 223-253.
- **C. Penas Espinar et al.**, 2014. « protocole diagnostique et thérapeutique des urétrites infectieuses », protocoles de pratiques de soins, 3033-3037.
- **Camille D.** ,1998. Microbiologie, 90 heures de travaux pratiques, enseignement
- **Cattoir V., Daurel C.**, 2010. Quelles nouveautés en antibiothérapie ?. Médecine et Maladies Infectieuses 40(3), 135-154.
- **Chebaibi A., Marouf Z ., Rhazi-Filali F ., Fahim M et Ed-Dra A .** , 2016. Évaluation du pouvoir antimicrobien des huiles essentielles de sept plantes médicinales récoltées au Maroc. Phytotherapie, 14(6):355-362.
- **Chenni M.**, 2016. Etude comparative de la composition chimique de l'activité biologique et l'huile essentielle des feuilles du basilic "*Ocimum basilicum*. L " extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Thèse de doctorat, université Ahmed Benbella, Département de chimie, Oran, 185p.

Références bibliographique

- **Chiang LC., Cheng PW., Chiang W., et Lin CC.,** 2005. Antiviral activities of extracts and selected pure constituents of *Ocimum basilicum*. Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. Vol: 32(10):811. P: 6-43.
- **Chinnasamy S., Balakrishnan G., Kontham SV., Baddireddi SL., et Balakrishnan A.,** 2007. Potential anti-inflammatory properties of crude alcoholic extract of *Ocimum basilicum L.* in human peripheral blood mononuclear cells. Journal of health science. Vol: 53(4)3 P: 500-505.
- **Clere N.,** 2012. Comment venir à bout des infections urinaires Actualités pharmaceutiques », n°516: 33-34
- **Cox S.D., Mann C.M., Markham J.L., Bell H.C., Gustafson J.E., Warmington J.R and Wyllie S.G.,** 2000 .The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). Journal of Applied Microbiology, 88,170–175.
- **Das K., Tiwari R., Shrivastava D.,** 2010. Techniques for evaluation of medicinal plant products as antimicrobial agents: current methods and future trends. Journal of medicinal plants research 4, 104-111.
- **Dominique Pateron., Maurice Raphaël., Albert Trinh-Duc.,** 2019. Prostatite aiguë .Mega-Guide Pratique des Urgences (2e édition), p 388-393
- **Dong J., Zhu Y., Gao X., Chang Y., Wang M., Zhang P.,** 2013. Qualitative and quantitative analysis of the major constituents in Chinese medicinal preparation Dan-Lou tablet by ultra high-performance liquid chromatography/diode-array detector/quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry. J. Pharm. Biomed. Anal. 80, 50–62. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2013.02.011>
- **Dorman H.J.D, and Deans H.J.D.,** 2000. Antimicrobial agents from plants:antibacteria activity of plant volatile oils. Journal of Applied Microbiology. 88(2) 308–316.
- **Dupont F., et Guignard J. L.,** 2012. Botanique des familles de plantes. 15ème Edition. Elsevier Masson SAS, pp. 237-300.
- **Elkharrat D., Arrouy L., Benhamou F., Dray A et Grenet J.,** 2007. Monographie en urologie. In : Lobel B Soussey C-J. Les infections urinaires, (EDS) Springer. Paris. Pp 1-20.
- **Elkharrat D., Arrouy L., Benhamou F., Dray A., Grenet et Le corre.,** 2007. « Epidémiologie de l'infection urinaire communautaire de l'adulte » les infections urinaire, France.
- **Etienne M., Lefebvre E., Frebourg N., Hamel H., Pestel-Caron M, F Caron & Bacyst study group** .,2014. Antibiotic treatment of acute uncomplicated cystitis based on rapid urine test and local epidemiology: lessons from a primary care series. BMC Infect Dis 14: 137.

