



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Ziane Achour Djelfa
Faculté des sciences agronomiques et vétérinaires
Département des sciences de la nature et de la vie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de master

Domaine : Sciences agronomiques et vétérinaires

Filière : Sciences alimentaires.

Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

Réalisé par :

Tria Ahlem Meriem et Zenati Nadia Rachida

Thème

Activité antibactérienne de l'huile essentielle
d'Origanum vulgare vis à vis de souches responsables
d'infection urinaire

Soutenu le :27 juin 2024

Devant les membres de jury composé de :

Président : Lahrech Mokhtar Boualem

Examineur : Mahi Mohamed

Promotrice : Maida Leila Sabrina

« Année universitaire : 2023/2024 »

Remerciements

*Tout d'abord On remercie **Allah**, le Miséricordieux, le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience à accomplir ce mémoire.*

*Nous exprimons notre profonde gratitude envers tous ceux qui ont apporté leur contribution, que ce soit de près ou de loin, à la réalisation de ce projet, en particulier : Madame le Docteur **Maidi**, notre promotrice, pour son engagement à nous diriger et à nous aider tout au long de la réalisation de ce projet, ainsi que pour ses conseils, ses commentaires et sa bienveillance. Nous avons été ravis de collaborer avec vous, Docteur.*

*Nos vifs remerciements s'adressent également aux : professeur «**Mr. Lahrech** » et professeur « **Mr. Mahi** », Veuillez accepter notre très sincère reconnaissance d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Un remerciement particulier s'adresse à « **Mailbi Amani** » et « **Ouanouki Naila** » des ingénieurs de laboratoire pour son aide précieuse qu'elle n'ont cessé de nous prodiguer durant toute la période de stage. Nous exprimons nos profondes reconnaissances.*

*Sans oublier « **Mr. Guassab** » responsable des laboratoires de la faculté et « **Mr. Beloul Telli** » technicien de laboratoire de notre faculté qui nous a aidés durant notre stage.*

*Mes profonds remerciements à nos parents de nous avoir soutenu
Moralement et financièrement durant ces longues années.*

"À cœur vaillant, rien d'impossible"

(Jacques Cœur)

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*À mon **père**, Ton amour a été le phare guidant mes pas à travers les tempêtes de la vie. Tes sacrifices, ton dévouement et ta foi en moi m'ont donné la force et le courage d'avancer. Avec une profonde gratitude et une immense affection, je te dédie ce travail.*

*Ma chère **maman**, Je ne peux pas trouver les mots justes pour exprimer toute ma gratitude et mon amour pour toi. Tu as été une lumière dans les moments les plus sombres de ce parcours académique. Ton soutien inconditionnel, Tu as toujours été là pour moi, pour me relever quand je trébuchais, pour me reconforter quand le doute s'installait. Ton amour m'a porté jusqu'ici, et je t'en serai éternellement reconnaissant. Tu es ce que j'ai de plus précieux dans cette vie. Tu es la mère, l'ami et le professeur. Tu es tout pour moi. Je te remercie du fond du cœur pour tout ce que tu as fait pour moi. Je t'aime maman chérie.*

. À ceux qui sont mon soutien, mon pilier et ma force

*À mes frères (**Mohamed, Brahim, Ala, Yacine**)*

Votre présence constante à mes côtés a été une source inestimable de force et de réconfort tout au long de mon parcours de vie. J'ai partagé avec vous mes joies, mes doutes et mes défis et vous m'avez soutenu avec une générosité et un soutien sans faille.

*À ma meilleure amie, (**Amira**) Pour ta présence inébranlable, ton soutien inconditionnel et ton amour sans limite. Ce mémoire est dédié à notre amitié, à nos rires partagés, à nos secrets échangés. Tu es mon roc, ma confidente, mon âme sœur. Avec toi, chaque chapitre de ma vie est plus beau. Merci d'être toi.*

*A mes copines (**Zoubida, Soulef, Ines**)*

*Et à mon binôme, (**Nadia**) ma partenaire de projet, . Je suis fier de ce que nous avons accompli et je sais que notre complicité et notre complémentarité ont été essentielles, tu es la pièce manquante qui a complété ce puzzle de réussite.*

AHLEM

Dédicace

فَرِحِينَ بِمَا آتَاهُمُ اللَّهُ مِنْ فَضْلِهِ

Tout d'abord, louange à Allah qui m'a donné la force tout au long de mes études et m'a guidé les excellents chemins de la connaissance.

Je dédie ce modeste travail :

*À mon père **Mohamed**, disparut trop tôt, que Dieu garde son âme dans son vaste paradis, bien qu'il ne soit pas avec moi aujourd'hui, mais reste toujours présent dans mon cœur.*

*À ma mère **Fatna**, la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie. je suis fière de toi, de la femme que tu es. Merci d'avoir toujours été là, dans les meilleurs comme les pires moments. Que Dieu te donne longue vie et te protège pour nous.*

*À mes très chères sœurs : **Samira, Zineb, Bouchra et Souad.***

*À **Rokaya** merci pour ta présence dans ma vie.*

*À mes chers oncles **Morad et Tayeb**, et ma tante **Arara.***

À tous les membres de ma famille paternelle et maternelle.

À tous mes amis, les compagnons de route qui m'ont aidé par leur présence et leur amitié.

*À mon binôme **Ahlem**, ce fut un plaisir de travailler avec elle. Sa constance présence a été précieuse.*

NADIA

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition de la galerie api 20 e.....	44
Tableau 2: Rendement d'extraction et caractéristiques organoleptiques de l'HE <i>d'Origanum vulgare</i>	55
Tableau 3: Résultat de l'examen macroscopique des urines	56
Tableau 4: Résultats de l'examen bactériologique des échantillons urinaires sélectionnées	60
Tableau 5: Caractéristiques macroscopiques des isolats obtenus	62
Tableau 6: Résultats de l'antibiogramme de <i>E. coli</i>	64
Tableau 7: Résultats de l'antibiogramme de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	64
Tableau 8: Résultats de l'antibiogramme de <i>Klebsiella spp</i>	65
Tableau 9: Résultats de l'antibiogramme de <i>staphylococcus aureus</i>	65
Tableau 10: Résultats d'aromatogramme de l'huile <i>d'Origanum vulgare</i>	69
Tableau 11: Concentration minimale inhibitrice CMI de l'huile essentielle <i>d'Origanum vulgare</i>	71
Tableau 12: Concentration minimale bactéricide (CMB) de l'huile <i>d'Origanum vulgare</i>	73
Tableau 13: Ratio des CMB/CMI de l'huile <i>d'Origanum vulgare</i>	75

Liste des figures

Figure 1: Classification des IU selon leur complexité	7
Figure 2: Mécanismes de résistance aux antibiotiques	16
Figure 3: Principe schématisé de l'hydrodistillation (HD).....	21
Figure 4: Principe schématisé de l'extraction par entrainement à la vapeur	23
Figure 5: Mécanisme d'action des HEs sur la membrane cellulaire	28
Figure 6: Caracteres botaniques d' <i>Origanum vulgare</i>	332
Figure 7: Montage de l'hydrodistillation.	33
Figure 8: Echantillons d'urine	37
Figure 9: Cellule Malassez	38
Figure 10: Description de la cellule Malassez	39
Figure 11: Bandelette réactive urinaire	40
Figure 12: Lecture et interprétation de la chimie des urines.....	40
Figure 13: Le milieu Gélose nutritive et le milieu Hektoen	41
Figure 14: Mise en culture et ensemencement des échantillons dans la gélose	42
Figure 15: Photo de la galerie api 20 e juste après l'ensemencement	42
Figure 16: La galerie api 20 e après l'incubation.....	43
Figure 17: Virement des couleurs des testes de la galerie	46
Figure 18: Application des disques d'ATB	48
Figure 19: Mesure des zones d'inhibition.	49
Figure 20: Repiquage sur milieu MH	50
Figure 21: Méthode de l'aromatogramme.....	51
Figure 22: Schéma représentatif la méthode de CMI des huiles essentielles..	53
Figure 23: Aspect macroscopique des urines.....	56
Figure 24: Observation microscopique des échantillons urinaires Gr ×40	58
Figure 25: Résultats des tests biochimiques galerie API 20 e (<i>klebsiella</i>).....	61

Figure 26: Résultats des tests biochimiques galerie API 20 e (<i>E.coli</i>)	61
Figure 27: Les caractéristiques macroscopiques de (<i>Staphylococcus aureus</i>) isolée.....	63
Figure 28: Résultats de l'antibiogramme	68
Figure 29: Résultats de l'aromatogramme.....	70

