

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 AOÛT 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

Option: Microbiologie Appliquée

Intitulé

*Evaluation de l'activité antibactérienne de deux
extraits de deux plantes : « Lavandula
stoechas » et « Prunus cerasus » vis-à-vis de
souches cliniques responsables d'infections*

Présenté Par : - Mourah Rania

- Moumen Maria

- Soltane Aya

- Mezedjri Selma

Membres de Jury:

Dr. Bouhadouda Nabila	MCB	Présidente	Univ. 20 août 1955- Skikda
Dr. Becheker Imène	MCA	Directrice de mémoire	Univ. 20 août 1955- Skikda
Dr. Aggoun Asma	MCB	Examinatrice	Université 20 août 1955- Skikda

Année universitaire 2024/2025

Remerciements

En premier lieu et avant tout, nous remercions notre bon Dieu Allah le tout puissant, pour sa grande bonté et surtout sa gratification de notre bonne santé, du courage et de la volonté afin de réaliser et finir ce modeste travail dans les meilleures conditions.

Nous adressons nos sincères remerciements à Madame Becheker Imene, d'avoir accepté de nous encadrer, de nous avoir proposé ce travail et de n'avoir jamais lésiné à nous prodiguer conseils et assistances pour une meilleure conception et surtout l'achèvement de ce mémoire.

Nous vous en sommes très reconnaissants Madame Becheker Imene et en espérant être à la hauteur de votre confiance.

Nous remercions les membres de jury d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail.

Nous tenons aussi à présenter notre gratitude pour l'ensemble de nos enseignants qui nous ont transmis leur savoir et leur expérience durant tout notre cursus universitaire et permis ainsi d'atteindre le niveau scientifique nécessaire pour la réalisation de ce travail.

Dédicaces

À moi,

Chaque pas, chaque effort et chaque sacrifice. Ce chemin fut exigeant, parsemé de doutes et de défis, mais ma persévérance m'a menée jusqu'ici. Cette réussite est la preuve de ma force intérieure, une victoire personnelle qui ouvre la porte à un avenir que j'ai bâti de mes mains. Je suis fière de ce que j'ai accompli.

À mon cher **Papa Amirouche,**

Ton amour inconditionnel, ta confiance indéfectible et ton soutien sans faille tout au long de mon parcours. Tes encouragements ont été ma plus grande force, et ta sagesse, un phare précieux. Ce travail est aussi le fruit de ta foi en moi. Merci pour tout.

À ma très chère maman **Fouzia,**

Pilier de ma vie, source inépuisable de sagesse et de tendresse. Tes conseils précieux et ton soutien inébranlable ont rendu ce projet possible. Cette étape est une ode à ta force et à ton amour infini. Merci pour chaque sacrifice, chaque sourire, chaque mot.

À **ma chère grand-mère Henia.** Tes mains ont façonné mon monde, ton cœur l'a rempli d'amour. Je te suis infiniment reconnaissant(e) pour chaque instant et chaque enseignement. Tu es et resteras mon étoile.

À **mes grands-parents bien-aimés, qui veillent sur moi de là-haut.** Votre amour inconditionnel est une étoile qui éclaire mon chemin. Je vous porte en moi, aujourd'hui et toujours.

À ma chère Sœur **Farida,**

Ta présence constante, tes conseils éclairés et les moments partagés qui ont allégé mon parcours. Ton soutien a été un pilier précieux.

À mon cher Frère **Mokrane,**

Ton amitié indéfectible, ta bonne humeur contagieuse et ta capacité à toujours me motiver. Merci d'avoir cru en moi.

À mes neveux **Oubeida et Sajed,** mes nièces **Manessa et Doha.**

Que votre vie soit remplie de joie et de succès ! Je vous aime très fort.

Avec tout mon amour, pour les familles Mourah et Hidjeb. Vous êtes ma plus belle richesse.

À mes précieuses amies, **Hanna, Yasmine, Isra, Hanene, Asma et Rayane.**

Vous êtes bien plus que des amies, vous êtes ma famille de cœur. Chaque rire partagé, chaque épaule tendue, chaque conseil donné a tissé une toile d'amitié indestructible. Merci d'être les lumières qui éclairent mes jours. Mon cœur est rempli de gratitude pour chacune de vous.

RANIA

Dédicaces

Avant tous, je remercie le Dieu, le tout puissant pour m'avoir donné la force et la patience durant les périodes les plus difficiles et m'avoir aidé à terminer ce travail.

Avec toute mon estime et mon amour, je vous dédie ce modeste travail :

À mon **père Houcine**, pour sa présence rassurante, son soutien silencieux et son amour inconditionnel.

À ma **mère Souada**, mon cœur, mon repère, celle qui a toujours cru en moi, même dans les moments les plus difficiles.

À mes **sœurs Mimi, Mina et Insaf**, pour leur tendresse, leurs encouragements et leur complicité qui m'ont tant apporté.

À mes petites nièces **Ayla et Farah**, et à mon neveu **SidAli**, qui remplissent ma vie de joie et de douceur.

À mes chers cousines **Anfel, Wissal et Malek**, pour leur présence précieuse et leurs mots bienveillants.

À mes chers amies **Wissal, Oumima et Maria**, pour leur soutien sincère, leur écoute et leur amitié fidèle tout au long de ce parcours.

À **Maria, Rania et Selma** que j'ai partagée avec elles les joies et les difficultés au suivi de notre travail.

À toute la famille : **soltane et Ramdane**

À tous ceux qui ont pris place dans mon cœur.

Merci à vous tous d'avoir été là, chacun à votre manière. Ce mémoire vous est dédié avec tout mon cœur.

AYA

Dédicaces

Avant tous, je remercie le Dieu, le tout puissant pour m'avoir donné la force et la patience durant les périodes les plus difficiles et m'avoir aidé à terminer ce travail.

Avec toute mon estime et mon amour, je vous dédie ce modeste travail :

À mon cher père Boukhemis qui est toujours près de moi , m'encourage, me conseille, m'a poussé et motivé mes études.

À mon adorable mère Djamila , aucun dédicace ne serait exprimé mon respect, mon amour éternel et ma considération pour le sacrifice que vous avez consenti pour mon instruction et mon être bien, je vous remercie tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance.

Mes chers parents que Dieu vous garde.

À mon cher frère Haitem , merci d'être toujours à mes côtés, merci pour votre soutien .

À mes très belles sœurs Nour elhouda, Lina , Amani , Hadjar pour leurs tendresse, leurs complicité.

À ma petite princesse Nadine, ma joie de vivre.

À mes amis Aya, Rania et Selma que j'ai partagée avec elles les joies et les difficultés au suivi de notre travail.

À toute la famille : **Moumen et Ouaar**.

À tous ceux qui ont pris place dans mon cœur.

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin .

MARIA

Dédicaces

Avant tout, je remercie Dieu, le Miséricordieux de m'avoir donné le courage, la force et la patience à compléter ce travail.

Je dédie mon mémoire, qui n'a pas pu être accompli que grâce à Dieu,

A mes chers parents la source de ma vie, merci pour votre amour, soutien surtout au cours des deux dernières années, je me suis battu pour vous afin que vous puissiez aujourd'hui être fier de moi.

Aux personnes les plus proches de moi (they know themselves), pour toute l'affection qu'elles m'ont donnée et pour leurs précieux encouragement, merci d'être toujours avec moi dans la tristesse comme dans la joie.

A mes chers collègues, ce fut un honneur de vous connaître de près. Nous avons passé de bons moments. Merci pour votre patience avec moi et votre compréhension.

A moi, je suis fière de moi-même d'avoir atteint ce stade malgré les difficultés, Je l'ai fait pour ceux que j'aime et que j'apprécie.

Merci à tous ceux qui font partie de ma vie. Vous êtes toujours les meilleurs.

SELMA

Sommaire

Titre	page
Listes des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumés	
Introduction Générale	1
Chapitre 1 : les infections urinaires	
1. L'appareil urinaire	2
1.1. Définition	2
1.2. Composition et fonction	2
1.2.1. Composants principaux de l'appareil urinaire	2
1.2.2. Fonctions de l'appareil urinaire	3
2. L'urine	4
2.1. Caractères physicochimiques de l'urine	4
2.2. Constitution physiologique de l'urine	4
3. Epidémiologie des infections urinaires	5
3.1. Les infections urinaires (IU)	5
4. Les différents types d'infections urinaires	5
4.1. La cystite	5
4.2. L'urétrite infectieuse	6
4.3. La pyélonéphrite	6
4.4. La prostatite aiguë	6
5. Les modes des transmissions des infections urinaires	6
5.1. Transmission directe	6
5.1.1. Opportunisme de la flore normale	7
5.1.2. Contact interhumain	7
5.2. Transmission indirecte	7
5.2.1. Objets inanimés	7
5.2.2. Liquides de perfusion	7
5.2.3. Aliments:	7
6. Physiopathologie	7
6.1. Mécanisme de l'infection urinaire	7
6.1.1. Voie ascendante	8
6.1.2. Voie hématogène descendante mécanisme de l'infection urinaire	8
6.2. Les moyens de défense de l'hôte	8
7. Les bactéries responsables des infections urinaires	9
8. Traitement des infections urinaires	10
9. Prévention	10

Chapitre 2 :Les Bactéries Etudiées	
1. Généralités sur les entérobactéries	12
1.1. <i>Escherichia coli</i>	12
1.1.1. Définition	12
1.1.2. Habitat	12
1.1.3. Pouvoir pathogène	13
1.2. <i>Klebsiella pneumoniae</i>	13
1.2.1. Définition	13
1.2.2. Habitat	13
1.2.3. Pouvoir pathogène	14
2. <i>Staphylococcus aureus</i>	14
2.1. Définition	14
2.2. Habitat	14
2.3. Pouvoir pathogène	14
3. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15
3.1. Définition	15
3.2. Habitat	15
3.3. Pouvoir pathogène	16
Chapitre 3 : Les Plantes Testées	
1. Présentation de la 1ère plante « <i>Lavandula stoechas</i> »	17
1.1. Classification	17
1.2. Description botanique	17
1.3. Localisation	19
1.4. Composition chimique	19
1.5. Usage traditionnel	19
2. Présentation de la 2ème plante « <i>Prunus cerasus</i> »	20
2.1. Classification	21
2.2. Description botanique	21
2.3. Localisation	22
2.4. Composition chimique	22
2.5. Usage traditionnel	23
2.6. L'intérêt thérapeutique	23
Partie Pratique : Matériel et Méthodes	
1. Matériel	25
1.1. Souches bactériennes	25
1.2. Les plantes testées	25
2. Méthodes	26
2.1. Préparation des extraits huileux (macérât huileux)	26
2.2. Evaluation de l'activité antibactérienne des deux extraits préparés	28
2.2.1. Détermination des diamètres des zones d'inhibition	28
2.2.2. Détermination des Concentrations Minimales Inhibitrice CMI	29
Résultats	
1. Les souches bactériennes étudiées	30
2. Les caractéristiques organoleptiques des deux extraits des deux plantes testées « <i>Lavandula stoechas</i> » et « <i>Prunus cerasus</i> »	30
2.1. Les caractéristiques organoleptiques du macérât huileux des feuilles de « <i>Lavandula stoechas</i> »	30
2.2. Les caractéristiques organoleptiques du macérât huileux des feuilles de <i>Prunus cerasus</i>	31
3. Evaluation de l'activité antibactérienne d'extrait des feuilles d' <i>Inula viscosa</i>	31
3.1. Détermination des zones d'inhibition et de la CMI de l'extrait huileux des feuilles de <i>Lavandula stoechas</i> vis-à-vis des souches cliniques	31

4. Evaluation de l'activité antibactérienne d'extrait de <i>Prunus cerasus</i>	33
4.1. Détermination des zones d'inhibition de <i>Prunus cerasus</i> vis-à-vis des souches cliniques	33
Discussion	36
Conclusion	38
Références bibliographiques	39

Listes des abréviations :

IU: Infections urinaires

CMI: Concentrations minimales inhibitrices

ETEC: Entero-Toxigenic Esherichia.coli

EHEC: Entero-Hemorrhagic-Colitis Esherichia.coli

STEC: Shiga toxin-producing Esherichia.coli

EIEC: Entero-Invasive Esherichia.coli

EPEC: Entero-Pathogenic Esherichia.coli

EAEC: Entero-Aggregative Esherichia.coli

TSST-1: Toxic Shock Syndrome toxin-1

SARM: Stapylococcus aureus résistant à la méticilline

HE: Huile Essentielle

DMSO: Dimethyl sulfoxide

DO: Densité Optique

MH: Mueller Hinton

ZI: Zones d'inhibition

Liste des tableaux

Tableau	Titre	page
01	Principaux constituants de l'urine saine	5
02	Principales espèces bactériennes responsables de l'infection urinaire	10
03	classification scientifique de <i>Lavandula stoechas</i>	17
04	classification scientifique de <i>Prunus cerasus</i>	21
05	Les souches bactériennes testées.	30
06	Caractéristiques organoleptiques de l'extrait huileux de <i>Lavandula stoechas</i> .	31
07	Caractéristiques organoleptiques de l'extrait huileux de <i>Prunus cerasus</i>	31
08	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram négatif vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles de <i>Lavandula stoechas</i> .	32
09	Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles de <i>Lavandula stoechas</i>	33
10	Les diamètres des zones d'inhibition et les valeurs des CMI des souches cliniques à Gram négatif vis-à-vis de l'extrait huileux de <i>Prunus cerasus</i>	34
11	Les diamètres des zones d'inhibition et les valeurs des CMI des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait huileux de <i>Prunus cerasus</i>	35