Références bibliographique

- **Fadil M., Fikri-Benbrahim K., Rachiq S., Ihssane B., Lebrazi S., Chraibi M., Haloui T., & Farah A.,** 2018. Combined treatment of *Thymus vulgaris L.*, *Rosmarinus officinalis L.* and *Myrtus communis L.* essential oils against *Salmonella typhimurium*: Optimization of antibacterial activity by mixture design methodology. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 126, 211–220.
- **Ferron. A.,** 1976. Bactériologie à l'usage des étudiants en médecine G ROQUES. 8^{ème} MASSON.
- **Figueredo G.,** 2007. Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne. Thèse Doctorat, Université de Blaise Pascal, 416p.
- **Filip S.,** 2017. Basil (*Ocimum basilicum*) La Source of Valuable Phytonutrients. *International Journal of Clinical Nutrition & Dietetics*,(3):p.118.
- **Foxman B., Barlow R., D'Arcy H., Gillespie B., Sobel J.D .,** 2000. Urinary tract infection: self-reported incidence and associated costs. *Ann Epidemiol* 10: 509-515.
- **Gachkar L., Davood Yadegari D., Bagher Rezaei M., Masood Taghizadeh M., Astaneh S A., Rasooli I.,** 2007. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. 102(03).p 898-904.
- **Guenther E.,** 1948. The Essential Oils -: D. Van Nostrand Co., New York, N.Y., 456p.
- **Gueye O.,** 2007. Utilisation des méthodes biométrique dans l'identification de quelques bacilles à Gram négatif .P 22,24-28.
- **Guy F.,** 2002. Arbres et plantes médicinales du jardin. Fernand Lenore,p.39.
- **Haddouchi F., Lazouni H.A., Mezizane A., Benmansour A.,** 2009. Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Tymus fontanesi* ivoirien and *Reut. Afrique SCIENCE*,05(2):p.246-259.
- **Highsmith., A. K. and Jarvis W.R.,** 1985. *Klebsiella pneumoniae*: selected virulence factors that contribute to pathogenicity. *Infect. Control* 6:75-77.
- **Hossain M.A., Kabir M.J., Salehuddin S.M., Rahman S.M., Das A.K., Singha S.K., Alam M.K., et Rahman A.,** 2010. Antibacterial properties of essential oils and methanol extracts of sweet basil *Ocimum basilicum* occurring in, Bangladesh. *Pharm Biol*;48(5):11- 405.
- **Hussain AI., Anwar F., Sherazi STH., et Przybylski R.,** 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chem.* Vol (108). P: 986-995.

Références bibliographique

- **Iliquer M.**, 2010. Epidémiologie et caractérisation moléculaire de souches cliniques de *Klebsiella pneumoniae* résistantes aux céphalosporines de 3^{ème} generation hors BLSE, isolées entre 2007 et 2009, au C.H.U de Nantes. Université de Nantes. 123p.
- **Jayasinghe C., Gotoh N., Aoki T., Wada S.**, 2003. Phenolics composition and antioxidant activity of sweetbasil (*Ocimum basilicum L*), 51, 4442–4449.
- **Jayaweera D.M.A.**, 1980. Medicinal Plants (indigenous and Exotic) Used in Ceylon: Flacourtiaceae-Lythraceae. National Science Council of Sri Lanka.
- **Jordán M. J., Lax V., Rota M. C., Lorán S., & Sotomayor J. A.**, 2013. Effect of bioclimatic area on the essential oil composition and antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis L*. Food Control, 30(2), 463–468.
- **Judd W. S., Campbell C. S., Kellogg E. A., Stevens P.**, 2002. Botanique systématique, une perspective phylogénétique. 1ère Edition. Université de Boeck, Paris, 467p.
- **Kaper J, Nataro J, Mobley H.**, 2004. « Pathogenic *Escherichia coli* », Nature Rev, Microbiol, 123-140.
- **Kassis-Chikhani.**, 2012. *Klebsielle Pneumoniae* pathogène nosocomial, résistance et virulence. Thèse de doctorat d'état, université Pierre et Marie Curie-Paris VI, Paris, 190p.
- **Kouta K.**, 2009. Infections urinaires chez les diabétiques adultes. Université Kasdi Merbah Ouargla. 76p.
- **Kwee E.M., et Niemeyer E.D.**, 2011. Variation phenolic composition and antioxidant properties among fifteen basil (*Ocimum basilicum L.*) cultivars. Food Chem. Vol (128). P: 1044–1050.
- **Lopez P., Sanchez C., Batlle R., Nerin C.**, 2005. Solid and vapor phase antimicrobial activities of six essential oils: Susceptibility of selected food borne bacterial and fungal strains. J. Agric. Food Chem. 53: 6939- 6946.
- **Lucchesi M.E.**, 2005. Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat, Université de la Réunion.
- **Maidi et dahia.**, 2022. journal of advancedresearch in science and technology, , 8(2), 45-59.
- **Mainil J.**, 2003. Facteurs de virulence et propriétés spécifiques des souches invasives d'*Escherichia coli*: les adhésines et facteurs de colonisation. Annales De Médecine Vétérinaire. 147: 105-126.