Liste des abréviations

AMC : Amoxicilline /Clavulante

AK :Amikacine

AMP : Ampicilline

ATB : Antibiotiques

BGN : Bacille à Gram négatif

C : Chloramphénicol

CFM : Céfépime

CIP : Ciprofloxacine

GN : Gentamicine

CTX : Cefotaxime

ERY : Erythromycine

E. coli :*Escherichia coli*

ECBU : Examen cytobatteriologique des urines

FA : Acide Fusidique

FOX : Cefoxitine

GN : Gélose nutritive

HE: Huile essentielle

HEs: Les huiles essentielles

IMP : Imipénem-Cilastatine

MH : Mueller-hinton

OFX : Ofloxacine

OX : Oxacilline

OMS :Organisation mondiale de la santé

TE : Tétracycline

UFC : Unité formant colonie

VA : Vancomycine

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Chapitre I

1.1 Définition 4

1.2 Classification des infections urinaires 4

1.2.1 Selon la localisation 4

1.2.2 Selon la complication 5

1.3 Colonisation urinaire 7

1.4 Épidémiologie 7

1.5 Les germes impliqués dans les infections urinaires 8

1.5.1 Bacilles à gram négative (BGN) 9

1.5.2 Cocci à Gram positif 10

1.5.3 Autres germes 11

1.6 Physiopathologie des infections urinaires 12

1.6.1 Mode d'infection 12

1.6.2 Mécanisme de défense de l'hôte 12

Chapitre II

2. La résistance aux antibiotiques 14

2.1 Définition 14

2.2 Types de résistance aux antibiotiques 15

2.3 Mécanismes de Résistance 16

2.3.1. Inactivation enzymatique de l'antibiotique	17
2.3.2. Modification ou remplacement de la cible de l'antibiotique	17
2.3.3. Réduction de la perméabilité cellulaire	17
2.3. Pompes à efflux	18

Chapitre III

3.1 Définition des huiles essentielles	20
3.2 Méthodes d'extraction	20
3.2.1 Méthodes conventionnelles	21
3.2.2 Méthodes innovantes	24
3.3 Activité biologique des huiles essentielles	25
3.3.1 Activité antibactériennes des huiles essentielles	25
3.3.2 Activité anti-inflammatoire	26
3.3.3 Activité Antihistaminique	26
3.6 Mécanismes d'action des huiles essentielles	26

Chapitre IV

4. Matériel et méthodes	31
4.1 L'huile essentielle	31
4.1.1 Matériel végétale	31
4.1.2 Extraction de l'huile essentielle	32
4.1.3 Calcul du rendement	33
4.2 Souches cliniques	35
4.2.1 Lieu et période de stage	35
4.2.2 L'échantillonnage	35
4.2.3 Transport et conservation	35
4.2.4 Population étudiée	36
4.2.5 Examen cyto bactériologique des urines (ECBU)	37
4.2.5.1 Examen Macroscopique des urines	37

4.2.5.2 Identification biochimique	38
4.2.5. 3 Mise en culture	41
4.2.6. Antibiogramme	46
4.2.8 Sélection des souches cliniques	49
4.3. Activités antimicrobiennes vis-à-vis des souches cliniques	50
4.3.1 Aromatogramme	50
4.3.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI de l'huile essentielle	51
4.3.3. Détermination des CMB	53
Chapitre V	
5 Résultats et discussion	55
5.1 Rendement d'extraction et caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle ..	55
5.2. Résultats de l'examen macroscopique	56
5.2.1 Résultats Examen microscopique	57
5.2.2. Résultats de l'examen microscopique des urines	59
5.2.3 Examen bactériologique	60
5.2.6 Résultats de l'antibiogramme	63
5.3 Activité antibactérienne de l'huile essentielle	69
5.3.1 Méthode par contacte directe (Aromatogramme)	69
5.3.2 Concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'huile essentielle	71
5.3.3 Détermination des CMB de l'huile d'<i>Origanum vulgare</i>	73
5.3.4 Détermination de l'activité antibactérienne de l'huile d'<i>Origanum vulgare</i>	75
Conclusion	77
Références Bibliographique	80
Annexe 01 « Les milieux de cultures utilisés »	94
Annexe 02 « Résultats des CMI et CMB »	97

Introduction générale

Introduction

L'infection urinaire est une colonisation microbienne asymptomatique de l'urine et symptomatique avec inflammation des structures des voies urinaires. Les IU sont provoquées par la prolifération anormale d'agents infectieux dans l'appareil urinaire. Elles peuvent être asymptomatiques de l'urine (correspond à la présence de germe en nombre $> 10^5$ UFC/ml dans les urines sans signe clinique d'infection) et symptomatique avec inflammation des structures des voies urinaires. Elle est favorisée par certains facteurs, parmi lesquels : la mauvaise hygiène, l'activité sexuelle, la grossesse ... [1]

L'incidence est plus élevée chez la femme que chez l'homme, il est admis que les trois quarts des infections urinaires sont vues chez la femme, 50 à 70 % des femmes auront une infection urinaire au cours de leur vie, et 20 à 30 % des femmes auront des épisodes récurrents. La brièveté de leur urètre et de leur périnée sont les principales raisons anatomiques de la prédominance féminine de ces infections.[2]

Les symptômes typiques des infections urinaires comprennent une sensation de brûlure lors de la miction, une augmentation de la fréquence urinaire, des douleurs abdominales et une urine trouble ou malodorante bien que ces infections soient généralement traitées avec des antibiotiques, l'émergence de souches bactériennes résistantes constitue un défi croissant dans leur prise en charge. Par conséquent, la recherche de nouvelles approches thérapeutiques efficaces et alternatives est devenue une priorité.[3]

Dans ce contexte, l'intérêt pour les huiles essentielles a été grand en raison de leurs potentielles propriétés antimicrobiennes. Les huiles essentielles représentent des extraits volatils provenant de plantes, qui renferment une grande quantité de composés bioactifs tels que les terpènes, les phénols et les flavonoïdes. Ces substances ont révélé des effets bactéricides, antifongiques et anti-inflammatoires, ce qui en fait des candidats prometteurs pour le traitement des infections urinaires.[4]

L'objectif principal de cette étude est d'analyser l'effet antibactérien de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* sur les souches bactériennes qui causent les infections urinaires. On a

sélectionné cette huile essentielle en raison de leur propriété antimicrobienne bien établie et de leur utilisation traditionnelle dans le traitement de différentes maladies. Cette étude vise à évaluer si cette huile essentielle peut avoir un effet thérapeutique dans le traitement des infections urinaires, en proposant une alternative ou un complément aux traitements antibiotiques classiques.

Ce mémoire est divisé en trois parties :

- La première partie : est une compilation de sources qui traite des infections urinaires, des agents responsables de la résistance aux antibiotiques, et des huiles essentielles en tant qu'alternative possible.
- La deuxième partie : dans la deuxième partie on présente le matériel et les méthodes employés.
- La troisième partie : dans la troisième partie, on présente et discute des résultats obtenus.

En dernier, une conclusion globale et des perspectives.

Chapitre I

Les infections urinaires

1 Infections urinaires :

1.1 Définition :

Une infection est l'invasion d'un organisme vivant par des micro-organismes pathogènes (bactéries, champignons, virus, parasites). Lors d'une infection, les micro-organismes pathogènes agissent en se multipliant (virulence) et éventuellement en sécrétant des toxines. Une infection peut être locale ou généralisée, exogène (provoquée par des germes provenant de l'environnement) ou endogène (germe issu du malade lui-même).[5] Elle 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.[3]

1.2 Classification des infections urinaires :

1.2.1 Selon la localisation :

➤ Infection basse :

- **Cystite :**

La cystite est la forme d'IU la plus courante. Elle touche presque uniquement les femmes. Il s'agit de l'inflammation de la vessie qui est provoquée par la prolifération de bactéries intestinales de type *Escherichia coli*, qui sont présentes sur le pourtour de l'anus. Ces bactéries passent de la région anale à la vessie en remontant par l'urètre. Tout ce qui gêne la vidange de la vessie, augmente le risque de cystite. La cystite s'accompagne toujours d'une urétrite.[6]

- **Urétrite :**

Une infection qui touche uniquement l'urètre que l'on appelle urétrite. Il s'agit d'une infection transmissible sexuellement (ITS) courante chez les hommes, mais les femmes peuvent aussi en souffrir. Dans la majorité des cas, se manifeste en présence de plusieurs types de bactéries telles que les Gonocoques, *Escherichia coli*, et *Chlamydia trachomatis* responsable de chlamydie. [7]

- **Prostatite :**

La prostatite est une infection de la prostate saine ou adénomateuse. Elle peut être aiguë ou chronique. Le tableau clinique peut associer des signes urinaires (dysurie voire rétention aiguë d'urine, brûlures mictionnelles...), une douleur pelvienne et une fièvre. Le toucher rectal montre une prostate augmentée de volume et douloureuse.[8]

- **Infection haute :**

- **Pyélonéphrite :**

Les pyélonéphrites sont des infections urinaires avec atteinte du parenchyme rénal. Elles se manifestent par des signes généraux à type de fièvre et frissons associés à des douleurs lombaires (typiquement unilatérales) plus ou moins associés à des douleurs abdominales et troubles du transit.[9]

- **Tuberculose urinaire :**

La tuberculose urinaire ou bien la tuberculose uro-génitale (TUG) est une maladie qui atteint l'appareil urinaire et génital chez l'homme, ce pendant chez la femme l'appareil génital peut être épargné.[10] C'est une infection touchant en premier lieu un seul rein.