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	L'appareil urinaire	3
02	Les fleurs de <i>Lavandula stoechas</i>	18
03	Les feuilles de <i>Lavandula stoechas</i>	18
04	Le cerisier <i>Prunus cerasus</i> L.	20
05	Les cerises	21
06	Les queues de cerise	23
07	Souches bactériennes testées	25
08	L'extrait huileux de « <i>Lavandula stoechas</i> » après 20jours (avant filtration)	27
09	L'extrait huileux de queues de « <i>Prunus cerasus</i> »	27
10	La série de dilutions des deux extraits	27
11	Détermination des diamètres des zones d'inhibition.	28
12	Determination de la CMI	29
13	Les souches bactériennes testées (repiquage)	30
14	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>Klebsiella pneumoniae</i> 12P vis-à-vis de l'extrait huileux de <i>Lavandula stoechas</i> .	32
15	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>Staphylococcus aureus</i> 4P vis-à-vis de l'extrait huileux de <i>Lavandula stoechas</i> .	33
16	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 21 vis-à-vis de l'extrait huileux de <i>Prunus cerasus</i> .	34
17	Les diamètres des zones d'inhibition de la souche <i>Staphylococcus aureus</i> 4P vis-à-vis de l'extrait huileux de <i>Prunus cerasus</i> .	35

Résumé :

Ce travail de recherche, mené au laboratoire de microbiologie du Hall Technologique de l'université de SKIKDA, visait à évaluer l'activité antibactérienne de deux extraits huileux de deux plantes : les queues de cerise (*Prunus cerasus*) et la lavande papillon (*Lavandula stoechas*) vis-à-vis des souches bactériennes cliniques isolées à partir d'infections urinaires.

Les souches bactériennes étudiées comprenaient 10 isolats cliniques d'origine urinaires (dont *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* et *S. aureus*) et 2 souches de référence (*E. coli* ATCC 25922 et *S. aureus* ATCC 25923). Ces plantes ont été choisies pour leurs vertus médicinales et leurs composés bioactifs reconnus en médecine traditionnelle.

Des extraits huileux ont été préparés pour les queues ou les pédoncules de cerises et pour la lavande papillon. L'activité antibactérienne a été déterminée qualitativement par la mesure des diamètres des zones d'inhibition et quantitativement en déterminant la concentration minimale inhibitrice (CMI).

Les résultats ont montré une activité importante des deux extraits testés. L'extrait huileux des pédoncules de *Prunus cerasus* a présenté des zones d'inhibition variant de 8 à 19 mm contre les souches à Gram positif, et des zones d'inhibition allant jusqu'à 32 mm pour la souche de référence *Escherichia coli*. Les CMI sont faibles variant entre 15,7 et 125 ug/ml. De même, l'extrait de *Lavandula stoechas* a montré des zones d'inhibition significatives contre diverses souches à Gram négatif, avec des zones d'inhibition variant entre 6 et 19 mm et des CMI variant entre 15,7 et 64 ug/ml.

Cette étude a mis en évidence le potentiel antibactérien des extraits de *Prunus cerasus* et *Lavandula stoechas* contre des bactéries résistantes impliquées dans les infections urinaires, suggérant ainsi leur intérêt pour de futures recherches thérapeutiques.

Mots clés : Activité antibactérienne, CMI, *Lavandula stoechas*, Multirésistance, *Prunus cerasus*, Zones d'inhibition.

Abstract:

This research, conducted at the Microbiology Laboratory of the Technology Hall at the University of Skikda, aimed to evaluate the antibacterial activity of two oily extracts from two plants: cherry stems (*Prunus cerasus*) and butterfly lavender (*Lavandula stoechas*) against clinical bacterial strains isolated from urinary tract infections.

The bacterial strains studied included 10 clinical urinary isolates (including *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, and *S. aureus*) and 2 reference strains (*E. coli* ATCC 25922 and *S. aureus* ATCC 25923). These plants were chosen for their medicinal properties and their recognized bioactive compounds in traditional medicine. Oily extracts were prepared from both cherry stems and butterfly lavender. Antibacterial activity was determined qualitatively by measuring the diameters of inhibition zones and quantitatively by determining the minimum inhibitory concentration (MIC).

The results showed significant activity for both tested extracts. The oily extract of *Prunus cerasus* stems exhibited inhibition zones ranging from 8 to 19 mm against Gram-positive strains, and inhibition zones up to 32 mm for the reference strain *Escherichia coli*. The MICs were low, ranging between 15.7 and 125 ug/ml. Similarly, the *Lavandula stoechas* extract showed significant inhibition zones against various Gram-negative strains, with inhibition zones varying between 6 and 19 mm and MICs varying between 15.7 and 64 ug/ml.

This study highlighted the antibacterial potential of *Prunus cerasus* and *Lavandula stoechas* extracts against resistant bacteria involved in urinary tract infections, thus suggesting their interest for future therapeutic research.

Keywords: antibacterial activity, MIC, *Lavandula stoechas*, multidrug resistance, *Prunus cerasus*, inhibition zone.

ملخص:

يهدف هذا البحث، الذي أُجري في مختبر علم الأحياء الدقيقة بالبهو التكنولوجي بجامعة سكيكدة، إلى تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلصين زيتيين من نباتين: سيقان الكرز (*Prunus cerasus*) والخزامى الفراشية (*Lavandula stoechas*) ضد سلالات بكتيرية سريرية معزولة من التهابات المسالك البولية.

شملت السلالات البكتيرية المدروسة 10 عزلات بولية سريرية) بما في ذلك *E. coli* و *K. pneumoniae* و *P. aeruginosa* و (*S. aureus*) وسلالتين مرجعيتين (*E. coli* ATCC 25922 و *S. aureus* ATCC 25923). تم اختيار هذه النباتات لخصائصها الطبية ومركباتها النشطة بيولوجياً المعترف بها في الطب التقليدي. تم تحضير مستخلصات زيتية من كل من سيقان الكرز والخزامى الفراشية. تم تحديد النشاط المضاد للبكتيريا نوعياً عن طريق قياس أقطار مناطق التثبيط وكمياً عن طريق تحديد الحد الأدنى للتركيز المثبط (MIC).

أظهرت النتائج نشاطاً كبيراً لكلا المستخلصين المختبرين. أظهر المستخلص الزيتي لسيقان *Prunus cerasus* مناطق تثبيط تتراوح من 8 إلى 19 ملم ضد السلالات إيجابية الجرام، ومناطق تثبيط تصل إلى 32 ملم لسلالة *Escherichia coli* المرجعية. كانت قيم الحد الأدنى للتركيز المثبط منخفضة، وتتراوح بين 15.7 و 125 ميكروجرام/مل. وبالمثل، أظهر مستخلص *Lavandula stoechas* مناطق تثبيط كبيرة ضد سلالات مختلفة سلبية الجرام، مع مناطق تثبيط تتراوح بين 6 و 19 ملم وقيم الحد الأدنى للتركيز المثبط تتراوح بين 15.7 و 64 ميكروجرام/مل.

أبرزت هذه الدراسة الإمكانيات المضادة للبكتيريا لمستخلصات *Prunus cerasus* و *Lavandula stoechas* ضد البكتيريا المقاومة المتورطة في التهابات المسالك البولية، مما يشير إلى أهميتها للبحث العلاجي المستقبلي.

الكلمات المفتاحية :

النشاط المضاد للبكتيريا، *Lavandula stoechas*، MIC، مقاومة الأدوية المتعددة، *Prunus*

cerasus، مناطق التثبيط

Introduction Générale

Depuis la découverte des antibiotiques au début du XXe siècle, ils révolutionnent la thérapie médicale et favorisent le développement de la médecine moderne. Leur efficacité dans le contrôle et la limitation de la propagation des agents pathogènes a suscité l'espoir de pouvoir éradiquer toutes les maladies infectieuses. Cependant, l'émergence de bactéries résistantes aux antibiotiques a rapidement dissipé cet optimisme. **(Guinoiseau , 2010)**

La résistance aux antimicrobiens chez les bactéries pathogènes constitue un enjeu mondial majeur, associé à une morbidité et une mortalité importantes. La multirésistance observée chez les bactéries à Gram positif et à Gram négatif complique considérablement la prise en charge des infections, les rendant parfois impossibles à traiter avec les antibiotiques classiques. En l'absence d'un diagnostic rapide permettant d'identifier les agents pathogènes en cause et leur profil de sensibilité chez les patients atteints de bactériémie ou d'autres infections graves, les professionnels de santé recourent fréquemment et souvent de manière injustifiée à des antibiotiques à large spectre. **(Akova , 2016)**

Cette menace a stimulé la recherche de nouvelles sources d'agents antimicrobiens, notamment d'origine naturelle. Dans ce contexte, les huiles essentielles pourraient constituer une alternative pertinente en raison de leur composition complexe, qui leur confère la capacité d'agir à la fois sur une ou plusieurs cibles cellulaires bactériennes. **(Ribeiro et Simões, 2019).**

Les plantes médicinales ont longtemps été reconnues pour leurs propriétés biologiques. Parmi elles, le cerisier (*Prunus cerasus*) et la lavande papillon (*Lavandula stoechas*) se distinguent par leurs usages traditionnels et leurs potentiels effets bénéfiques sur la santé. Ces deux plantes, grâce à leurs composés bioactifs, pourraient offrir une alternative naturelle dans la lutte contre les infections urinaires.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'activité antibactérienne de deux extraits de plantes (*Lavandula stoechas*) et (*Prunus cerasus*) sur des souches cliniques résistantes isolées à partir de prélèvements urinaires.

CHAPITRE 1 :
LES INFECTIONS URINAIRES

1. L'appareil urinaire :

1.1. Définition :

L'appareil urinaire dispose d'une anatomie simple, il se présente sous forme d'assemblage des organes qui épurent le sang et produisent l'urine d'une part, et éliminent et évacuent les déchets hors du corps d'autre part (**Vorkauffer, 2011**).

1.2. Composition et fonction :

1.2.1. Composants principaux de l'appareil urinaire :

Le système urinaire se compose de deux parties : constitué par un appareil urinaire haut (reins, uretères) et un appareil urinaire bas (vessie, urètre) (**Brizon, 2009 ; Nevers, 2017**) (**Figure 1**).

Haut De l'appareil urinaire :

- ❖ **Reins** : Deux organes en forme de haricot situés de chaque côté de la colonne vertébrale. Ils filtrent le sang pour éliminer les déchets et produisent l'urine. (**Escudier, Mejean, 2009**).
- ❖ **Uretères** : Deux tubes qui transportent l'urine des reins à la vessie. Chaque urètre est connecté à une rein et se termine dans la vessie (**Rouvière et al., 2002**).

Bas d'appareils urinaires :

- ❖ **Vessie** : Un sac musculo-membraneux qui sert de réservoir pour l'urine, qui stocke l'urine venant des uretères puis lorsqu'il est plein, l'évacue vers l'urètre en contractant la paroi musculaire (**PAN et al, 2012**).
- ❖ **Urètre** : Un canal étroits et excréteur terminal qui transporte l'urine de la vessie à l'extérieur pendant l'urine (**Laurent, 2010**).

Il est à noté que la prostate est une petite glande, qui n'existe que chez l'homme. Elle est située sous la vessie, en avant du rectum. Elle entoure le canal de l'urètre. Chez les hommes, l'urètre est plus long et traverse également le pénis, tandis que chez les femmes, il est plus court (**Pfeifer, 2006**).

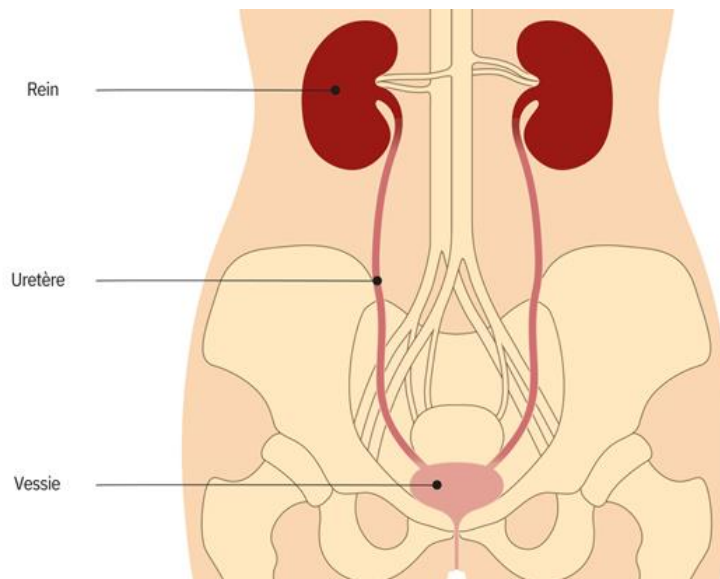


Figure 1 : L'appareil urinaire (web 1)

1.2.2. Fonctions de l'appareil urinaire :

La fonction du système urinaire est d'assurer l'épuration du sang résultant du métabolisme et l'élimination des résidus de filtration et l'excès d'eau qui forment l'urine à l'aide des deux organes glandulaires (les reins), deux conduites excréteurs (les uretères), un réservoir (la vessie) et à la fin une conduite reliant la vessie à l'extérieure (l'urètre) (Marieb et Hoehn 2019).