Références bibliographique

- **Marwat S.K., Rehman F.U., Khan M.S., Ghulam S., Naveed A., Ghulam M., et Usman K.,** 2011. Phytochemical Constituents and Pharmacological Activities of Sweet Basil *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). Asian Journal of Chemistry. Pakistan. Vol.23, No.9, P: 3773-3782.
- **Mehalaine S., Belfadel O., Menasria T., & Messaili A.,** 2017. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of three medicinal plants from Algerian semi-arid climatic zone. Phytothérapie.
- **Monteil. H., Avril. J.,** 1992. Bactériologie chimique. 4^{ème} Ed. MarKeting. Paris.
- **Moroh J- LA, C Bahi, K Dje, YG Loukou, F Guede-Guina.,** 2008. Bulletin de la société royale des sciences de Liège.
- **Murray P. R., Rosenthal K. S., Pfaller M. A., et Jorgensen J. H.,** 2020. Medical Microbiology.
- **Nadeem M., Abbasi B.H., Younas M., Ahmad W., Zahir A., Hano C.,** 2019. LED-enhanced biosynthesis of biologically active ingredients in callus cultures of *Ocimum basilicum*, 190, 172–178.
- **Naghibi F., Mosaddegh M., Mohammadi M. S., et Ghorbani A.** 2005. Labiatae Family in folk Medicine in Iran: from Ethnobotany to Pharmacology. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 2: 63-79.
- **Nemtanu M.R., Kikuchi I.S., de Jesus Andreoli Pinto T., Mazilu E, Setnic S., Bucur M., Duliu O.G., Meltzer V and Elena Pincu E.,** 2008. Electron beam irradiation of *Matricaria chamomilla* L. for microbial contamination. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B. 266, 2520–2523.
- **Nikiema A.,** 2002. « Aspects épidémiologiques et bactériologique des infections urinaires chez la femme enceinte au Service de Santé Maternelle et Infantile du Centre Médical Saint Camille d’Ouagadougou », Thèse doctorat, 94.
- **Nouioua w.,** 2012. Biodiversité et ressources phylogénétiques d’un écosystème forestier « *Paeonia mascula* (L.) Mill. ». Mémoire Magister, université de Ferhat Abbas, Sétif, 80p.
- **Ouibrahim A.,** 2015. Evaluation of antibacterial activity of *Laurus Nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* L., and *Ocimum Basilicum* L. from Northeast of Algeria. African Journal Of Microbiology Research. Vol. 7(42) P: 4968-4973.
- **Oulymata G.,** 2007. Utilisation des méthodes biométriques dans l’identification de quelques bacilles a gram négatif. Thèse doctorat. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 120p.

Références bibliographique

- **Pengelly A.**, 2003 .The constituents of medicinal plants, an introduction to the chemistry and therapeutics of herbal medicine, 2^{ème} édition.
- **Perino L.**, 2012. Infections urinaires cystite aigue de la femme, Actualité claud Bernard INFO Lyon1.
- **Ponce A.G., Fritz R., Del Valle C et Roura S.I.** 2003. Antimicrobial activity of essential oils on the native micro flora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 36, 679-684.
- **Schwalbe R., Steele-Moore L., Goodwin A.C.**, 2007. Antimicrobial susceptibility testing protocols. CrcPress.
- **Senthooraja R., Subaharan K., Manjunath S., Pragadheesh V.S., Bakthavatsalam N., Mohan M.G., Senthil-Nathan S., Basavarajappa S.**, 2021. Electrophysiological, behavioural and biochemical effect of *Ocimum basilicum* oil and its constituent's methyl chavicol and linalool on *Muscadomestica L*, 28, 50565–50578.
- **Sharififar F., Moshafi M.H., Mansouri S.H., Khodashenas M. et Khoshnoodi M.**, 2007. In vitro evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss. *Food Control* 18, 800–805.
- **Siwak J., Lewinska A., Wnuk M., Bartosz G.**, 2013. Protection of flavonoids against hypochlorite-induced protein modifications. *Food Chem*, 141, 1227–1241.
- **Sokovic M., Griensven L.J.L.D.V.**, 2006. Antimicrobial activity of essential oils and their components against the three major pathogens of the cultivated button mushroom, *Agaricus bisporus*. *Eur. J. Plant Pathol.* 116: 211-224.
- **Sougakoff W., Trystram D.**, 2003. Résistances aux β -lactamines. Université Pierre et Marie Curie. Faculté de Médecine Pitié-Salpêtrière. p. 31-46.
- **Suppakul P., Miltz J., Sonneveld K., Bigger S.W.**, 2003. Antimicrobial properties of basil and its possible application in food packaging. *J. Arg. Food Chem.* 51: 3197-3207.
- **Tan H.T.W.**, 2005. Herbs & Spices of Thailand. Times Editions - Marshall Cavendish.
- **Telci I., Bayram E., Yilmaz G., Avcı B.**, 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basil (*Ocimum basilicum L.*). *Biochem. Syst. Ecol.*
- **Tian X., Zheng X., Sun Y., Fang R., Zhang S., Lin J., Cao J and Zhou T.**, 2020. Molecular Mechanisms and Epidemiology of Carbapenem Resistant *Escherichia coli* isolated from chinese patients during 2002-2017. *Infection and Drug Resistance*. Vol. 13.pp : 501-512.

Références bibliographique

- **Vieira R.F., Simon J.E.**, 2000. Chemical Characterization of basil (*Ocimum Spp.*) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. *Econ. Bot.* 54, 207–216.
- **Viuda-Martos M., Mohamady M.A., Fernández López J., Abd El Razik K.A., Omer E.A., Pérez Alvarez J.A., Sendra E.**, 2011. In vitro antioxidant and antibacterial activities of essential oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control*, 22:p.1715-1722.
- **Yano Y., Satomi M. & Oikawa H.**, 2006. Antimicrobial effect of spices and herbs on *Vibrio arahaemolyticus*, *International J. Food Microbiology.*, Vol.111, 6-11.