- Chez l'homme, elle se manifeste par des douleurs testiculaires épididymites, rarement une atteinte prostatique.
- Chez la femme, l'endométrite et des douleurs pelviennes diffusées sont les plus rencontrées. Généralement, *Mycobacterium* est le germe responsable de cette infection.[3]

1.2.2 Selon la complication :

- **IU Simple :**

Il s'agit d'infections urinaires qui se produisent chez des patients sans risque de complication . [3]

- **IU à risque de complication :**

Elles se produisent chez les patients présentant au moins un élément de complication susceptible de provoquer l'infection. Les facteurs de risque de complication sont :

- Immunosuppression (hors diabète)
- Grossesse
- Histoire ancienne de pyélite / calcul / anomalie des voies excrétrices
- Sonde à demeure ou transitoire en place / intervention urologique récente
- IU acquise à l'hôpital
- Sexe masculin du fait de la fréquence des anomalies anatomiques ou fonctionnelles sous-jacentes
- Traitement antibiotique récent
- Infections récidivantes (≥ 4 épisodes/an)
- Clairance de créatinine < 30 ml/min
- Les personnes âgées : en particulier celles de plus de 75 ans ou de plus de 65 ans avec au moins 3 critères de fragilité incluent :
 - Perte de poids involontaire.
 - Grande sédentarité.
 - Diminution de la force musculaire.
 - Fatigue.
 - Baisse de la vitesse de marche.

- **Diabète :**

Le diabète aggrave le risque de surinfection urinaire chez les patients avec une obstruction urétérale, pouvant conduire à des infections plus graves et nécessitant éventuellement des soins intensifs pour choc septique.[11] les IU sont fréquentes chez le diabétique, en raison de l'augmentation de l'adhérence bactérienne, (la glycosurie améliore la croissance des différentes souches), la diminution de la sécrétion des cytokines. [3]

- **IU grave :**

Que ce soit une infection urinaire simple ou à risque de complication, une infection urinaire peut entraîner un sepsis grave. La recommandation d'une intervention chirurgicale ou interventionnelle est également un indicateur de gravité, car le sepsis peut s'aggraver pendant les interventions. [12]

Les signes de gravité sont :

- sepsis grave
- choc septique
- indication de drainage chirurgical ou interventionnel.

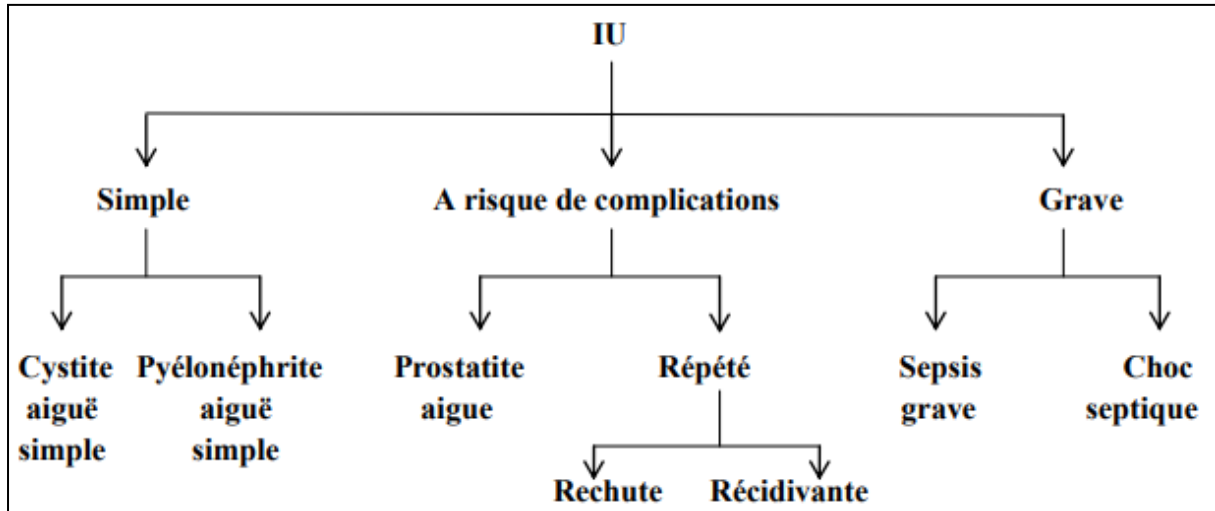


Figure 1: Classification des IU selon leur complexité. [32]

1.3 Colonisation urinaire :

Anciennement dénommées bactériuries asymptomatiques, les colonisations urinaires correspondent à la présence de micro-organismes dans les urines sans manifestations cliniques avec association ou non à une leucocyturie. Il n'y a pas de seuil de bactériurie, sauf dans le cas de grossesse où un seuil $\geq 10^5$ UFC /ml est retenu.[33]

1.4 Épidémiologie :

Le terme infection urinaire désigne un type de pathologies touchant le système urinaire. Le principal symptôme est la sensation de douleur et de brûlure lors de la miction. Certaines infections urinaires sont plus graves que d'autres selon la zone affectée. Le système urinaire implique l'appareil urinaire bas (la vessie, l'urètre et les uretères) et l'appareil urinaire haut (les reins). Lorsque ce dernier est touché, l'infection urinaire est plus grave.[14] On estime qu'elles toucheraient 150 millions de personnes par an à travers le monde [15]et près d'une femme sur

2 (40%) y sera confrontée au cours de sa vie. Les infections urinaires peuvent concerner aussi les enfants et les hommes.[16]

Les enfants ayant une anomalie fonctionnelle de l'appareil urinaire sont exposés à un risque plus élevé de développer une IU. L'incapacité de vider la vessie, comme dans le cas des vessies neurologiques géniques, donne souvent lieu à une IU, la stase urinaire et la clairance de sous-optimalité des bactéries de l'appareil urinaire. Chez le nouveau-né, les infections bactériennes résultent d'une anomalie de la colonisation bactérienne néonatale et d'une immaturité de l'immunité. [17]

Les infections urinaires basses sont 50 fois plus fréquentes chez la femme que chez l'homme. Nous considérons qu'un tiers des femmes ont une infection urinaire avant 24 ans et que 40 à 50 % ont une infection au cours de leur vie. On observe deux périodes propices aux infections urinaires chez la femme : la période d'activité sexuelle et la période de ménopause. Chez l'homme la prostatite s'observe généralement après 18 ans, et devient plus fréquente à partir de 50 ans. [18]

1.5 Les germes impliqués dans les infections urinaires :

Les entérobactéries (bacille Gram négatif) et principalement *Escherichia coli* sont les principales causes de l'infection urinaire communautaire, représentant 80 à 90 % des cas d'infection urinaire courants.

- o *Proteus mirabilis* (10 %, un germe à uréase qui favorise la formation de calculs Phospho-ammoniacomagnésiens et de carbapates). Par la suite, on retrouve *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* et *Acinetobacter*.
- o Les *Staphylococcus aureus* dnase + et *Epidermidis* dnase-, ainsi que l'entérocoque (Streptocoque D), sont des cocci Gram positifs qui sont rencontrés.
- o Les gonocoques Gram négatif sont peu fréquents (homosexuels).
- o Les anaérobies : provenant du système digestif (souvent accompagnés d'une fistule digestive).
- o Les autres : *Candida albicans* (dans un contexte de sonde à demeure, une antibiothérapie prolongée), *Chlamydia trachomatis*, *mycoplasme*, *Trichomonas vaginalis*. Lors des infections urinaires nosocomiales, on observe principalement des infections à *Pseudomonas aeruginosa* (pyocyanique) *Serratia* et des germes multirésistants.[19]

L'adhésion des bactéries joue un rôle dans la colonisation et la pathogénicité des urines. La croissance bactérienne est limitée par des mécanismes spécifiques (anticorps locaux) et non spécifiques (un pH urinaire acide).