Les principales fonctions de l'appareil urinaire incluent : (Guyton et Hall, 2016 ; Johnson, et Freehally, 2011) :

- ❖ **Filtration du sang :** Les reins filtrent les déchets, les toxines et les excès de substances (comme le sodium et l'eau) du sang pour former l'urine.
- ❖ **Régulation de l'équilibre hydrique :** Les reins ajustent la quantité d'eau excrétée dans l'urine en fonction des besoins de l'organisme.
- ❖ **Régulation des électrolytes :** Ils maintiennent des niveaux appropriés d'électrolytes comme le sodium, le potassium et le calcium.
- ❖ **Production d'Hormones :** Les reins produisent des hormones telle que l'érythropoïétine (qui stimule la production de globules rouges) et la rénine (qui régule la pression artérielle).
- ❖ **Élimination des déchets :** L'urine contient des déchets métaboliques tels que l'urée, la créatinine et les acides uriques, qui sont éliminés par le biais du système urinaire.

2. L'urine :

L'urine est un liquide formé dans les reins, par les néphrons, qui assurent une filtration du plasma au niveau des glomérules (HARLAY, 1997). C'est un liquide jaune et clair, transparent, sécrété par les reins et éliminé par les voies urinaires, qui constitue le principal véhicule d'élimination des déchets de l'organisme (Tortora et Derrickson 2018).

2.1. Caractères physicochimiques de l'urine (Lavigne, 2007) :

L'urine d'un individu en bonne santé présente plusieurs caractéristiques :

- ❖ **Volume** : Entre 1000 et 1600 ml sur 24 heures. Ce volume peut diminuer d'environ 50 % en cas de fortes chaleurs ou d'activités physiques intenses.
- ❖ **Couleur** : Jaune ambré, en raison des pigments comme l'urochrome et l'uroérythrine qu'elle contient.
- ❖ **Limpidité** : L'urine fraîchement émise est généralement claire, mais elle peut contenir des cellules épithéliales, du mucus et des sédiments, ce qui peut créer un dépôt floconneux. La présence de leucocytes peut également légèrement altérer sa transparence.
- ❖ **Odeur** : Légère, mais certaines bactéries peuvent convertir l'urée en carbonate d'ammonium (comme dans le cas d'une cystite), provoquant une odeur ammoniacale.
- ❖ **Poids** : Mesuré à l'aide d'un pycnomètre, l'urine collectée sur 24 heures pèse environ 1,020 kg.

2.2. Constitution physiologique de l'urine :

Une personne saine excrète une urine composée à 95% d'eau, dans laquelle sont dilués les déchets issus du métabolisme. Les principaux constituants de l'urine sont mentionnés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1: Principaux constituants de l'urine saine (Chouba et al., 2006).

Principaux constituants d'urine	Volume habituelles
Eau	950 g/l
Urée	20 à 30 g/l
Chlorure	6 à 10 g/l
Sodium	5 à 6,5 g/l
Phosphatases	1,5 à 3 g/l
Sulfate	2g/l
Créatine	1 à 1,5 g/l
Ammoniaque	0,5 à 1 g/l
Acide urique	0,4 à 0,8 g/l
Calcium	0,008 à 0,3 g/l

3. Epidémiologie des infections urinaires :

3.1. Les infections urinaires (IU)

Une infection urinaire est une infection qui peut toucher une ou plusieurs parties du système urinaire : les reins, les uretères, la vessie et l'urètre. Elle se manifeste le plus souvent par des douleurs ou une sensation de brûlure lors de la miction, parfois par des douleurs abdominales et de la fièvre. L'infection urinaire se caractérise par une multiplication de microorganismes au sein de l'arbre urinaire (bactériurie) s'accompagnant d'une réaction inflammatoire avec afflux de leucocytes (leucocyturie) (Banacorsi, 2007).

Les IU surviennent le plus souvent chez les Femmes, tandis que le risque est moindre chez le sexe masculin (Web2).

4. Les différents types d'infections urinaires :

Les infections urinaires se subdivisent en quatre principales catégories selon leur localisation et leur sévérité (Anglaret et Mortier, 2003).

4.1. La cystite :

La cystite est une infection de la vessie qui ne provoque pas de fièvre. Sa symptomatologie peut inclure : une pollakiurie (mictions fréquentes et de faible volume, parfois accompagnées d'un besoin impérieux d'uriner), des brûlures mictionnelles, urines troubles et, dans certains cas, présence

de sang dans les urines (hématurie macroscopique) et une forme asymptomatique, fréquemment observée durant la grossesse, détectable uniquement par un examen cyto bactériologique des urines (**Anglaret et Mortier, 2003**).

4.2. L'urétrite infectieuse :

L'urétrite correspond à une infection localisée à l'urètre, généralement d'origine sexuellement transmissible. Elle est fréquente chez les hommes et les femmes et est principalement causée par *Chlamydia trachomatis* et *Neisseria gonorrhoeae* (**Anglaret et Mortier, 2003**).

4.3. La pyélonéphrite :

La pyélonéphrite est une infection affectant les voies urinaires supérieures et le tissu rénal. Elle se manifeste par : la possible présence de signes de cystite, bien que ceux-ci puissent être absents dans environ 40 % des cas ; une fièvre élevée, accompagnée de frissons et pouvant évoluer vers un état septique sévère, voire un choc septique. Chez les personnes âgées et les nourrissons, la fièvre peut être le seul signe clinique. Elle peut être accompagnée également par des douleurs lombaires et des douleurs abdominales (**Anglaret et Mortier, 2003**).

4.4. La prostatite aiguë :

La prostatite aiguë est une infection bactérienne de la prostate (**Anglaret et Mortier, 2003**), caractérisée par :

- ❖ La présence de symptômes de cystite.
- ❖ Une fièvre élevée, souvent accompagnée de frissons et d'un syndrome septique de sévérité variable.
- ❖ Des douleurs pelviennes antérieures (hypogastriques) ou postérieures, se manifestant par un ténesme anal et des épreintes.
- ❖ Une possible rétention aiguë d'urine.
- ❖ Un toucher rectal douloureux, révélant une prostate œdématisée et extrêmement sensible. Cet examen est essentiel devant toute fièvre inexplicée chez l'homme.

5. Les modes des transmissions des infections urinaires :

5.1. Transmission directe :

La transmission directe se produit lorsque des agents pathogènes passent directement d'une personne infectée à une autre. Cela peut se produire de plusieurs manières :

5.1.1. Opportunisme de la flore normale :

Chez les personnes immunodéprimées, les micro-organismes naturellement présents dans le corps (flore normale) peuvent devenir pathogènes et provoquer des infections. Ces infections peuvent également perturber l'équilibre de la coagulation sanguine (hémostase) (**Rahmani et Youbi, 2018**).

5.1.2. Contact interhumain :

La transmission peut se faire par contact physique direct, notamment lors de rapports sexuels, où les agents pathogènes présents dans les fluides corporels d'une personne infectée sont transmis à une autre. Certaines procédures médicales, telles que l'insertion de sondes urinaires, les lésions cutanées ou les lavages vésicaux, peuvent également faciliter la transmission directe d'agents pathogènes. (**Rahmani et Youbi, 2018**).

5.2. Transmission indirecte :

La transmission indirecte se produit lorsque des agents pathogènes sont transmis par l'intermédiaire d'objets ou de substances contaminées (**Lacheheb et Bendagha, 2016**).

. Les sources de contamination peuvent inclure :

5.2.1. Objets inanimés:

Des objets contaminés, tels que du matériel médical, des surfaces ou des objets personnels, peuvent servir de vecteurs pour la transmission d'agents pathogènes.

5.2.2. Liquides de perfusion:

Les liquides utilisés pour les perfusions intraveineuses peuvent être contaminés et transmettre des infections.

5.2.3. Aliments:

La consommation d'aliments contaminés peut entraîner des infections d'origine alimentaire. (**Lacheheb et Bendagha, 2016**).

6. Physiopathologie :**6.1. Mécanisme de l'infection urinaire :**

Le système urinaire est normalement stérile et doté de mécanismes de défense efficaces contre les agents pathogènes. Toutefois, des germes peuvent y pénétrer, principalement par voie canalaire, bien que des contaminations par voie hématogène ou lymphatique soient également possibles (**Lobel et Claud ,2007**)

6.1.1. Voie ascendante :

Il s'agit du principal mode de contamination. Les bactéries d'origine périnéale peuvent coloniser l'urètre, tandis que l'urine contenue dans la vessie et les voies urinaires supérieures reste normalement stérile. En progressant dans l'urètre, ces bactéries peuvent atteindre la vessie et s'y multiplier, provoquant une cystite. Dans certains cas, elles remontent encore plus haut, atteignant les uretères et les reins, entraînant une pyélonéphrite. Chez l'homme, elles peuvent également coloniser la prostate et provoquer une prostatite (**Anglaret et Mortier, 2003**).

6.1.2. Voie hématogène descendante mécanisme de l'infection urinaire :

Le système urinaire est normalement stérile et doté de mécanismes de défense efficaces contre les agents pathogènes. Toutefois, des germes peuvent y pénétrer, principalement par voie canalaire, bien que des contaminations par voie hématogène ou lymphatique soient également possibles (**Lobel et Claud, 2007**).

6.2. Les moyens de défense de l'hôte :

a) Évacuation continue de l'urine

- Les reins produisent l'urine, qui s'écoule à travers des conduits de plus en plus gros (calices, bassinet) avant de descendre dans les uretères. Les contractions musculaires des uretères (péristaltisme) poussent l'urine vers la vessie (**Hickling et al., 2015**).

b) Protection contre les remontées d'urine :

Les uretères se connectent à la vessie de manière oblique. Quand la vessie se remplit, cette connexion se resserre, empêchant l'urine de remonter vers les reins et d'y apporter des bactéries (**Hickling et al, 2015**).

c) Défense chimique de l'urine :

L'acidité, la concentration et la composition de l'urine créent un environnement hostile pour les microbes, les empêchant de proliférer dans les voies urinaires (**Caron, 2003**).

d) Nettoyage par la miction :

- Si des bactéries parviennent à entrer dans la vessie, la miction (le fait d'uriner) les élimine en grande partie (**Caron, 2003**).

e) Différences anatomiques entre hommes et femmes :

- Chez l'homme, l'urètre (le conduit qui évacue l'urine) est long, ce qui rend difficile la remontée des

bactéries. Chez la femme, l'urètre est plus court, offrant moins de protection (**Hickling et al., 2015**).

f) Protection par la flore vaginale :

Chez les femmes, les bactéries bénéfiques présentes dans le vagin produisent de l'acide lactique, qui empêche les bactéries nuisibles de se développer et de remonter vers les voies urinaires (**Hickling et al., 2015**).

g) Effet antibactérien de la prostate : Les moyen de défense de hôte

Chez l'homme, les sécrétions de la prostate ont des propriétés qui tuent les bactéries (**Caron, 2003**).

h) Barrières supplémentaires contre l'infection :

- Plusieurs mécanismes protègent la paroi des voies urinaires : (**Caron, 2003**) .

Des substances qui empêchent les bactéries de coller à la paroi.

Une action antibactérienne locale, indépendante de l'immunité.

L'élimination des cellules infectées

7. Les bactéries responsables des infections urinaires :

Les bactéries principalement impliquées dans les infections urinaires sont *Escherichia coli* (75-85%), suivies d'autres entérobactéries telles que *Klebsiella spp.* et *Proteus spp.*, qui représentent environ 4% chacune et le staphylocoque à coagulase négative (*S. epidermidis* et *S. saprophyticus*) est retrouvé dans moins de 4% des infections urinaires simples (**François et al., 2013**) (**Tableau 2**)

Tableau 2 : Principales espèces bactériennes responsables de l'infection urinaire (Ronald. 2003)

Espèces bactériennes	Origine	Rôle infectieux	Type d'IU
Entérobactéries	- <i>E. coli</i> - <i>Proteus mirabilis</i> - <i>Providencia</i> - <i>Klebsiella</i> - <i>Entérobacter</i> - <i>Serratia</i>	- Iléon terminal, colon - Voies génitales basses, urètre antérieur - Environnement hospitalier	C, BA, PN, P. C, BA, PN. BA, PN, P.
	Cocci Gram positif	<i>Entérocoques</i> - <i>Streptocoque</i> du groupe D.	- Iléon terminal, colon - Voies génitales basses - L'urètre antérieur et postérieur
	- <i>Staphylocoques</i> - <i>S. aureus</i> - <i>S. épidermidis</i> - <i>S. saprophytica</i>	- Voies génitales basses - Urètre antérieur - Peau (commensaux) - Environnement hospitalier	C, BA, PN.
		- Peau	
Bacilles Gram négatif aérobie	- <i>Pseudomonas</i>	- Environnement hospitalier	C, BA, PN, P.