1.5.1 Bacilles à gram négative (BGN) :

- *Escherichia coli* :

Escherichia coli, ou *E. coli*, est une bactérie courante dans les intestins humains et animaux. La plupart des souches sont inoffensives ou bénéfiques, mais certaines, appelées *E. coli* pathogènes, peuvent causer des maladies graves telles que la diarrhée et les infections urinaires. Ces souches produisent des toxines qui endommagent les cellules du corps. *Escherichia coli* est une bactérie à Gram négatif, de forme de bâtonnet, qui peut se développer dans divers environnements.[20] de 2 à 3 mm de diamètre, sans pigmentation, en 24 heures à 37°C sur milieux gélosés. Ses colonies sont généralement positives au lactose sur milieux lactosés et peuvent être hémolytiques sur gélose au sang.[3]

- *Klebsiella pneumoniae* :

Klebsiella pneumoniae (*K. pneumoniae*) est une bactérie gram-négative opportuniste, membre de la famille des Enterobacteriaceae. Elle est caractérisée par sa forme de bâtonnet, sa capacité à fermenter le lactose et sa capsule proéminente avec production de gaz.[21] immobiles. Sur milieu gélosé, les colonies sont caractéristiques : volumineuses, bombées, brillantes et très visqueuses à cause de la capsule. [3] Cette bactérie peut causer diverses infections graves telles que la septicémie, la pneumonie, la bactériémie, la méningite, les infections de plaies et les abcès purulents. Elle est principalement associée aux infections nosocomiales des voies urinaires et intra-abdominales.[21].

- *Proteus mirabilis* :

Appartenant à la famille des *Entérobacteriaceae*, sont des bacilles Gram– fins (0,5µ) et protéiformes (d'où leur nom). Sont des bactéries saprophytes du tube digestif (5% de la flore aérobie), les *Proteus* sont extrêmement mobiles [22]

- **Enterobacter :**

Fait partie de la famille *Entérobacteriaceae*. C'est un bacille dont l'habitat privilégié est l'intestin humain et animal. On en trouve également dans les matières fécales, les eaux usées et les produits laitiers. Il existe plusieurs bactéries du genre *Enterobacter*. Certaines peuvent être à l'origine d'infections urinaires et nosocomiales.[2]).

- **Serratia :**

C'est une bactérie saprophyte présente dans l'eau et les cavités naturelles de l'homme, bacille gram négatif, mobiles et aéroanaérobie facultatif. Sa température de croissance varie de 22°C à 37°C. Elle est responsable des infections urinaires nosocomiales, surtout chez les malades opérés ou sondés.[24]

- **Pseudomonas :**

Pseudomonas sp est une bactérie aérobie strict possédant un métabolisme oxydatif mais en absence d'oxygène elle peut utiliser les nitrates comme accepteur d'électrons. Elle est dépourvue de spores et de capsules, mobile grâce à la présence d'un flagelle monotrichepolaire, mésophile capable de se développer dans des températures allant de +4°C à +45°C avec une température optimale de croissance entre 30°C et 37°C (25). L'espèce la plus fréquemment responsable d'infections humaines est *P. aeruginosa*. [25].

- **Citrobacter :**

Ces entérobactéries lactose + utilisent le citrate comme seule source de carbone. Sont des commensaux de l'intestin de l'homme et des animaux. *Citrobacter freundii* peut être responsable d'infections urinaires, d'infections de plaies ou encore de septicémies, germe fréquemment isolé en milieu hospitalier. [22].

1.5.2 Cocci à Gram positif :

Les infections urinaires dues aux Cocci à Gram positif sont moins fréquentes. Ce sont principalement des *staphylocoques* aérobies/ anaérobies facultatifs, qui possèdent une catalase et généralement regroupés en amas [26].

Les staphylocoques à coagulase négative regroupent *S.saprophyticus* qui est responsable des IU chez la jeune femme alors que les staphylocoques à coagulase positive regroupent *S. aureus*. [27]

Les streptocoques des groupes D (*Entérocoques*), G et B sont surtout rencontrés lors d'infections urinaires iatrogènes. Les *Staphylococcus aureus* sont des cocci à Gram positif, catalase (+), coagulase (+), mannitol (+) et oxydase (-), regroupés en grappe de raisin. [29].

Les *S. saprophyticus* sont coagulase (-), mannitol (-), oxydase (-) et catalase (+).

Les *Enterococcus faecalis* font partie de la flore fécale. Ils sont non-exigeants oxydase (-) et catalase (-).

1.5.3 Autres germes :

- **Mycobactéries :**

Le genre bactérien *Mycobacterium* comprend plus de 150 espèces, divisées en deux principaux groupes. Le deuxième groupe, connu sous le nom de "*Complexe Mycobacterium tuberculosis*", comprend neuf espèces. Parmi les cinq membres traditionnels, on retrouve *Mycobacterium tuberculosis*, l'agent pathogène principal et responsable de La tuberculose des voies urinaires chez l'homme.[28]

- **Virus :**

Les virus responsables d'infections urinaires sont rarement impliqués dans ces types d'infections. Cependant, des virus tels que les adénovirus et le virus de la varicelle-zona peuvent occasionnellement provoquer des cystites hémorragiques, principalement chez les enfants et les jeunes adultes [29]

- **Parasites :**

Le *Schistosoma haematobium*, un parasite, peut infecter la vessie et les uretères, provoquant ainsi la bilharziose urinaire ou schistosomiase urinaire, due à une réponse granulomateuse aux œufs déposés dans la paroi des voies urinaires [30]

- **Champignons :**

Dans certains cas, les levures peuvent provoquer une véritable infection des voies urinaires. Les principaux organismes pathogènes sont le *Candida albicans*, et dans des cas moins fréquents, le *Candida tropicalis*. Les *Candida* sont des organismes naturellement présents dans le tube digestif, la peau et les organes génitaux. Chez la femme, l'infection rénale se produit généralement par voie hématogène lors d'une candidémie.[1]

1.6 Physiopathologie des infections urinaires :

L'infection urinaire est le résultat d'une interaction entre les germes uropathogènes et l'hôte.

1.6.1 Mode d'infection :

Les voies de contamination de l'infection urinaire sont principalement deux :

1. **Par voie ascendante** : Les bactéries entrent dans le système urinaire par l'extrémité inférieure des voies urinaires, le méat urétral externe. Elles se propagent par voie ascendante à travers l'urètre jusqu'à la vessie et peut-être jusqu'aux reins.
2. **Par voie hématogène** : Les bactéries peuvent pénétrer dans les voies urinaires par la circulation sanguine, généralement jusqu'aux reins.

Les infections urinaires sont principalement d'origine bactérienne, mais les virus, champignons et parasites peuvent également infecter les voies urinaires Plus de 85 % des infections des voies urinaires sont provoquées par des bactéries issues de l'intestin ou du vagin.[31]

1.6.2 Mécanisme de défense de l'hôte :

Tous les mécanismes de défense ne sont pas bien connus, mais quelques-uns ont été identifiés On peut citer :

- Les mécanismes liés à la physiologie de l'appareil urinaire ;
- Le volume de flux urinaire, la vidange régulière et complète de la vessie deux à 4 fois par jour qui est le moyen d'expulsion des germes ;
- Les mécanismes liés à l'urine comme le pH des urines et son osmolarité ;
- Les facteurs biologiques : les mécanismes anti-adhérences des germes aux muqueuses et la sécrétion d'anticorps.
- Les sécrétions : vaginales de la femme, et prostatiques de l'homme.[17]

Chapitre II

La résistance aux antibiotiques

2. La résistance aux antibiotiques :

2.1 Définition :

Les antibiotiques représentent l'une des formes de thérapie les plus réussies en médecine. Leur utilisation a permis de diminuer le taux de mortalité et de morbidité mondiale depuis longtemps [34].

La résistance aux antibiotiques est un problème de santé majeur d'intérêt mondial [35]. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), la résistance aux antibiotiques est l'un des problèmes critiques du XXI^e siècle et est considéré comme une menace pour le bien-être humain [36].

Les bactéries pathogènes, grâce à leur flexibilité et plasticité génétique, sont capables de mettre en place un programme de résistance spécifique contre un anti biotique particulier [34].

En effet, il existe un grand nombre de définitions pour l'expression « résistance bactérienne aux antibiotiques », qui sont basées sur différents critères (génétiques, biochimiques, microbiologiques et cliniques). Les définitions les plus fréquemment employées se fondent sur les critères microbiologiques (résistance *in vitro*) et sur les critères cliniques (résistance *in vivo*). Selon la définition microbiologique du terme, une souche est dite résistante lorsqu'elle se cultive en présence de concentration plus élevée en antibiotique comparativement à d'autres souches qui lui sont phylogénétiquement liées [37].

Parfois, la résistance à un antibiotique confère de la résistance à un autre antibiotique, et c'est ce que l'on appelle la résistance croisée. Les bactéries sont dites multirésistantes lors d'une accumulation de résistances naturelles et acquises, elles ne sont sensibles qu'à un petit nombre d'antibiotiques. Elles sont alors résistantes à plusieurs antibiotiques ou classes pharmacologiques d'antibiotiques [38]

2.2 Types de résistance aux antibiotiques :

La résistance bactérienne aux antibiotiques a des racines la génétique. Des gènes de résistance sont présents dans chromosomique (résistance chromosomique), ou Éléments mobiles tels que plasmides, éléments Transposons ou intégrons (résistance extra chromosomique). La résistance peut être naturelle ou acquise.

La résistance bactérienne aux antibiotiques a deux sources importantes : naturelle et acquise. La première est programmée au niveau du pool génomique, tandis que la seconde est développée selon les conditions métaboliques.

- **Résistance naturelle :**

Les gènes de résistance font partie du patrimoine génétique de la bactérie. La résistance naturelle est un caractère présent chez toutes les souches appartenant à la même espèce. Ce type de résistance est détecté dès les premières études réalisées sur l'antibiotique afin de déterminer son activité et contribue à définir son spectre antibactérien. Cette résistance peut être due à l'inaccessibilité de la cible pour l'antibiotique, à une faible affinité de la cible pour l'antibiotique ou encore à l'absence de la cible. Par exemple, la résistance des entérobactéries et du *Pseudomonas* aux macrolides ou des bactéries à Gram négatif à la vancomycine est naturelle. La résistance bactérienne naturelle est permanente et d'origine chromosomique. La résistance naturelle est stable, transmise à la descendance (transmission verticale) lors de la division cellulaire, mais elle n'est généralement pas transférable d'une bactérie à l'autre (transmission horizontale).[38]

Cette résistance intrinsèque, Elle se caractérise par des modifications structurales, dans le cas de la membrane externe des bactéries à Gram-, et métaboliques, dans le cas du bacille de la tuberculose insensible à un grand nombre d'antibiotiques en s'opposant à l'action des antibiotiques par le biais de son métabolisme original.[34]

- **Résistance acquise :**

Elle est due à des modifications dans le profil d'expression génique via des mutations ponctuelles ou acquises. Grâce à ce processus, les bactéries partagent entre elles des informations génétiques, ce qui leur confère un très grand pouvoir d'adaptation aux milieux environnementaux qu'elles habitent.[39]

De nombreuses cibles des fonctions cellulaires sont impliquées dans ces mécanismes.[40]

2.3 Mécanismes de Résistance :

Les sites de résistance varient selon les différentes espèces bactériennes et dans certains cas, plusieurs mécanismes de résistance différents peuvent être trouvés pour une même souche. Il existe quatre mécanismes principaux.

Les mécanismes de résistance aux antibiotiques ont été largement étudiés, et de nombreuses cibles des fonctions cellulaires ont été impliquées dans ces mécanismes.[34]

Les sites de résistance sont variables entre les espèces bactériennes, et ils sont classés en plusieurs voies. Dans certains cas, au sein de la même souche bactérienne, on peut trouver plusieurs mécanismes de résistance différents.[34]

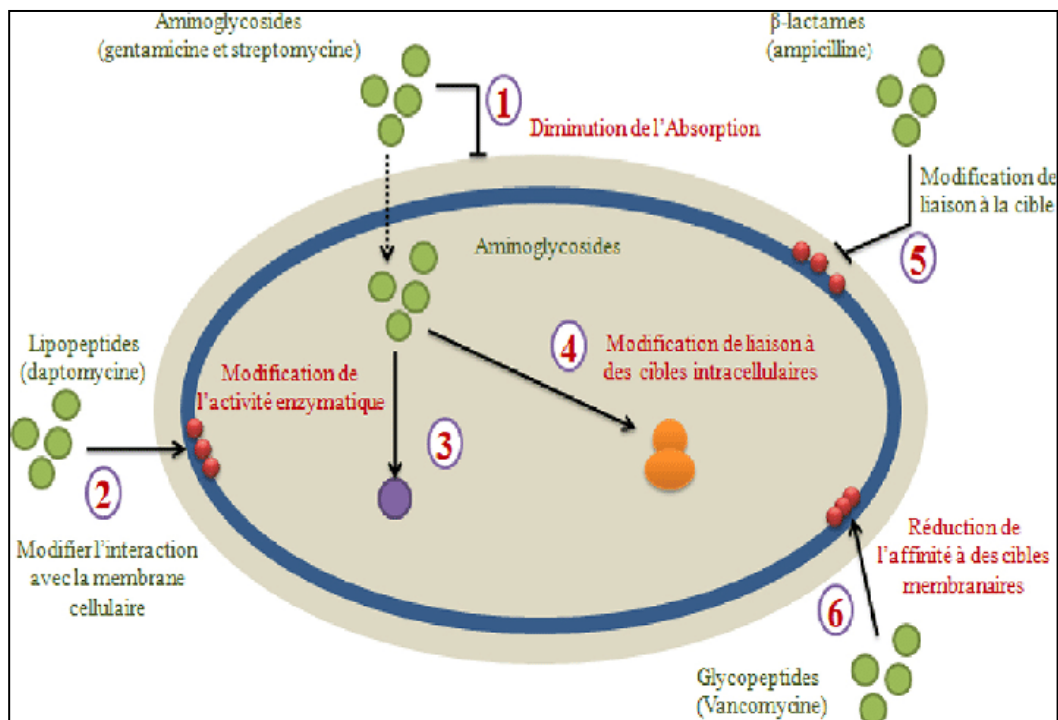


Figure 2: Mécanismes de résistance aux antibiotiques. [34]

2.3.1. Inactivation enzymatique de l'antibiotique :

L'inactivation enzymatique de l'antibiotique représente le principal mécanisme de résistance des bêtalactamines, des aminoglycosides et des phénicoles. On décrit également ce type de résistance pour le groupe MLS (macrolides, lincosamides, streptogramines), pour les tétracyclines, pour la fosfomycine et plus récemment pour les fluoroquinolones, bien que cette inactivation ne représente pas le mécanisme de résistance qui prévaut pour ces molécules. L'enzyme en modifiant le noyau actif de l'antibiotique par clivage ou par addition d'un groupement chimique, empêche la fixation de l'antimicrobien sur sa cible et provoque une perte d'activité. Parmi les réactions biochimiques catalysées par ces enzymes bactériennes, on peut citer des hydrolyses, des acétylations, des phosphorylations, des nucléotidylations, des estérifications, des réductions et des réactions d'addition d'un glutathion. Ces enzymes sont généralement associées à des éléments génétiques mobiles.[37]

2.3.2. Modification ou remplacement de la cible de l'antibiotique :

Dans certaines situations, les bactéries ont la capacité de modifier l'affinité de leurs protéines de liaison à des antibiotiques spécifiques. C'est le cas des protéines de liaison à la pénicilline telles que la protéine dite PBP2a (penicillin-binding protein 2a) qui diminue l'affinité de l'oxacilline et d'autres bêtalactamines. Certaines souches pathogènes mobilisent le positionnement de leurs organites pour échapper à l'action des antibiotiques. Par exemple, les ARN ribosomiques de méthylation (RRNA méthylase), suite à des mutations chromosomiques, modifient l'emplacement topologique des ARNr 16S vers des positions spécifiques privilégiant ainsi ces complexes de l'action des antibiotiques de la famille des aminoglycosides.[41]

2.3.3. Réduction de la perméabilité cellulaire :

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires : une membrane cytoplasmique sépare leur cytoplasme du milieu externe. Les bactéries à Gram négatif sont également munies d'une enveloppe additionnelle, la paroi externe, qui sert de barrière et protège les protéines de liaison aux pénicillines (PLP) du milieu externe. Les nutriments et les antibiotiques doivent traverser cette enveloppe pour pénétrer dans la bactérie. Le passage se fait par diffusion passive à travers les canaux que forment les protéines canaliculaires nommées porines.[38]

Une altération des porines dans la paroi des bactéries à Gram négatif peut réduire ou bloquer la pénétration de l'antibiotique jusqu'à son site d'action. Cette forme de résistance

s'exerce généralement à l'endroit de plusieurs antibiotiques appartenant à plus d'une classe, étant donné que de nombreux médicaments différents peuvent emprunter la même porine.[38]

2.3.4 Pompes à efflux

Certaines souches bactériennes empêchent les antibiotiques de rentrer dans la cellule bactérienne, et cela grâce à un mécanisme de transport particulier dit pompe à efflux qui leur permet d'exporter les antibiotiques hors des cellules.[42]