C : cystite - BA : bactériurie asymptomatique - PN : pyélonéphrite - P : prostate

8. Traitement des infections urinaires :

Les infections urinaires sont principalement prises en charge par l'administration d'antibiotiques adaptés. Dès l'apparition des premiers symptômes, il est conseillé de s'hydrater abondamment afin de faciliter l'élimination des bactéries et d'éviter leur propagation vers les reins. Toutefois, lorsque des antibiotiques sont prescrits, une réduction temporaire de la consommation de liquides peut être recommandée pour limiter les douleurs lors de la miction, le temps que le traitement fasse effet (web).

9. Prévention :

Des mesures préventives simples peuvent être adoptées quotidiennement pour diminuer le risque d'infections urinaires (IU).

Certaines **mesures non médicamenteuses sont reconnues comme efficaces**, tandis que d'autres, bien que **largement acceptées**, n'ont pas été formellement prouvées scientifiquement (**Barrier, 2014**).

Mesures générales:

- ❖ Boire suffisamment de l'eau.

- ❖ Hygiène intime quotidienne avec un savon doux, incluant la mobilisation du résident, la lutte contre la perte d'autonomie fonctionnelle, et la prévention de la constipation.
- ❖ Changer régulièrement le matériel d'incontinence pour éviter l'humidité et la macération ; une hydratation adéquate est aussi nécessaire.
- ❖ Corriger les problèmes anatomiques tels que les prolapsus utérins ou vésicaux, traiter les candidoses vulvo-vaginales, et désinfecter les mains du personnel lors des soins.

Mesures inefficaces :

- ❖ Utiliser des lubrifiants contenant des antiseptiques.
- ❖ Faire des lavages de vessie de routine avec un antiseptique ou un antibiotique.
- ❖ Prendre un traitement antibiotique préventif pendant ou après l'application.
- ❖ Appliquer des produits antibactériens ou antiseptiques dans le sac collecteur.
- ❖ Utiliser des produits antibactériens pour la toilette intime.

Chapitre 2 :
Les Bactéries Etudiées

1. Généralités sur les entérobactéries

Les entérobactéries forment une vaste famille de bactéries Gram-négatif, qui sont à l'origine de maladies de gravité très variable, en raison de mécanismes pathogéniques distincts.

Cette famille est hétérogène car elle se compose d'environ 30 genres de bactéries et de plus de 100 espèces. Cependant, tous ces germes ont en commun leur localisation préférentielle au niveau du système digestif - certains faisant d'ailleurs partie de la flore normale - bien qu'ils soient également présents dans l'environnement.

Plusieurs processus métaboliques caractérisent cette famille bactérienne. Il s'agit notamment de la capacité de réduire les nitrates en nitrites (en vue de générer de l'énergie), de fermenter le glucose, de ne pas avoir de cytochrome-oxydase, d'être aérobies ou anaérobies, mobiles ou immobiles,...

Les entérobactéries constituent plus de 80% des germes isolés en laboratoire : *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus*, *Morganella* et *Yersinia* sont les bâtonnets les plus souvent retrouvés (Madeleine, 2003).

1.1. *Escherichia coli* :

1.1.1. Définition :

Escherichia coli (également connu sous le nom d'*E. coli*) est un anaérobie facultatif à Gram négatif, bactérie en forme de bâtonnet du genre *Escherichia*, les cellules sont généralement en forme de bâtonnet et mesurent environ 2,0 micromètres (μm) de long et 0,25 à 1,0 μm de diamètre, avec un volume cellulaire de 0,6 à 0,7 μm^3 . *E. coli* est souvent considéré comme l'organisme libre le meilleur ou le plus étudié. (Srichandana, 2015)

1.1.2. Habitat :

- **Habitat primaire:**

E. coli appartient à la macroflore commensale de l'intestin des animaux à sang chaud (mammifères, oiseaux).

Dans cet habitat, elle bénéficie de conditions environnementales relativement stables (température, humidité, disponibilité en nutriments).

La flore bactérienne intestinale est dense, avec une concentration d'*E. coli* qui peut atteindre 10^7 à 10^9 UFC/g de contenu intestinal chez l'homme, et des concentrations variables chez d'autres animaux (Baliere, 2017)

- **Habitat secondaire:**

E. coli est rejetée dans l'environnement via les matières fécales avec une concentration d'environ 10^4 à 10^7 UFC/g de fèces.

Dans cet environnement secondaire (eaux usées, lisiers, fumiers, sols), elle est soumise à des conditions très variables et à la compétition avec d'autres microorganismes.

L'environnement secondaire est considéré comme un habitat non favorable à *E. coli*, où elle ne peut pas se multiplier aussi rapidement qu'en milieu de culture et où elle décline plus ou moins rapidement. Cependant, *E. coli* peut conserver une certaine activité métabolique et survivre plus longtemps dans des conditions favorables, lui permettant de retrouver sa capacité à se multiplier (Baliero, 2017).

1.1.3. Pouvoir pathogène :

Escherichia coli (*E. coli*) est une bactérie connue pour faire partie de la flore intestinale normale, mais peut aussi être la cause de maladies intestinales et extraintestinales chez l'être humain. Il existe des centaines de souches d'*E. coli* identifiées, ce qui entraîne un spectre de maladies allant de la gastro-entérite légère et autolimitée à l'insuffisance rénale et au choc septique. Sa virulence permet à *E. coli* d'échapper aux défenses de l'hôte et de développer une résistance aux antibiotiques courants. Cette revue divisera les *E. coli* infections en celles qui causent des maladies intestinales et celles qui provoquent des maladies extra-intestinales

Les maladies intestinales seront décrites par les sous-types d'*E. coli* causatifs, y compris l'*Escherichia coli* entérotoxigène (ETEC), l'*Escherichia coli* entérohémorragique (EHEC), qui est également connu sous le nom de l'*Escherichia coli* produisant des toxines shiga (STEC) et sera désigné comme EHEC/STEC, *Escherichia coli* entéroinvasive (EIEC), *Escherichia coli* entéro-pathogène (EPEC) et *Escherichia coli* entéroagrégée (EAEC) (Matthew et Christopher, 2013).

1.2. *Klebsiella pneumoniae*:

1.2.1. Définition :

Les espèces du genre *Klebsiella* sont des bactéries en forme de bâtonnet et font partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Elles se distinguent par leur immobilité constante, et leur groupement en diplobacilles. Elles sont souvent encapsulées et forment des colonies mucoïdes (Janda, 2006).

1.2.2. Habitat:

Klebsella pneumoniae (*K. pneumoniae*) est une bactérie commensale présente chez de nombreux individus (jusqu'à 30%) au niveau des muqueuses digestives et nasopharyngées sans causer de maladie. On la retrouve également dans l'environnement (eau, sols, végétaux, poussière). Cependant, elle peut devenir pathogène et provoquer diverses infections dans certaines conditions (Lafaurie, 2024).

1.2.3. Pouvoir pathogène :

Pouvoir pathogène de *Klebsiella pneumoniae* repose sur plusieurs mécanismes qui lui permettent de provoquer des infections graves.

Parmi les Infections causées par cette bactérie

- Pneumonie : souvent nosocomiale, mais aussi communautaire, parfois avec expectoration “gelée de groseille” due à la capsule.
- Infections urinaires.
- Septicémie.
- Infections des plaies ou post-opératoires.
- Méningite (plus rare, surtout chez les immunodéprimés ou les nouveau-nés). (Adriano et al, 2024)

2. *Staphylococcus aureus*

2.1. Définition :

Staphylococcus aureus (*S. aureus*) est le plus dangereux de tous les nombreux staphylocoques fréquemment rencontrés. Ces bactéries de forme sphérique provoquent souvent des infections cutanées, mais elles peuvent entraîner une pneumonie, des infections des valves cardiaques et des infections osseuses et elles peuvent être résistantes au traitement par certains antibiotiques (Larry .2023)

2.2. Habitat :

S. aureus est un commensal humain, se trouvant couramment sur la peau et les muqueuses, en particulier dans les narines. Environ 30% de la population générale est porteuse de cette bactérie sans présenter de symptômes d'infection. Elle peut également être isolée dans des environnements hospitaliers, où elle est responsable d'infections nosocomiales, notamment chez les patients immunodéprimés ou ceux ayant subi des interventions chirurgicales (Lowy,1998).

2.3. Pouvoir pathogène :

Les infections causées par *S. aureus* varient en fonction de la localisation, de l'état du patient et de la virulence de la souche. Parmi les principales infections, on retrouve :

- Infections cutanées et des tissus mous : Les furoncles, abcès, cellulites et impétigo sont courants.
- Infections invasives : La bactériémie, les endocardites, les ostéomyélites, et les infections pulmonaires (notamment la pneumonie) peuvent survenir, en particulier chez les patients immunodéprimés.
- Syndrome de choc toxique : Une maladie grave causée par la production de toxines spécifiques, notamment la toxine du syndrome de choc toxique (TSST-1).
- Intoxications alimentaires : *S. aureus* peut produire des entérotoxines responsables d'intoxications alimentaires.
- Résistance aux antibiotiques
- La résistance de *S. aureus* à différents antibiotiques représente un défi majeur dans la prise en charge des infections. Parmi les plus préoccupantes, la résistance à la méthicilline a donné naissance à *S. aureus* résistant à la méthicilline (SARM), qui est résistante à de nombreux antibiotiques β -lactames, ce qui limite les options thérapeutiques. D'autres résistances incluent des antibiotiques comme la clindamycine, la vancomycine et les macrolides.

3. *Pseudomonas aeruginosa* :

3.1. Définition :

Ces bacilles à Gram négatif sont typiquement mobiles grâce à une ciliature polaire, bien que des formes immobiles existent. Non sporulées, ces bactéries chimio-organotrophes présentent un métabolisme strictement respiratoire. Elles se caractérisent par leur morphologie en bâtonnets droits et fins (0,5 à 1,3 μm) et leur large distribution dans la nature, ainsi que par leur résistance notable aux antibiotiques et aux antiseptiques. (Avril et al., 2000)

3.2. Habitat :

Omniprésente dans l'environnement, cette bactérie se développe typiquement de manière saprophyte dans l'eau, les sols humides et sur les végétaux. Sa faible tolérance à la dessiccation contraste avec sa capacité à coloniser le tube digestif humain et animal en tant que commensale. De plus, le bacille pyocyanique peut survivre et se multiplier dans de nombreux liquides, milieux, supports et matériaux, en particulier dans les environnements humides. (Nauciel et Vildé., 2005)

3.3. Pouvoir pathogène :

Le bacille pyocyanique n'est habituellement pas dangereux pour les personnes ayant un système immunitaire normal. Cependant, il devient un agent infectieux redoutable lorsque les défenses de l'organisme sont affaiblies. *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) est un exemple classique de bactérie opportuniste. Les nourrissons, les personnes âgées et les patients souffrant d'infections sévères ou chroniques, de troubles métaboliques (diabète), et surtout de maladies hématologiques ou de cancer, sont les plus à risque. L'infection par le bacille pyocyanique d'origine interne est facilitée par les traitements immunosuppresseurs, les corticoïdes et les antimétabolites. Chez les patients brûlés, cette infection est une cause principale de mortalité. (Avril et al., 2000).

Chapitre 3 :

Les Plantes Testées

1. Présentation de la 1^{ère} plante « *Lavandula stoechas* » :

L'étymologie du genre *Lavandula* dérive du verbe latin "lavare", signifiant "laver". Cette désignation par les Romains est corrélée à l'usage de cette plante dans leurs pratiques d'hygiène corporelle, où elle était incorporée pour ses propriétés aromatiques dans les bains.

La *Lavandula stoechas* est connue sous de nombreux noms communs, notamment Lavande Française, Lavande Italienne, Lavande Espagnole, Lavande des Stoechas, Lavande maritime, Lavande papillon ou Lavande à toupet (Chu et Kemper, 2001).

1.1. Classification :

La classification de *Lavandula stoechas* Selon Quezel et santa (1963) est présentée dans le tableau 03 :

Tableau 3: classification scientifique de *Lavandula stoechas* (Quezel et santa., 1963)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dialypétales
Ordre	Lamiales (Labiales)
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Lavandula</i>
Espèce	<i>Lavandula stoechas</i> L.

1.2. Description botanique :

Lavandula stoechas se présente comme un arbrisseau très ramifié et fortement aromatique, pouvant atteindre jusqu'à 1 mètre de hauteur. Elle dégage une odeur intense rappelant celle du pin. Ses feuilles opposées, mesurant entre 2 et 4 cm de long, sont sessiles, couvertes de duvet (tomentueuses), étroites, linéaires à lancéolées, recourbées sur les bords et souvent de teinte grise (Figure 2).

Les inflorescences, de forme carrée, sont compactes, sessiles et surmontées d'un toupet de bractées stériles violettes, obovales ou spatulées, mesurant de 1 à 2 cm . Les bractées fertiles, quant à elles, sont plus courtes que le calice, membraneuses, veinées et largement ovales. Le calice sessile présente 13 nervures et des lobes moyens transformés en un appendice. La corolle est de couleur violet foncé ou mauve. Les fruits, bien que dépourvus d'intérêt économique, permettent néanmoins

la production de graines.

Les espèces de la section *Stoechas* s'hybrident facilement, donnant naissance à une grande diversité de formes. Contrairement à d'autres lavandes, *Lavandula stoechas* préfère les sols acides et siliceux. Elle supporte des températures allant jusqu'à $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sa floraison est précoce, survenant entre avril et mai, avec une seconde période en automne (Boukhatem et al.,2020).