L'efflux actif, médié par des protéines transmembranaires connues sous le terme de pompes à efflux ou transporteurs actifs, est un mécanisme nécessitant de l'énergie et utilisé par les bactéries, par les cellules eucaryotes dont notamment les protozoaires, pour expulser à l'extérieur des métabolites et des composés toxiques étrangers tels que des antibiotiques et d'autres médicaments. La résistance provient de la réduction de la concentration en antimicrobien dans le cytoplasme de la bactérie, ce qui prévient et limite l'accès de l'antibiotique à sa cible. On classe ces pompes à efflux sur base notamment de leur spécificité de substrats et de la source d'énergie employée. Certains de ces transporteurs sont très spécifiques et on les appelle pompes SDR (specific-drug-resistance), alors que d'autres agissent sur une multitude de molécules et on les nomme pompes MDR (multiple-drug-resistance).[37]

Chapitre III

Les huiles essentielles

3. Les huiles essentielles :

3.1 Définition des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des composés volatils et lipophiles contenus dans les plantes. Elles bénéficient actuellement d'un véritable engouement auprès du public et elles sont utilisées pour leur pouvoir pharmacologique et leurs vertus aromatiques [43]

Les huiles essentielles (HEs) appelées aussi « essences » sont des substances huileuses, volatiles et odorantes qui sont sécrétées par les plantes aromatiques que l'on extrait par divers procédés dont l'entraînement à la vapeur d'eau et hydrodistillation.[44]

L'HE est actuellement définie à la fois par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) pour les usages pharmaceutiques et cosmétiques et par l'AFNOR/ISO pour les usages aromatiques et alimentaires.[45]

Selon la norme ISO 9235, une huile essentielle est définie comme un « produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche ».

Selon l'AFNOR (l'Association Française de Normalisation) ce sont des produits généralement odorants, obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau, de végétaux ou de parties de végétaux, soit par expression du péricarpe frais de certains citrus. Cette définition excluant les essences obtenues par d'autres procédés d'extraction.

3.2 Méthodes d'extraction :

L'extraction d'une l'huile essentielle (HE) est nécessairement une opération complexe et délicate. Elle a pour but, en effet, de capter et recueillir les produits les plus volatils, subtils et les plus fragiles qu'élabore le végétal, et cela sans en altérer la qualité.[46]

Basée sur différents phénomènes physiques : la distillation, l'extraction ou la séparation, ces techniques d'extraction seront présentées selon le principe sur lequel elles sont basées, et classées en deux catégories distinctes selon le produit final obtenu : une huile essentielle ou un extrait aromatique.[57]

La méthode choisie ne doit pas conduire à la discrimination entre les composés polaires et apolaires, ni induire de réactions biochimiques, de dégradations thermiques, d'oxydation, de

réduction, d'hydrolyse, de changement de pH ou entraîner une perte de composés volatils. Pour cela, différents paramètres et propriétés sont à prendre en compte.[48]

3.2.1 Méthodes conventionnelles :

- **L'hydro- distillation :**

Elle consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau et l'ensemble est porté à ébullition (Figure 2). Elle est généralement conduite à pression atmosphérique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans cohobage des eaux aromatiques obtenues lors de la décantation. Ce procédé présente des inconvénients dus principalement à l'action de la vapeur d'eau ou de l'eau à l'ébullition ; Certains organes végétaux, en particulier les fleurs, sont trop fragiles et ne supportent pas les traitements par entraînement à la vapeur d'eau et par hydrodistillation (HD).[44]

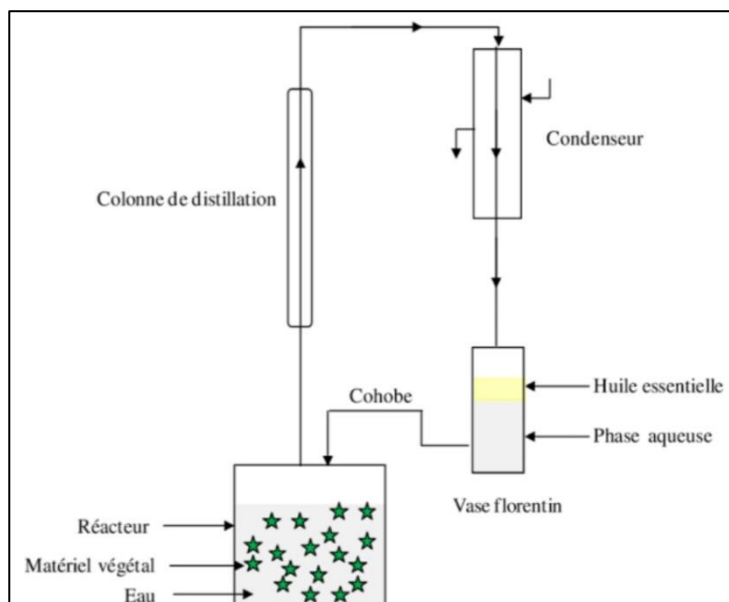


Figure 3: Principe schématisé de l'hydrodistillation (HD) [44]

Durant l'hydrodistillation, l'eau bouillante pénètre dans les cellules végétales et solubilise une partie de l'huile essentielle contenue dans les cellules de la plante. La solution aqueuse chargée de composés volatils, diffuse ensuite à travers le tissu de l'organe végétale vers la surface extérieure où l'huile essentielle sera vaporisée. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau un mélange azéotrope. À la température d'ébullition, les pressions de vapeurs combinées sont égales à la pression d'évaporation. Ainsi, les huiles essentielles, dont les points

d'ébullition varient normalement de 200 à 300 °C, s'évaporent à une température proche de celle de l'eau. Le mélange est ensuite refroidi. L'eau et les HE, une fois condensées, se séparent en deux phases. Le contact du matériel végétal avec l'eau dans cette technique engendre notamment des phénomènes d'hydrolyse. [49]

L'avantage de cette méthode réside dans le contact direct entre la plante et l'eau bouillante. Cette technique est réservée habituellement aux dosages des huiles essentielles au laboratoire. Les inconvénients de ce mode d'extraction sont :

- Certaines substances sont altérées (détériorées) à température élevée en présence d'eau.
- Certains constituants des essences, solubles dans l'eau, ne se trouveront pas dans l'essence ou tout au moins n'y seront que partiellement représentés.[50]

- **Entraînement à la vapeur d'eau :**

C'est une des méthodes officielles pour l'obtention des HE. Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est soumis à l'action d'un courant de vapeur sans macération préalable. Les vapeurs saturées en ces composés volatils sont condensées puis. Décantées dans l'essence, avant d'être séparées en une phase aqueuse et une phase organique (HE). L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile. De plus, le parfum de l'HE obtenu est plus délicat et la distillation, plus régulière. Rapide, fait que les notes de tête sont riches en esters.[46]

Dans ce système d'extraction, le matériel végétal est placé dans l'alambic sur une plaque perforée située à une certaine distance au-dessus du fond rempli d'eau. Le végétal est en contact avec la vapeur d'eau saturée mais pas avec l'eau bouillante. La vapeur provoque la rupture d'un grand nombre de glandes qui libèrent leurs composés aromatiques. Les huiles essentielles diffusent donc à travers le végétal pour entrer en contact avec la vapeur d'eau circulant à l'extérieur. Les vapeurs chargées en composés volatils sont ensuite condensées avant d'être décantées. Du fait de leur différence de densité, les HEs et l'eau sont séparées en deux phases et les HEs sont ensuite récupérées. Cette technique permet d'éviter des réactions lors du contact des constituants des huiles essentielles avec l'eau conduisant à des changements dans la composition finale de l'extrait. En outre, elle agit mieux avec les huiles essentielles contenues

dans les glandes situées à la surface du végétal. La distillation à la vapeur des huiles essentielles non superficielles est plus longue et exige plus de vapeur que celle des HEs superficielles.[49]

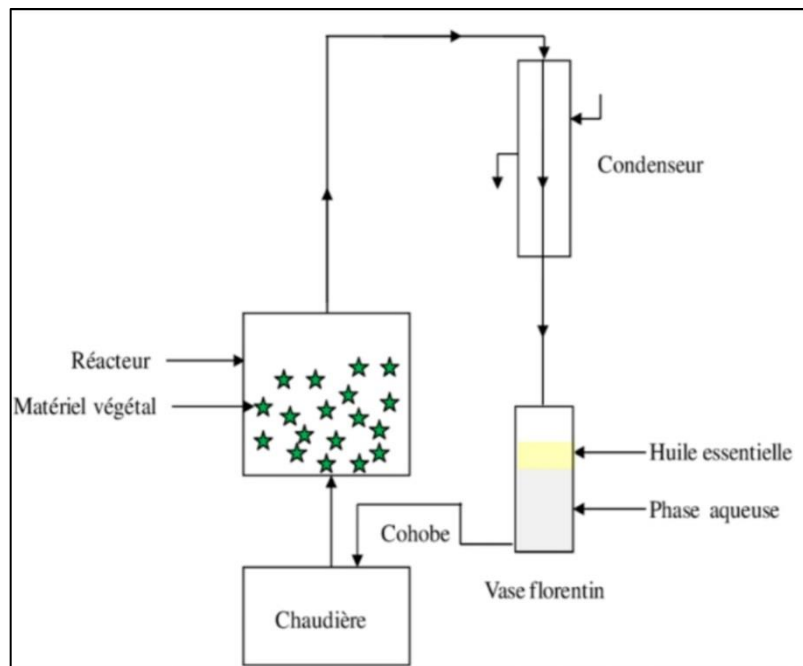


Figure 4: Principe schématisé de l'extraction par entraînement à la vapeur [46]

- **Extraction par solvant :**

Les huiles peuvent également être obtenues par extraction par solvant. L'extraction des huiles par solvant est une méthode couramment utilisée pour obtenir des huiles essentielles et végétales. Cette technique implique l'utilisation de solvants organiques pour extraire les composants des plantes. Les solvants les plus couramment utilisés sont l'hexane et le toluène.