Figure 2: Les feuilles de *Lavandula stoechas* (Web 3)



Figure 3: Les fleurs de *Lavandula stoechas* (Web 4)

1.3. Localisation :

Selon (Lis-Balchin, 2002 ; Lim, 2014), historiquement, *Lavandula stoechas* a été la première à recevoir une définition formelle et a le plus grand territoire géographique. Elle est présente dans tout le bassin méditerranéen (Europe méridionale, Afrique du Nord et Moyen-Orient), avec une petite exception à la frontière Lybie-Egypte. Elle est actuellement cultivée et introduite en Bretagne, en Nouvelle Zélande et en Australie.

1.4. Composition chimique :

Lavandula stoechas contient plus de 100 constituants, dont le linalol, l'alcool périllylique, l'acétate de linalyle, le camphre, le limonène, les tanins, les triterpènes, les coumarines, lecinéole et les flavonoïdes (Basch et al., 2004).

La composition chimique de l'huile de lavande diffère d'une espèce à l'autre et influence les effets thérapeutiques. La dernière édition de la Pharmacopée européenne et la Xème édition de la Pharmacopée roumaine prévoient pour l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* une teneur de : 20 à 45% de linalol, 25 à 47% d'acétate de linalyle, 2% d'alpha-terpinéol, 0,2% d'acétate de lavandulique, 0,1% de lavandulol, 1,8 de cinéol (eugénol) et 2,5% de camphre.

1.5. Usage traditionnel :

La lavande est utilisée depuis l'Antiquité (Romains, Grecs, Arabes) pour ses propriétés médicinales. Les médecins musulmans la considéraient comme tonique, carminative et efficace contre les infections pulmonaires. Elle est utilisée pour traiter divers maux : douleurs menstruelles, coliques, diabète, hypertension, épilepsie, migraines, otites, maladies du cœur, eczéma, etc. Elle est aussi connue pour ses effets sédatifs, antiseptiques, cicatrisants, analgésiques et antiviraux (Boukhatem et al., 2020).

❖ En aromathérapie :

L'huile essentielle (HE) de lavande est très prisée. Obtenue par distillation, elle est utilisée pour désinfecter, apaiser les brûlures, soulager les piqûres d'insectes et les migraines. Elle est réputée pour ses vertus relaxantes, bien que les preuves scientifiques manquent (Boukhatem et al., 2020)

❖ En parfumerie :

La lavande est très utilisée dans la fabrication de parfums, particulièrement masculins. Toutefois, *Lavandula stoechas* est peu utilisée à cause de son odeur camphrée (Boukhatem et al., 2020).

❖ Utilisation culinaire :

Elle est utilisée dans des recettes comme des crèmes ou du couscous, notamment au Maghreb. (Boukhatem et al., 2020)

❖ **En Algérie :**

Connue sous le nom halhal, elle est utilisée dans la médecine populaire pour ses effets antiseptiques, stimulants, et pour traiter l'insomnie, l'anxiété, les infections respiratoires et les rhumatismes (Boukhatem et al., 2020).

2. Présentation de la 2^{ème} plante *Prunus cerasus* :

Prunus cerasus L. est une espèce de plante ligneuse appartenant à la famille des *Rosaceae*, sous-genre *Cerasus*, qui comprend les cerisiers. Il s'agit d'un arbre ou arbuste fruitier caduc, cultivé principalement pour ses fruits acidulés appelés griottes. Ce cerisier est autogame (auto-fertile) et se distingue du *Prunus avium* (cerisier doux) par ses fruits plus petits, plus acides, et par son port plus buissonnant. (Web 5)



Figure 4 : Le cerisier *Prunus cerasus* L. (Web 6)

2.1. Classification :

Selon **Blamey et Grey-wilson (2003)** et **Potter et al. (2007)**, le Griottier (*Prunus cerasus*) est classé de la manière suivante :

Tableau 4: classification scientifique de *Prunus cerasus*

Règne	Végétale
Embranchement	Spermatophytes (plantes à graine)
Sous embranchement	angiospermes (plantes à fleurs)
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Rosidae
Ordre	Rosales
Famille	Rosacées
Genre	Prunus
Espèce	<i>Prunus cerasus</i>

2.2. Description botanique :

Le cerisier aigre (*Prunus cerasus*) est un arbre fruitier apprécié pour ses fruits acidulés. Les sections suivantes offrent un aperçu plus détaillé de sa morphologie, de ses fleurs et de ses fruits, basées sur les observations de **Tarhan et al., (2006)**. Le cerisier aigre est un arbre de taille moyenne à la forme plutôt arrondie. Ses feuilles sont petites et de forme elliptique, caractérisées par des extrémités pointues et des bords longs et légèrement dentelés. Les inflorescences du cerisier aigre se caractérisent par la présence de deux à quatre fleurs, chacune portée par un long pédicelle. Après une période de croissance de deux à trois mois, la cerise aigre se forme, caractérisée par sa chair et la présence d'un seul noyau (**Figure ..**) (**Tarhan et al., 2006**).



Figure 5: Les cerises (Web 7)

2.3. Localisation :

Le cerisier acide (*Prunus cerasus*) serait originaire d'**Asie Mineure** et de la région du **Caucase**. (Evreinoff, 1944).

En Algérie, la culture du cerisier acide est principalement établie à **Médéa** (notamment à Ben Chicao et El-Omaria), **Tizi Ouzou** (autour de Larbaa) et **Tlemcen**. Cependant, il existe un fort potentiel d'expansion à court terme de cette culture vers d'autres **zones froides et humides**, particulièrement en **montagne**. Des opportunités significatives se présentent notamment dans les régions du **Centre** (Médéa, Aïn Defla), de l'**Ouest** (Tiaret, Tissemsilt) et de l'**Est** (Khenchela, Batna, Souk Ahras) (**Web..**).

2.4. Composition chimique :

La queue de cerise (**Figure 6**) renferme une grande diversité de composés bénéfiques à l'organisme : des tanins catéchiques, notamment l'acide ellagique, reconnus pour leurs effets anti-inflammatoires. Des flavonoïdes variés : chalcones, flavanols (catéchine, épicatechine), flavonols (quercétine, rutine), flavanones (sakuranétine, naringénine, aromatendrine) (**Isabelle.2024**). Ces composés possèdent des propriétés multiples :

- Anti-inflammatoires, diurétiques, hypolipémiantes, hypoglycémiantes,
- antihypertensives, anti-obésité et antibactériennes, notamment au niveau urinaire.
- Des acides phénoliques, tels que les acides hydroxycinnamiques (p-coumarique, caféique, chlorogénique, férulique, néochlorogénique) et l'acide sinapique, aux vertus anti-infectieuses (urinaires), expectorantes et hypolipémiantes.
- Des acides-alcools comme les acides citrique, glycolique, glycérique et malique, qui favorisent le drainage rénal et hépatique.
- Des ortho-diphénols, puissants antioxydants. Des saponines, connues pour leurs effets hypocholestérolémiantes et expectorants.
- Des sels de potassium en quantité importante, aux effets diurétiques et alcalinisants, utiles pour lutter contre les infections urinaires.
- Enfin, des mucilages, qui complètent cette composition riche et bénéfique.



Figure 6: Les queues de cerise (Web 8).

2.5. Usage traditionnel :

Les queues de cerise, ou pédicelles de *Prunus avium*, sont utilisées depuis longtemps en médecine traditionnelle pour leurs propriétés diurétiques et dépuratives. En phytothérapie, les queues de cerise sont principalement utilisées pour leurs propriétés diurétiques et dépuratives. Elles sont traditionnellement employées pour traiter les inflammations des voies urinaires, telles que la cystite, et pour favoriser l'élimination des toxines par les reins. Leur action diurétique est attribuée à leur richesse en sels de potassium, tandis que les tanins et les flavonoïdes présents dans leur composition leur confèrent des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes. Elles sont également utilisées dans le traitement des calculs rénaux et l'hypertension (Hooman et al., 2009).

2.6. L'intérêt thérapeutique :

Le pédoncule de cerise (ou queue de cerise) est reconnu pour ses propriétés détoxifiantes, diurétiques, drainantes et antioxydantes. Il favorise la perte de poids, soutient les fonctions rénales et contribue à la détoxification de l'organisme (Szekeres et al.,2023)

Ses principales vertus :

- Diurétique et dépuratif : il aide à éliminer les toxines et à lutter contre la rétention d'eau grâce à sa richesse en polyphénols et sels de potassium.
- Soutien du système urinaire : il est utilisé en cas d'infections urinaires (cystite, urétrite, prostatite, néphrite, pyélonéphrite), en facilitant l'évacuation des déchets et en réduisant l'inflammation.
- Prévention des calculs rénaux et amélioration du drainage des liquides dans le corps.

- Utile contre les œdèmes et douleurs articulaires liées à la rétention d'eau (arthrite, arthrose), même si d'autres plantes peuvent être plus adaptées dans ce cas.

En somme, le pédoncule de cerise est un remède naturel efficace pour nettoyer l'organisme, soutenir les reins et améliorer le confort urinaire(**Szekeres et al ,2023**)

Partie Pratique :
Matériel et Méthodes

Ce présent travail a été réalisé au niveau du laboratoire de microbiologie du Hall Technologique de l'université de SKIKDA, dont le but est l'évaluation de l'activité antibactérienne de deux extraits de plantes « *Lavandula stoechas* » et « *Prunus cerasus* » vis-à-vis de souches cliniques isolées à partir d'infections urinaires.

1. Matériel :

1.1. Souches bactériennes :

12 souches bactériennes (**figure**) ont été testées dans ce travail. 1à souches isolées à partir des prélèvements d'urines pris au niveau des laboratoires bactériologique médicales :

- Le laboratoire médicale « El-Amel » Dr BENJAMA.
- Le laboratoire médicale « El-Faycel » Dr OUDINA.

Deux souches de référence ont été testées : *E. coli* ATCC 25922 et *S. aureus* ATCC 25923.



Figure 7 : Souches bactériennes testées (prise personnelle)

1.2. Les plantes testées :

Deux plantes aux **vertus médicinales** ont été utilisées dans ce travail, il s'agit la lavande papillon « *Lavandula stoechas* » et des queues de la cerise « *Prunus cerasus* ».

a. Critères de choix des plantes testées :

La sélection de ces deux plantes a été basée sur leur **efficacité attestée** en médecine traditionnelle et leurs **valeurs thérapeutiques dues à la présence de** composés bioactifs. Elles sont fréquemment utilisées par nos grands-mères pour traiter diverses maladies et infections, afin d'éviter les produits pharmaceutiques comme par exemple les antibiotiques classiques.

b. Origine et date de la cueillette des plantes de *Lavandula stoechas* et *Prunus cerasus* :

- *Lavandula stoechas* étudiée provient de la région de BEKKOUCHE-LAKHDAR SKIKDA (Mars 2025).

- *Prunus cerasus* étudiée provient de la cerise achetée du commerce (Mai 2024).

2. Méthodes :**2.1. Préparation des extraits huileux (macérât huileux) :**

Les extraits utilisés dans cette étude sont préparés selon un seul mode d'extraction : macération dans l'huile de tournesol. Nous avons utilisé les feuilles fraîches afin de préparer l'extrait de *Lavandula stoechas* et les queues de cerise afin de préparer le deuxième extrait.

▪ Principe de la macération huileuse :

Cette méthode, appelée **macération huileuse**, consiste à laisser infuser une plante ou une partie de celle-ci dans une huile végétale. Ce processus, qui peut durer de plusieurs heures à plusieurs jours, permet aux composés actifs de la plante de se diffuser, et ainsi d'extraire les **principes actifs liposolubles**. (Kraft et Hobbs, 2004 ; Baba-Aïssa, 2000).

▪ Technique :

La préparation de l'extrait huileux par macération se fait comme suit :

- 5 g de feuilles fraîches et de queues de cerises sont mis en macération dans 50 ml d'huile végétale séparément.
- Le flacon en verre sombre hermétique est enveloppé avec du papier aluminium, et conservé à température ambiante pendant 20 jours.
- Après 20 jours, (**figure 8 et 9**) l'extrait est récupéré par filtration dans un flacon sombre et conservé à 4°C.



Figure 8 : L'extrait huileux de « *Lavandula stoechas* » après 20 jours (avant filtration)
(Prise personnelle)



Figure 9 : L'extrait huileux de queues de « *Prunus cerasus* » (Prise personnelle)

A partir des extraits obtenus plusieurs concentrations ont été préparés (utilisant le DMSO comme solvant) et testés : 1000 $\mu\text{g/ml}$, 500 $\mu\text{g/ml}$, 250 $\mu\text{g/ml}$, 125 $\mu\text{g/ml}$, 62.5 $\mu\text{g/ml}$, 31,25 $\mu\text{g/ml}$ et 15.625 $\mu\text{g/ml}$.