La technique d'extraction « classique » par solvant, consiste à placer, dans un extracteur, un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Grâce à des lavages successifs, le solvant va aromatiser, se charger en molécules avant d'être envoyé au concentrateur pour y être distillé à pression atmosphérique.[46]

- **Expression à froid :**

L'extraction mécanique à froid communément appelée pression à froid est sûrement la méthode d'extraction des huiles végétales la plus utilisée. Comme son nom l'indique, la démarche se fait sans chauffage.[51]

L'expression à froid est une extraction sans chauffage réservée aux agrumes (citron, mandarine, orange, pamplemousse). Le principe de ce procédé mécanique consiste à éclater les minuscules vésicules et les poches à essences. L'essence ainsi libérée est entraînée par un courant d'eau. Le procédé consiste à fixer le fruit sur une coupe équipée de lames et une seconde coupe pour l'enfermer. Un couteau circulaire creuse un trou à la base du fruit. L'application d'une pression sur les parois du fruit entraîne l'extraction du jus, qui va être transporté jusqu'au collecteur pendant que l'essence est extraite de la peau et collectée à l'aide d'un jet d'eau. L'émulsion eau-essence est ensuite séparée par décantation. L'intérêt de cette technique réside dans l'obtention d'essence n'ayant pas subi de modification chimique liée à la chaleur. De même, elle est couplée avec la production du jus de fruit.[49]

Cette technique est souvent utilisée pour préserver au maximum les qualités nutritionnelles et organoleptiques des huiles, car la chaleur peut altérer certains composants sensibles aux températures élevées.

3.2.2 Méthodes innovantes :

- **Extraction par fluide à l'état supercritique :**

L'extraction par fluides supercritiques est une méthode de séparation efficace et écologique qui utilise des fluides à l'état supercritique pour extraire des composés solubles dans ces fluides. Le choix du solvant supercritique est déterminé par sa température critique, sa pression critique et son caractère dangereux ou toxique. Le dioxyde de carbone est le fluide supercritique le plus utilisé en raison de ses caractéristiques physico-chimiques. [74]

- **Extraction par chauffage micro-ondes :**

Contrairement aux techniques classiques de chauffage par conduction ou convection, l'utilisation des micro-ondes implique une interaction directe entre un rayonnement électromagnétique et la matière. Le chauffage par micro-ondes d'un produit résulte ainsi de la conversion en chaleur de l'énergie d'une onde électromagnétique au sein de ce matériau. Ce transfert d'énergie particulier induit un transfert de matière lui aussi particulier et dont les mécanismes diffèrent notablement de ceux de l'extraction solide-liquide traditionnelle.[52]

Le transfert de chaleur sous chauffage micro-ondes est complètement inversé par rapport au chauffage conventionnel. Le transfert de chaleur classique se transmet de l'extérieur vers l'intérieur du récipient. Sous chauffage micro-ondes, le volume traité devient lui-même source de chaleur. On parle de dégagement de la chaleur de l'intérieur vers l'extérieur du récipient. La paroi externe du réacteur est plus froide que le milieu du réacteur dans le cas du chauffage micro-ondes, et inversement pour le cas du chauffage conventionnel par double enveloppe, plaque chauffante et flamme. C'est un mode de chauffage instantané en volume et non en surface. Les phénomènes thermiques de conduction et de convection ne jouent plus qu'un rôle secondaire d'équilibrage de la température. Des surchauffes locales peuvent également se produire. La figure I.8 illustre les deux modes de chauffage.[47]

3.5 Activités biologiques des huiles essentielles :

3.5.1 Activité antibactériennes des huiles essentielles :

Les huiles essentielles (HEs) sont des molécules naturelles présentes dans diverses plantes, dont certaines sont connues pour leur activité antimicrobienne. Elles contiennent des molécules actives, telles que des aldéhydes, des phénols et des terpénoïdes, qui peuvent avoir des propriétés antibactériennes, antifongiques, antivirales et antioxydantes. Les aldéhydes présents dans les HEs, comme le citral, le citronnellal et le cuminal, sont doués de propriétés actives dans la lutte contre les états inflammatoires et ont des effets antibactériens [61].

Les phénols, tels que le thymol et le carvacrol, sont également connus pour leur activité antibactérienne. Les composés terpénoïdes, comme le 1,8-cinéole et l'anéthol, peuvent également avoir des propriétés antibactériennes. La structure chimique des constituants des HEs influence directement leur activité, et les groupements hydroxyle et benzénique sont particulièrement importants pour l'action des phénols.[62]

Les huiles essentielles de citron et d'orange, par exemple, ont des activités antimicrobiennes et peuvent remplacer avec succès les antibiotiques qui montrent leur inefficacité contre les micro-organismes résistants. [1] D'autres plantes, telles que la sauge officinale (*Salvia officinalis*), sont également connues pour leur activité antibactérienne [63]

En résumé, les huiles essentielles contiennent des molécules actives, telles que des aldéhydes, des phénols et des terpénoïdes, qui peuvent avoir des propriétés antibactériennes, antifongiques,

antivirales et antioxydantes. La structure chimique de ces molécules influence leur activité et leur efficacité contre diverses espèces bactériennes.

3.5.2 Activité anti-inflammatoire :

Les huiles essentielles offrent une alternative aux traitements classiques allopathiques de type AINS (Anti-inflammatoires Non Stéroïdiens). Les composés concernés incluent principalement les aldéhydes monoterpéniques tels que les citrals, citronellals et cuminal. On les utilise par le biais de l'extérieur. Ils interviennent en stimulant les mécanismes physiologiques de défense anti-inflammatoire naturelle des leucocytes.[70]

La réponse immunitaire est également influencée par eux par voie interne. La menthe poivrée peut apaiser les douleurs du crâne, le clou de girofle apaise les douleurs dentaires et le thym agit sur les coude, tandis que la citronnelle, le romarin ou l'eucalyptus sont de bons remèdes contre les piqûres d'insectes. L'ensemble de ces plantes possède une activité anti-inflammatoire intense.[73]

3.5.3 Activité Antihistaminique :

Certaines huiles essentielles ont la capacité d'inhiber la synthèse des leucotriènes, ce qui entrave la libération de l'histamine, responsable des réactions allergiques. Parmi ces huiles, on compte celle du basilic tropical, qui peut apaiser certains symptômes associés aux réactions allergiques.[30]

3.6 Mécanismes d'action des huiles essentielles :

Les huiles essentielles contiennent une diversité de composés, chacun ayant une action spécifique. Les huiles essentielles renferment des substances bioactives qui ont des propriétés antibactériennes particulières, pouvant ralentir ou même empêcher la prolifération des micro-organismes.[74]

Les huiles essentielles agissent sur les différentes souches de bactéries selon un processus en trois étapes :

- 1) Elles initient une altération de la paroi bactérienne, ce qui entraîne une augmentation de sa perméabilité, suivie de la perte des composants cellulaires.
- 2) Elles induisent une acidification de l'intérieur de la cellule bactérienne, perturbant ainsi la production d'énergie et la synthèse des composants structuraux.

3) Enfin, elles endommagent le matériel génétique de la bactérie, aboutissant à sa destruction. [75]

- **Action sur la membrane cellulaire :**

Les huiles essentielles (HEs) interagissent avec la membrane cellulaire des micro-organismes en perturbant la double couche phospholipidique, ce qui entraîne une augmentation de la perméabilité membranaire et une fuite d'ions et de composés intracellulaires.