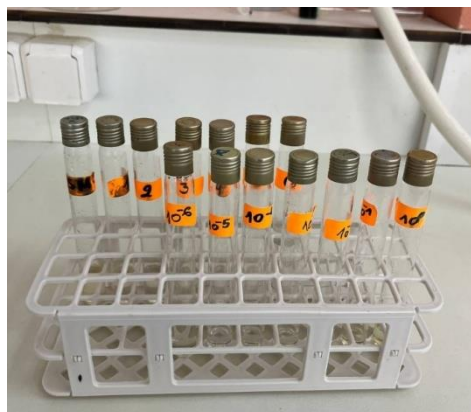


Figure 10 : La série de dilutions des deux extraits (Prise personnelle)

2.2. Evaluation de l'activité antibactérienne des deux extraits préparés :

2.2.1. Détermination des diamètres des zones d'inhibition :

Protocole expérimental :

- **Préparation de l'inoculum :**

-Préparer un inoculum à partir d'une culture pure de 24 h sur milieu d'isolement, bien homogénéiser la suspension bactérienne (son opacité doit être équivalente à une DO de 0,08 lue à 625 nm). L'ensemencement doit se faire dans les 15 mn qui suivent la préparation de l'inoculum.

- **L'ensemencement :**

-L'inoculum a été ensemencé sur des boites de Petri contenant le milieu Mueller Hinton (MH) par écouvillonnage.

- **Application des disques :**

-Une fois les géloses MH sont ensemencées, déposer quatre disques de papier buvard stérile dans chaque boite.

- **Application des différentes dilutions des extraits :**

- 30 μ l de l'extrait sont déposés sur chaque disque en utilisant la micropipette munie d'embout stérile, ensuite, laisser les boites à température ambiante pendant 2 heures.

- **Incubation :**

-Se fait à 37 °C pendant 24 h.

- **Lecture :**

-Se fait en mesurant avec précision les diamètres, en mm, des zones d'inhibition (**Rahal, 2005**)

(figure)

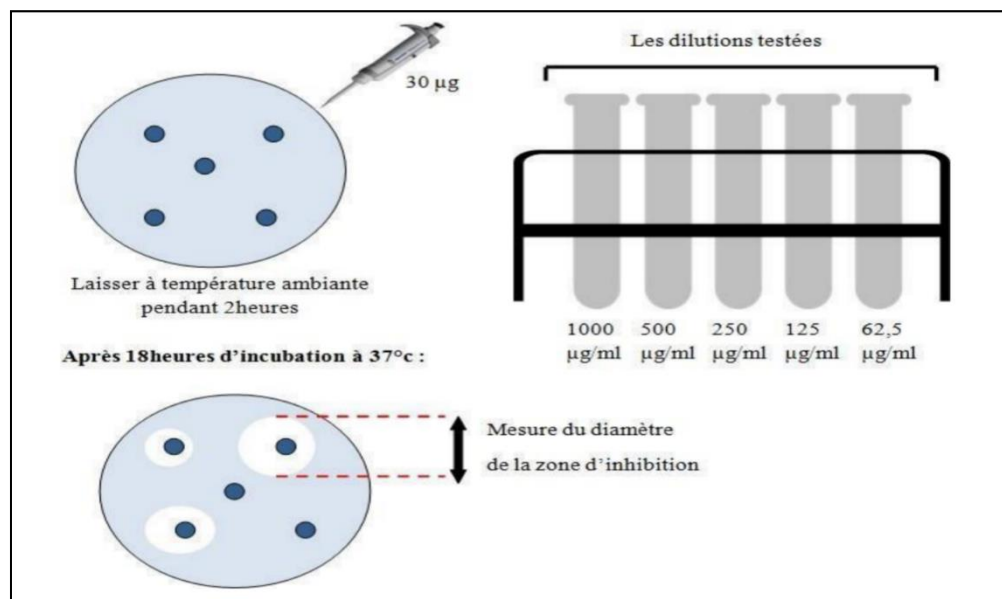


Figure 11 : Détermination des diamètres des zones d'inhibition (Web 9)

2.2.2. Détermination des Concentrations Minimales Inhibitrice CMI :

Protocole expérimental :

- **Ensemencement :**

- Chaque tube contenant 4,5 ml de bouillon MH est inoculé par la suspension bactérienne, puis un volume de 500 μ l de chaque concentration de l'extrait a été ajouté.
- Un tube contenant l'inoculum et non traité par l'extrait, a été préparé et considéré comme témoin.

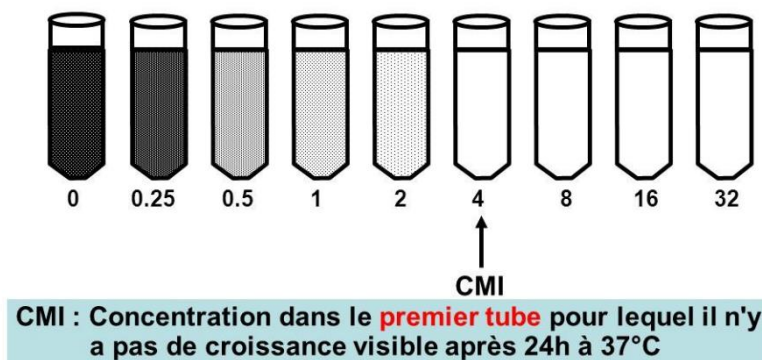
- **Incubation :**

- Se fait à 37°C pendant 18 h. (**La CMI a été faite le 29/05/2024**)

- **Lecture :**

- Se fait par comparaison avec le tube témoin ; la dilution qui donne le premier tube clair c'est à-dire l'absence de croissance bactérienne, détermine la CMI. (**Rahal, 2005**) (**Figure 1**) (**La lecture a été faite le 30/05/2024**)

Détermination de la CMI



11

Figure 12: Détermination de la CMI (Web10)

Résultats

1. Les souches bactériennes étudiées :

Le tableau 5. Montre l'ensemble des souches cliniques et de référence testées dans notre travail (Tableau 05), (Figure 12).

Tableau 5: Les souches bactériennes testées.

Souches testés	Prélèvement
<i>E. coli</i> référence	ATCC 25922
<i>E. coli</i> 1	Urines
<i>E. coli</i> 2	urines
<i>K. pneumoniae</i> 1	urines
<i>K. pneumoniae</i> 2	urines
<i>K. pneumoniae</i> 3	urines
<i>K. pneumoniae</i> 4	urines
<i>P. aeruginosa</i> 1	urines
<i>P. aeruginosa</i> 2	urines
<i>S. aureus</i> Référence	ATCC 25923
<i>S. aureus</i> 1	urines
<i>S. aureus</i> 2	urines

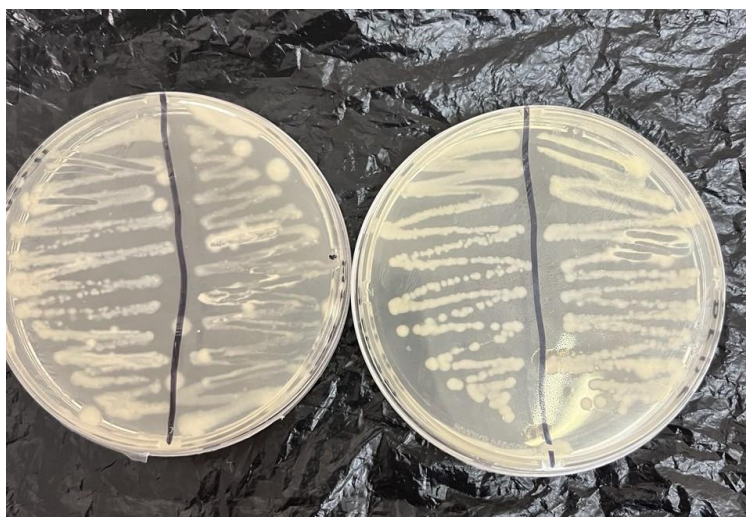


Figure 13: Les souches bactériennes testées (repiquage) (Prise personnelle).

2. Les caractéristiques organoleptiques des deux extraits des deux plantes testées « *Lavandula stoechas* » et « *Prunus cerasus* » :

2.1. Les caractéristiques organoleptiques du macérât huileux des feuilles de *Lavandula stoechas* :

Le macérât huileux obtenue par macération dans de l'huile de tournesol à partir des feuilles fraîches de *Lavandula stoechas* . Les caractéristiques organoleptiques sont mentionnées dans le tableau 6

Tableau 6: Caractéristiques organoleptiques de l'extrait huileux de *Lavandula stoechas*.

Extrait huileux	Caractéristiques
Aspect	Liquide
Couleur	Verdâtre
Odeur	Caractéristique de la plante

2.2. Les caractéristiques organoleptiques du macérât huileux des feuilles de *Prunus cerasus* :

Le macérât huileux obtenue par macération dans de l'huile de tournesol à partir des feuilles fraîches de *Prunus cerasus*. Les caractéristiques organoleptiques sont mentionnées dans le **tableau 07**

Tableau 7: Caractéristiques organoleptiques de l'extrait huileux de *Prunus cerasus*

Extrait huileux	Caractéristiques
Aspect	Liquide
Couleur	Jaunâtre
Odeur	Caractéristique de la plante

3. Evaluation de l'activité antibactérienne d'extrait des feuilles d'*Inula viscosa* :

3.1. Détermination des zones d'inhibition et de la CMI de l'extrait huileux des feuilles de *Lavandula stoechas* vis-à-vis des souches cliniques :

- **Les souches cliniques à Gram négatif :**

L'ensemble des résultats concernant l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait huileux (ou macération huileuse) des feuilles de *Lavandula stoechas* sur des souches cliniques à Gram négatif (entérobactéries et *Pseudomonas aeruginosa*) est visualisé dans le **Tableau 8**

Les diamètres des zones d'inhibition de *Escherichia coli* varient entre 8 et 19 mm

En ce qui concerne les souches de *Klebsiella pneumoniae* les diamètres des zones d'inhibition varient entre 7 et 15 mm (**figure 14**)

Par rapport à *Pseudomonas aeruginosa* les diamètres des Z.I varient entre 6 et 12 mm

Tableau 8: Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram négatif vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles de *Lavandula stoechas*.

Les souches testées	Macération huileuse des feuilles de <i>Lavandula stoechas</i>	
	Z.I. (mm)	CMI ($\mu\text{g/ml}$)
<i>E.coli</i> ATCC 25922	12	15,7
<i>E. coli</i> 1	19	15,7
<i>E. coli</i> 2	13	15,7
<i>K. pneumoniae</i> 1	14	64
<i>K. pneumoniae</i> 2	12	15,7
<i>K. pneumoniae</i> 3	13	32
<i>K. pneumoniae</i> 4	15	32
<i>P. aeruginosa</i> 1	13	15,7
<i>P. aeruginosa</i> 2	14	64

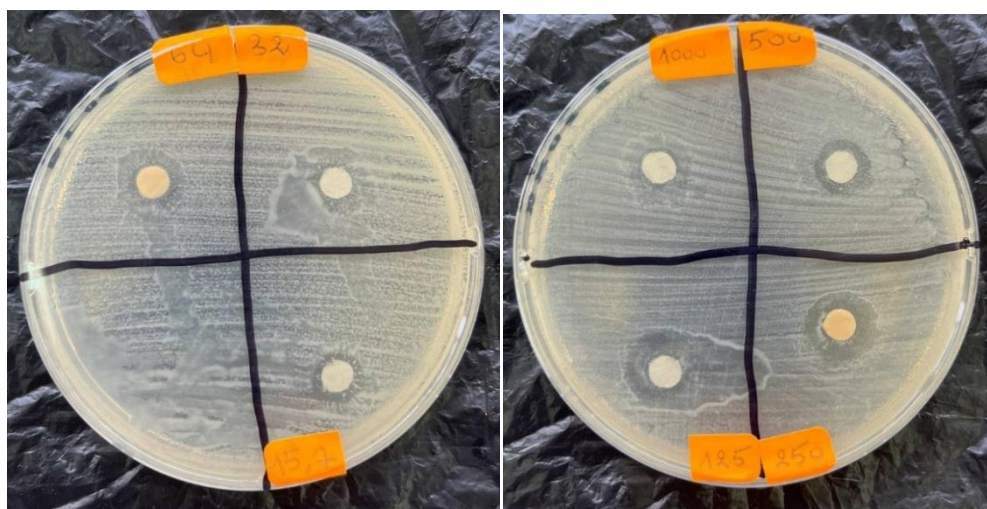


Figure 14: Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Klebsiella pneumoniae* 4 vis-à-vis de l'extrait huileux de *Lavandula stoechas* (Prise personnelle).

▪ **Les souches cliniques à Gram positif :**

Les résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait huileux de *Lavandula stoechas* vis-à-vis des isolats cliniques à Gram positif sont présentés dans le **tableau 09**.

Les valeurs des zones d'inhibition varient entre 9 et 18 mm (**Figures 15**)

Tableau 9: Les diamètres des zones d'inhibition des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait huileux des feuilles de *Lavandula stoechas*

Les souches testées	Macération huileuse des feuilles de <i>Lavandula stoechas</i>	
	Z.I. (mm)	CMI ($\mu\text{g/ml}$)
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	19	15,7
<i>S. aureus</i> 1	18	15,7
<i>S. aureus</i> 2	18	15,7

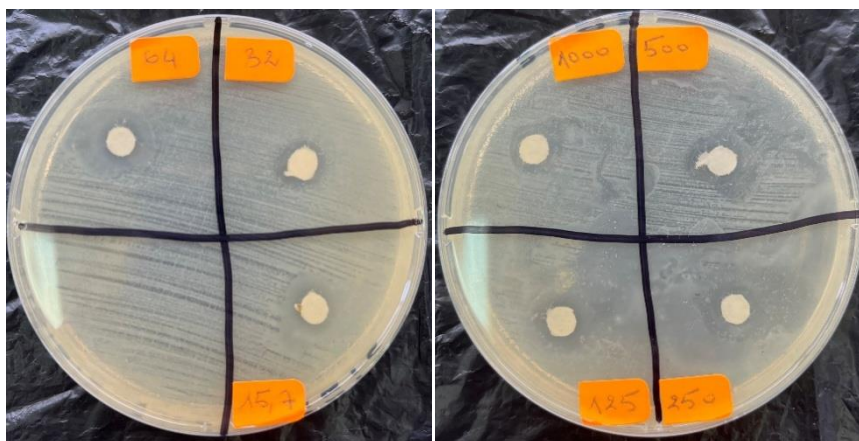


Figure 15 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Staphylococcus aureus* 2 vis-à-vis de l'extrait huileux de *Lavandula stoechas* (Prise personnelle).

4. Evaluation de l'activité antibactérienne d'extrait de *Prunus cerasus* :

4.1. Détermination des zones d'inhibition de *Prunus cerasus* vis-à-vis des souches cliniques :

- **Les souches cliniques à Gram négatif :**

Les résultats de l'évaluation de l'effet antibactérien de l'extrait huileux ou la macération huileuse de *Prunus cerasus* vis-à-vis des isolats cliniques à Gram négatif (les entérobactéries et *Pseudomonas aeruginosa*) sont présentés dans le **tableau 10**.

Les diamètres des zones d'inhibition de *Escherichia coli* varient entre 6 et 19 mm

En ce qui concerne les souches de *Klebsiella pneumoniae* les diamètres des zones d'inhibition varient entre 6 et 19 mm

Par rapport à *Pseudomonas aeruginosa* les diamètres des Z.I varient entre 11 et 17 mm (**Figure 16**)

Tableau 10: Les diamètres des zones d'inhibition et les valeurs des CMI des souches cliniques à Gram négatif vis-à-vis de l'extrait huileux de *Prunus cerasus*

Les souches testées	Macération huileuse des feuilles de <i>Prunus cerasus</i>	
	Z.I(mm)	CMI ($\mu\text{g/ml}$)
<i>Escherichia coli</i> référence	20	32
<i>E.coli</i> 1	14	125
<i>E.coli</i> 2	19	15,7
<i>Klebsiella pneumoniae</i> 1	10	125
<i>Klebsiella pneumoniae</i> 2	12	25,7
<i>Klebsiella pneumoniae</i> 3	12	32
<i>Klebsiella pneumoniae</i> 4	19	15,7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 1	17	15,7
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 2	19	15,7

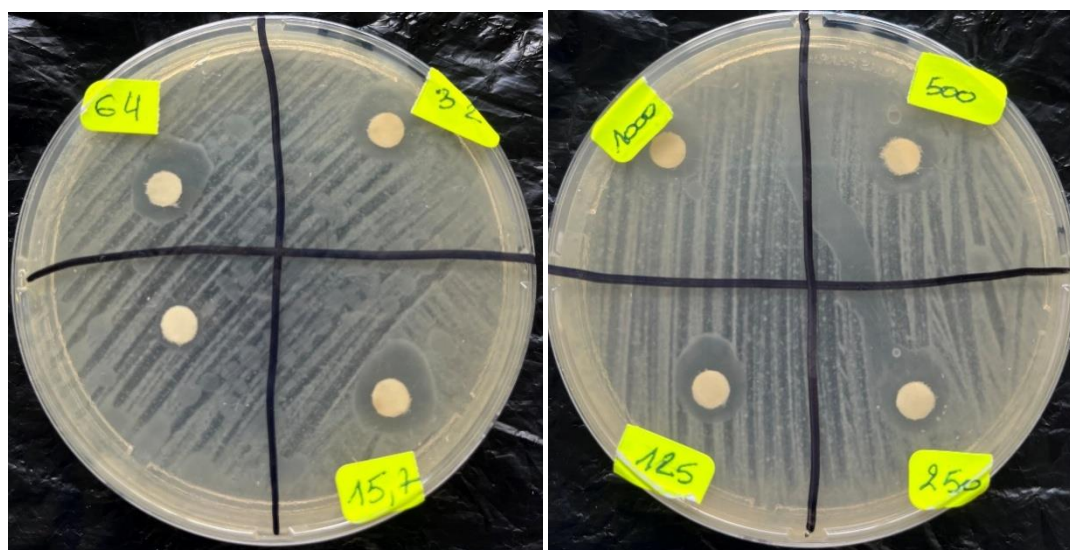


Figure 16 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Pseudomonas aeruginosa* 1 vis-à-vis de l'extrait huileux de *Prunus cerasus* (prise personnelle)

▪ **Les souches cliniques à Gram positif :**

Les résultats de l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'extrait huileux de *Prunus cerasus* vis-à-vis des isolats cliniques à Gram positif sont présentés dans le (tableau 11).

Les valeurs des zones d'inhibition varient entre 11 et 17 mm (Figure 17)

Tableau 11 : Les diamètres des zones d'inhibition et les valeurs des CMI des souches cliniques à Gram positif vis-à-vis de l'extrait huileux de *Prunus cerasus*

Les souches testés	Macération huileuse des feuilles de <i>Prunus cerasus</i>	
	Z.I. (mm)	CMI ($\mu\text{g/ml}$)
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	16	15,7
<i>Staphylococcus aureus</i> 1	11	32
<i>Staphylococcus aureus</i> 2	17	15,7

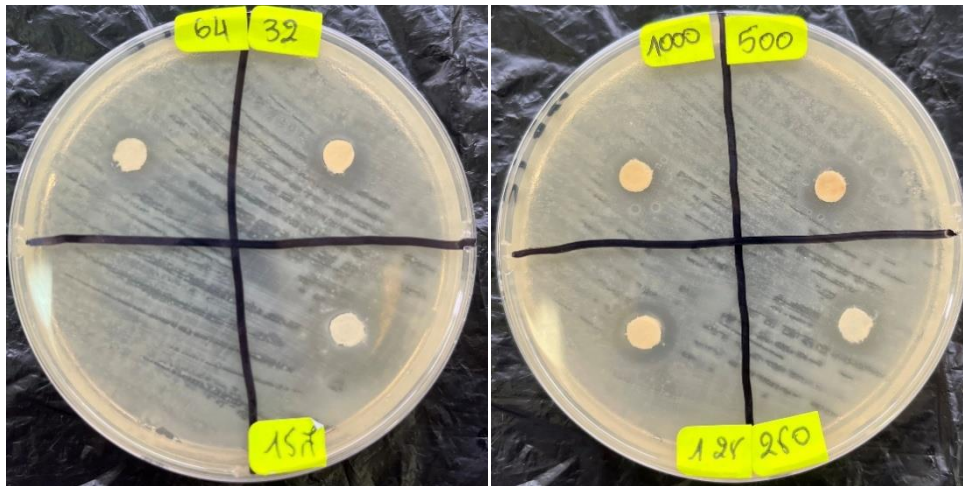


Figure 17 : Les diamètres des zones d'inhibition de la souche *Staphylococcus aureus* 2 vis-à-vis de l'extrait huileux de *Prunus cerasus* (Prise personnelle).

Discussion

Les antibiotiques ont joué un rôle déterminant dans la lutte contre de nombreuses maladies infectieuses au cours des cinquante dernières années, transformant profondément la médecine moderne. Cependant, leur utilisation excessive, et souvent inappropriée, a favorisé l'émergence de bactéries capables de développer des mécanismes de résistance. Ce phénomène constitue aujourd'hui une menace majeure en santé publique, notamment dans les milieux hospitaliers où les cas d'infections causées par des souches multirésistantes sont en constante augmentation (**Boukhatem, 2013**).

Face à cette crise, l'intérêt pour les plantes médicinales ne cesse de croître. Leur potentiel thérapeutique naturel, associé à une disponibilité abondante, en fait une piste prometteuse dans la recherche de nouvelles solutions antimicrobiennes. De plus en plus d'études scientifiques valident les propriétés médicinales traditionnellement attribuées à certaines plantes. Par exemple, la camomille est reconnue pour ses effets anti-inflammatoires et apaisants, tandis que le curcuma montre des résultats encourageants dans la gestion de l'inflammation chronique (**Al- Bayati, 2007**).

En effet, depuis l'Antiquité, les plantes constituent la base du développement de nombreux produits thérapeutiques utilisés en médecine traditionnelle, reconnus pour leurs importantes propriétés pharmacologiques. Les produits naturels sont composés de divers composés bioactifs qui ont démontré des effets bénéfiques pour la santé, contribuant au maintien d'un bon état de santé et à la protection contre de nombreuses maladies, dont beaucoup sont liées au stress oxydatif (**Ahnen et al., 2019**).

Cette convergence entre médecine traditionnelle et preuves scientifiques modernes ouvre la voie à l'intégration des plantes médicinales dans les soins de santé contemporains. Elle offre une alternative potentielle aux antibiotiques devenus inefficaces, tout en soulignant l'urgence de préserver les ressources naturelles et de réglementer leur utilisation pour en garantir la sécurité et la durabilité.

Dans ce contexte, nous avons sélectionné deux plantes à propriétés médicinales : la lavande papillon (*Lavandula stoechas*) et les queues de la cerise (*Prunus cerasus*) en préparant deux extraits huileux de et testés vis-à-vis des souches cliniques responsables d'infections urinaires.

Les zones d'inhibition obtenues avec la *Lavandula stoechas* varient entre 12 et 15mm par contre les CMI sont très faibles, donc très intéressantes et varient entre 15,7 et 32 µg/ml.

Pour les queues de cerise *Prunus cerasus*, les diamètres des zones d'inhibition varient entre 10 et 20mm et les CMI entre 15, 7µg/ml pour la majorité des souches, à 125µg/ml.

Plusieurs études ont démontré l'efficacité des ces deux plantes vis-à-vis de plusieurs souches bactériennes.

Plusieurs études menées sur l'évaluation de l'activité antibactérienne de différents extraits des deux plantes confirment leurs activités. (**Ez Zoubi et al., 2020**), ont évalué l'activité de l'extrait méthanolique de la lavande papillon, et ont trouvé que les CMI varient entre 10 et 40 mg/ml vis-à-vis de souches cliniques telles que *E. coli*. Ces valeurs de CMI restent élevées par rapport à celle qu'on a pu déterminer dans notre étude. Ce qui prouve que malgré la simplicité de sa préparation, l'extrait huileux donne de très bons résultats. Une autre étude menée en Algérie par (**Lamoudi et al., 2023**), visant à évaluer l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de cette plante à montré que les zones d'inhibition varient entre 12 et 14mm. Ce ci prouve également l'efficacité de notre extrait.

Concernant l'activité antibactérienne des queues de cerise (*Prunus cerasus*), on cite le travail fait par (**Alfonso et al., 2020**) qui ont étali le profil phytochimique ainsi que les activité biologiques de ces queues de cerise et ont pu démontrer que l'extrait de ces derniers étaient plus actifs sur les bactéries à Gram positif. Notre extrait a montré une très bonne activité avec les bactéries à Gram positif et à Gram négatif.

Ces deux plantes présentent une source non négligeable de molécules bioactives qui peuvent être exploité pour la fabrication d'agents antibactériens. Et donc présentent un espoir thérapeutique réel.

Conclusion

Les plantes sont utilisées à des fins thérapeutiques, cosmétiques, nutritionnelles et d'embellissement depuis l'antiquité, et l'humanité de toutes les civilisations et cultures connaît leur utilisation. Les herbes ont été utilisées principalement comme remèdes maison pour traiter les maladies saisonnières comme la toux, le rhume, les maux d'estomac, etc. dans plusieurs pays d'Asie, d'Afrique et d'Europe.

Dans ce contexte nous avons évalué l'activité antibactérienne de l'extrait huileux de deux plantes médicinales *Lavandula stoechas* et *Prunus cerasus* vis-à-vis des souches bactériennes à Gram positif (*Staphylococcus aureus*) et à Gram négatif (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*), responsables d'infections urinaires. Les diamètres des zones d'inhibition ont été déterminés par la méthode de diffusion sur milieu gélosé et les CMI par la méthode de dilution en milieu liquide.

Les zones d'inhibition varient entre 12 et 19 mm et les CMI varient entre 15,7 et 64 µg/ml pour la *Lavandula stoechas*. En ce qui concerne l'extrait huileux des queues de cerises, les diamètres d'inhibition varient entre 12 et 20 mm et les CMI varient entre 15,7 et 125 µg/ml. Ce qui prouve que malgré la simplicité de sa préparation, l'extrait huileux donne de très bons résultats.

Les résultats confirment que ces plantes, utilisées traditionnellement, possèdent des propriétés inhibitrices significatives, avec des diamètres de zones d'inhibition notables pour les deux extraits contre les bactéries testées. Cela suggère un potentiel prometteur pour le développement de traitements naturels alternatifs aux antibiotiques conventionnels, face à l'augmentation des résistances microbiennes.

Perspectives :

Suite à ces résultats obtenus, et en tenant compte de la problématique du sujet il nous semble judicieux d'approfondir le présent travail par :

- Caractériser et comparer entre les différents composants des extraits des deux plantes testées.
- Tester l'activité antibactérienne d'autres extraits de ces plantes.
- Tester les différents extraits sur un large éventail de souches cliniques.
- Tester d'autres activités biologiques, à savoir : l'activité antifongique, antiparasitaire, anticancéreuse et antivirale.

Références bibliographiques

1. Afonso S., Oliveira I.V., Meyer A.S., Aires A., Saavedra M.J., Gonçalves B., (2020). Phenolic profile and bioactive potential of stems and seed kernels of sweet cherry fruit. *Antioxidants*, 9(12), 1295.
2. Adriano de Souza Santos Monteiro , Soraia Machado Cordeiro, Joice Neves Reis.(2024, 27 mars). Virulence Factors in *Klebsiella pneumoniae*. *Indian Journal of Microbiology*. Volume:64. Pages 389-401
3. Ahnen R.T., Jonnalagadda S.S., Slavin J.L., (2019). Role of plant protein in nutrition, wellness, and health. *Nutr. Rev.* 77:735-747.
4. Ahnen R.T., Jonnalagadda S.S., Slavin J.L., (2019). Role of plant protein in nutrition, wellness, and health. *Nutr. Rev.* 77:735-747.
5. Akova, M. (2016). Epidemiology of antimicrobial resistance in bloodstream infections. *Virulence*, 7(3), 252-266.
6. Anglaret, X., et Mortier, E. (2003). *Maladies infectieuses* 3ème édition. P109-110.
7. ARLY, A. « Dictionnaire de sciences médicales ». Editeur Ellipses : 1997, p291.
8. Avril JL., Dabernat H., Denis F. et MONTEIL H., (2000). *Bactériologie clinique*. 2ème ed. Ellipses-Paris, PP 149-153-265.
9. Banacorsi S. *Bactériologie médicale*. Paris : Éditions Ellipses ; 2007. p. 135.
10. Barrier, I. (2014). *Infections urinaires chez la personne âgée : difficultés diagnostic*
11. Barrier, I. (2014). *Infections urinaires chez la personne âgée : difficultés diagnostic microbiologique et impact de la prescription des ECBU pour la prise en charge des personnes âgées au CHU d'Angers. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. UFR Sciences pharmaceutiques et ingénierie la santé. Université d'Angers. P : 98.107*
12. Basch E., Foppa L., Liebowitz R., Nelson J., Smith M., Sallars D., Ulbricht C., (2004). Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller). *Journal of herbalPharmacotherapy* 4(2) : 63
13. Blamey, M., et Grey-Wilson, C. (2003). *La flore d'Europe occidentale*. Flammarion, Paris, 544.
14. Boukhatem M.N., Ferhat M.A., Benassel N., Kameli A., (2020). Lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) : une plante à parfum aux multiples vertus. *Revue de phytothérapie*. Page : 32-33, 38-39
15. Boukhatem M.N., Ferhat M.A., Benassel N., Kameli A., (2020). Lavande papillon (*Lavandula stoechas* L.) : une plante à parfum aux multiples vertus. *Revue de phytothérapie*. Page : 32-33, 38-39.
16. Brizon, A., (2009). L'acceptabilité des signaux faibles détectés par le récepteur humain. *Revue internationale de psychosociologie*, 15(36), 111-130.
17. Caron F., (2003). Prise en charge des infections urinaires bactériennes communautaires de

- l'adulte dans la région dieppoise. Thèse pour le doctorat en médecine. Faculté mixte de médecine et de pharmacie de Rouen. Page: 34,35.
18. Charlotte Balière. (2017). Les *Escherichia coli* potentiellement pathogènes dans l'environnement littoral : cas des STEC et des EPEC. Page: 24.
19. Chouba M., Djaballah C., Louadfel A., (2006). Rapport de stage, Les infections urinaires. Université Constantine1, Constantine.
20. Chu C J et Kemper K J. 2001. Lavender (*Lavandula* spp.). Longwood Herbai Task Force, p.32.
21. Cunha J.P. (2017). Urinary Tract Infection (UTI) Symptoms, Treatment & Causes [en ligne]. Emedicine Health. Disponible sur «https://www.emedicinehealth.com/urinary_tract_infection_uti/article_em.htm#urinary_tract_infection_uti_facts »
22. DOMART, A et BOURNEF, J. « Nouveau Larousse médicale ». Canada : 1989, p1064-1066.
23. Escudier B, Mejean A. Mieux comprendre le cancer du rein. Editions John Libbey Eurotext, collection "Dialogue Médecin-Malade" (2009)
24. Evreinoff, V-A., 1944. Notes sur l'origine botanique et génétique de nos arbres fruitiers: cerisiers. Revue horticole, n° 2110: 69-71.
25. Ez Zoubi Y., Farah A., Zaroual H., El Ouali Lalami A., (2020). Antimicrobial activity of *Lavandula stoechas* phenolic extracts against pathogenic bacteria isolated from a hospital. *Vegetos*, 33, 703-711.
26. François, H., Brandstatter, A-C., Bréchet, A., Hutteer (2013) . Infections urinaires . Revue de Hôpitaux Universitaires de Genève. Page : 04
27. Goldfine, H. (ed.). Health Consequences of Microbial Interactions with Hydrocarbons, Oils, and Lipids. Edition Springer Nature, Switzerland. P: 1-22.
28. Guinoiseau E.(2010). Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action. Thèse de doctorat. Corte. Disponible sur: <https://theses.fr/2010cort0021>
29. Guyton, A. C., Hall, J. E. (2016). "Textbook of Medical Physiology." 13 th Edition. Elsevier.
30. HARLY, A. « Dictionnaire de sciences médicales ». Editeur Ellipses : 1997, p291.
31. Hickling DR, Sun T-T, Wu X-R. (2015) .Prise en charge des infections urinaires bactériennes communautaires de l'adulte dans la région dieppoise. Thèse pour le doctorat en médecine .Faculté mixte de médecine et de pharmacie de Rouen. P : 33, 34.
32. Hooman N., Mojab F., NICKAVAR B., Pouryousefi-Kermani P., (2009). Diuretic effect of powdered *Cerasus avium* (cherry) tails on healthy volunteers. *Pak J Pharm Sci.* 22(4):381-3.

33. Isabelle B. (2024). Les bienfaits de la Queue de cerise. Plantes et phytothérapie.
34. Janda J M., Abbott S L., (2006). The Genera Klebsiella and Raoultella. The Enterobacteria 2nd ed., pp. 115-129. Washington, USA : ASM Press.
35. Johnson, R. J., Feehally, J. (2014). "Comprehensive Clinical Nephrology." 5 th Edition. Elsevier.
36. Khebbeb, R ; Belloum, S (2018). Les infections urinaires chez le sexe féminin. Spécialité : Ecologie microbienne. Université des FrèresMentouri, Constantine.p23
37. Label, B., et Caud J-S.(2007). Les infections urinaires, 2ème édition - France. 75p.
38. Lacheheb, S., & Bendagha, N. (2016). Les infections urinaires : physiopathologie, facteurs de risque et prévention. Journal Algérien de Médecine, 22(4), 78-85.
39. Lamoudi L., Akretche-Khelfat S., Daoud K., (2023). *Lavandula stoechas* essential oil from Algeria: aromatic profile determined by gas chromatography-mass spectrometry and biological activities. *Agrobiologia*, 13(1), 3417-3421
40. Larry M. Bush, MD, FACP, Charles E. Schmidt College of Medicine, Florida Atlantic University Vérifié/Révisé mars 2023 | Modifié sept. 2023
41. Laurent, J P. (2010). Microbiologie Des Eaux D'alimentaire : Technique De Labo. Edition Tec Et Doc. P : 294-718
42. Lavigne.J.P. (2007). Thèse de doctorat, Effet des antibiotiques, mécanismes de résistance. Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes, France.
43. Lim T.K., (2014). Edible medicinal and non-medicinal plants (Vol. 1, pp. 656-687). Springer.
44. Lis-Balchin M., (2002). Lavender : the genus Lavandula. CRC press.
45. Lise Lafaurie .(2024). Klebsiella pneumoniae : symptômes, transmission, traitements.
46. Lowy, F. D. (1998). "Staphylococcus aureus infections." *New England Journal of Medicine*, 339(8), 520-532
47. Madeleine Irène . (2003) . Entérobactéries à Béta-lactamases à spectre élargi en pédiatrie en 1996. Thèse pour obtenir le grade de Docteur en médecine. Université de Genève
48. Marieb, E. N., & Hoehn, K. (2019). Anatomie et physiologie humaines (5e éd., pp. 998–1005). Paris : Pearson Éducation France.
49. Matthew Mueller , Christopher R .(2013). Esherichia coli Infection.-https://www.sfm-microbiologie.org/wp-content/uploads/2019/07/BACTERIE_EscherichiaColiShighella.pdf
50. Nauciel Charles., Vildé Jean-Louis., (2005). Livre de Bactériologie médicale. Paris.
51. Nevers P. (2017). Sémiologie des altérations de l'état de santé. 1e édition. De BoeckSuperieur : 137-138.
52. Pan Q., Thariat J., Bagalhas F. & Lagange J.L. (2012). Assessment of movements of the

- implication for image-guided radiation therapy for bladder cancer. *Cancer/radiotherapies*, 03(16), 167-178 .
53. Pfeifer, P. (2006) ; Docteur c'est la prostate : tout sur la prostate, ses troubles, ses traitements ; Alpen Edition ; 14-20p.
54. Quézel P., Santa S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales, CNRS, Tome 2, 218-940.
55. Rahmani, N., & Youbi, F. (2018). Les infections nosocomiales en milieu hospitalier: aspects épidémiologiques et mesures de prévention. *Revue Marocaine de Santé Publique*, 5(2), 45-53.
56. Reka Szekeres, Daniel Priksz, Rita Kiss .(2023). Therapeutic Aspects of *Prunus cerasus* Extract in a Rabbit Model of Atherosclerosis-Associated Diastolic Dysfunction. *International Journal of Molecular Sciences*. Page:3.
57. Ronald A. (2003). The etiology of urinary tract infection: traditional and emerging pathogen. *49(2):71–82*.
58. Rouvière, H., & Delmas, A. (2002). Anatomie humaine : Descriptive, topographique et fonctionnelle (15e éd., Tomes 1-5). France: Editions Masson.
59. Srichandana, D. (2015). Characterization and Identification of *Escherichia coli* from Different Sources. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(6), 840–846.
60. Tarhan, S., Ergunes, G., et Taser, OF (2006). Sélection d'une combinaison de prétraitement chimique et thermique pour réduire le temps de déshydratation de la griotte (*Prunus cerasus L.*). *Journal of Food Process Engineering*, 29 (6), 651-663.
61. Tong, S. Y. C., & Davis, J. S. (2015). *Staphylococcus aureus*: A Review of the Pathophysiology, Clinical Manifestations, and Management. *Clinical Infectious Diseases*, 60(9), 1283-1293.
62. Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). Principes d'anatomie et de physiologie (14e éd., pp. 902–905). Paris : De Boeck Supérieur.
63. Vorkauf S. 2011. Les infections urinaires communautaires bactériennes de l'adulte : Prise en charge diagnostique et thérapeutique. Université Henri Poincaré. P 24.

❖ Les références web :

1. **Web 1 : Système urinaire**

<https://www.reference-sante.fr/fr/systeme-urinaire.html>

2. **WEB 2 :** Les infections urinaires

<http:// Vidal.fr/maladies/reins-voies-urinaires/infection-urinaire-cystite.html>. Consulté le 26 février 2025 à 23:07.

<http:// Vidal.fr/malad>

3. **Web3 :** les fleurs de *Lavandula stoechas*

<https://earthone.io/ar/plant/lavandula%20stoechas>. consulté le 23/04/2025 à 18 :30

4. **Web 4:** les feuilles de *Lavandula stoechas*

<https://www.monde-de-lupa.fr/Medicinales/PagesMed/Lavandula%20pg/Lavandula2.html> consulté le 23/04/2025 à 18 :55

5. **web 5** *Prunus cerasus* L. Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens, Kew.

<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:730093-1>

6. **Web6 :**Lecersier

<https://images.ctfassets.net/b85ozb2q358o/8cb5f8d1427c9f8289ea6bb4afeed997ed4cff3d44ed180763d5426d736a3b79/d13d0a90efbc9ab2250454d64293eb9a/image.png> consulté le 1/06/2025 à 13:39

7. **Web 7** Les cerises :

<https://agrichem.dz/culture/40/le-cerisier/> consulté le 1/06/2025 à 13 :44

8. **Web 8** Les queues de cerises :

<https://www.mademoisellek.be/shop/queue-de-cerise-150g/#&gid=1&pid=1> consulté le 13 :48 à 13 :48

9. **Web 9 :** Détermination des diamètres des zones d'inhibition

<https://th.bing.com/th/id/OIP.Qu0hrbMsehULZ6uBm2lEaAHaEB?w=590&h=321&rs=1&pid=ImgDetMain>

10. **Web 10 :** détermination de la CMI <https://slideplayer.fr/slide/14819814/>