Les composants hydrophobes des HEs, comme les aldéhydes, les phénols et les terpénoïdes, peuvent également interférer avec les protéines de la membrane, comme l'enzyme ATPase, en empêchant la phosphorylation de l'ADP.[64]

Les HEs peuvent également inhiber la synthèse de toxines bactériennes en modifiant la fluidité des membranes, ce qui entraîne une perméabilité anormale et la mort cellulaire par apoptose et nécrose. [65]

En outre, les HEs peuvent interagir avec des sites intracellulaires après avoir traversé la membrane plasmique.[62] Les HEs exercent leurs effets antibactériens en interférant avec la bicouche lipidique de la bactérie grâce à leur propriété hydrophobe, ce qui entraîne une augmentation de la perméabilité membranaire, la perte de composants cellulaires et la destruction du matériel génétique. Les HEs exercent leurs effets antibactériens en interférant avec la bicouche lipidique de la bactérie grâce à leur propriété hydrophobe, ce qui entraîne une augmentation de la perméabilité membranaire, la perte de composants cellulaires et la destruction du matériel génétique. Cependant, la résistance des bactéries à l'action des HEs varie selon le type de bactérie et la composition des constituants actifs des HEs.[66]

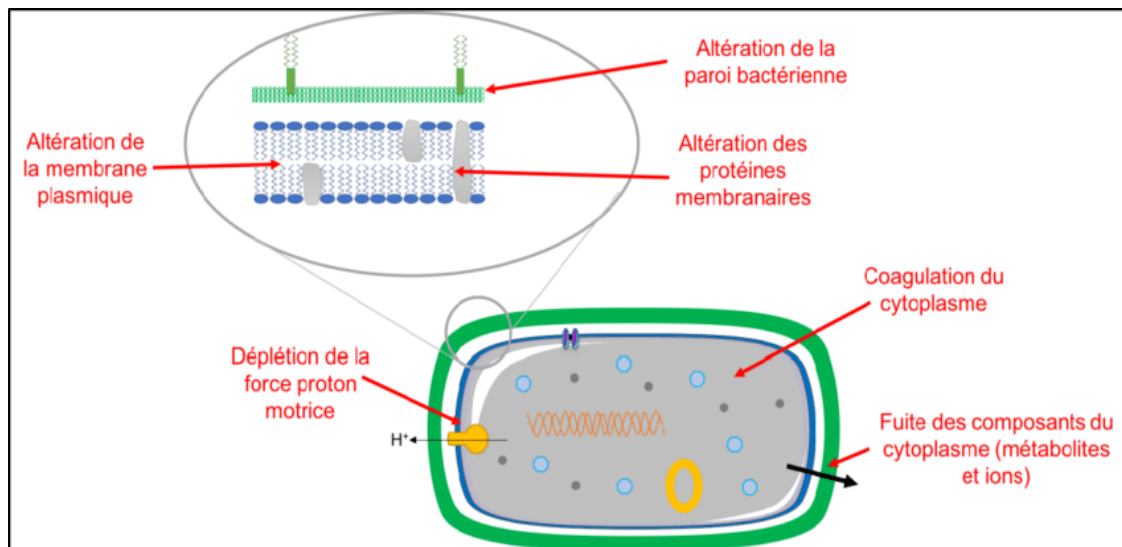


Figure 5: Mécanisme d'action des HEs sur la membrane cellulaire [77]

- **Action sur les acides gras membranaires :**

Les huiles essentielles (HEs) interagissent avec la membrane cellulaire des micro-organismes en perturbant la double couche phospholipidique, ce qui entraîne une augmentation de la perméabilité membranaire et une fuite d'ions et de composés intracellulaires. Les composants hydrophobes des HEs, comme les aldéhydes, les phénols et les terpénoïdes, peuvent également interférer avec les protéines de la membrane, comme l'enzyme ATPase, en empêchant la phosphorylation de l'ADP. [64]

Les HEs peuvent également inhiber la synthèse de toxines bactériennes en modifiant la fluidité des membranes, ce qui entraîne une perméabilité anormale et la mort cellulaire par apoptose et nécrose [65] En outre, les HEs peuvent interagir avec des sites intracellulaires après avoir traversé la membrane plasmique [62] Les HEs exercent leurs effets antibactériens en interférant avec la bicouche lipidique de la bactérie grâce à leur propriété hydrophobe, ce qui entraîne une augmentation de la perméabilité membranaire, la perte de composants cellulaires et la destruction du matériel génétique. Cependant, la résistance des bactéries à l'action des HE varie selon le type de bactérie et la composition des constituants actifs des HEs [66]

- **Action sur les protéines :**

Les différents composants des HEs peuvent agir sur les protéines présentes dans les bactéries et peuvent affecter la division cellulaire. Le cinnamaldéhyde, par exemple, est capable d'inhiber la séparation des cellules de *Bacillus cereus*. Par exemple le thymol a un effet sur les protéines impliquées dans la division cellulaire sur la souche bactérienne *Salmonella* [67]

- **Action sur les ATP :**

La synthèse de l'ATP dans les cellules procaryotes se fait à la fois dans la paroi cellulaire membranaire par la chaîne respiratoire et dans le cytosol par la glycolyse. Les changements dans la membrane cellulaire ont un léger impact sur le processus de couplage énergétique, ce qui entraîne une perturbation de l'équilibre entre le pool d'ATP intra- et extracellulaire. Par exemple, la consommation d'huile essentielle d'origan contre *Listeria monocytogenes* et *Staphylococcus aureus* a entraîné une diminution significative du niveau d'ATP intracellulaire grâce à la perturbation de la chaîne respiratoire au niveau membranaire. [68]

- **Action sur Le quorum sensing :**

Les huiles essentielles (HEs) peuvent interférer avec le quorum sensing (QS), un système de communication basé sur des molécules de signalisation bactérienne. Les HEs peuvent inhiber la synthèse de toxines bactériennes en modifiant la fluidité des membranes, ce qui entraîne une perméabilité anormale et la mort cellulaire par apoptose et nécrose, Les HEs peuvent également interagir avec des sites intracellulaires après avoir traversé la membrane plasmique, ce qui peut affecter le QS [69] Les HEs peuvent inhiber la synthèse de molécules de signalisation bactérienne, ce qui entraîne une perturbation du QS et une réduction de la formation de biofilms. [70] Les HEs peuvent également inhiber la synthèse de molécules de signalisation bactérienne en modifiant la fluidité membranaire, ce qui entraîne une perméabilité anormale et la mort cellulaire par apoptose et nécrose. [71] Les HEs peuvent également affecter l'expression des gènes impliqués dans le QS en interférant avec les protéines de la membrane, comme l'enzyme ATPase, en empêchant la phosphorylation de l'ADP. [69]

Chapitre IV

Matériel et méthodes

4 Matériel et méthodes :

4.1 L'huile essentielle :

4.1.1 Matériel végétale :

Des échantillons de la plante étudiée (*Origanum vulgare*) ont été récoltée au mois de mars 2024 de la région (Haouas) à Djelfa.

Origanum vulgare récolté en pleine inflorescence est constitué de la partie aérienne de la plante dont les feuilles, tiges et fleurs. Les parties collectées ont été séchées à l'air libre, à la température ambiante et à l'abri de la lumière.

- **Classification botanique :**[97]

Règne : Plantae (Plantes)

Sous-règne : Tracheobionta (Plantes vasculaires)

Division : Magnoliophyta (Angiospermes)

Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae (Lamiacées)

Genre : *Origanum*

Espèce : *Origanum vulgare*

- **Caractères botaniques du genre *Origanum* :** [123]

Nom : Vient des mots grecs "oros" (montagne) et "ganos" (éclat).

Tiges : Ligneuses à la base, plusieurs tiges dressées/ascendantes, poils simples (sauf *O. dictamnus*).

Feuilles : Sessiles, subsessiles ou pétiolées, poches sécrétrices sessiles/pédonculées.

Inflorescences : Portées par tiges et branches, bractées de formes et tailles variées.

Calice : Variable, 5 dents soudées ou 1-2 lèvres dentées.

Corolle : Tubulaire, dressée, 2 lèvres, couleur blanche, rose ou pourpre.

Étamines : Différentes formes et tailles, adaptées à la pollinisation par les insectes.

Fruits : Akènes ovoïdes, bruns, 1-5 mm de long.

Les parties utilisées pour l'huile essentielle sont les sommités fleuries récoltées en été. L'origan est peu utilisé en médecine traditionnelle mais possède des propriétés thérapeutiques (bactéricide, antiseptique, stimulant, antispasmodique).



- B : feuille
- C : bractée
- D : calice coupé par la lèvre inférieure
- E : fleur avec bractée avec vue de côté
- F : corolle coupée par la lèvre inférieure

Figure 6: Caractères botaniques d'*Origanum vulgare* [123]

4.1.2. Extraction de l'huile essentielle :

L'huile essentielle peut être extraite de toutes les parties de la plante aromatique. Le choix de la technique d'extraction doit être spécifiquement adapté aux composés recherchés. Les parties aérienne d'*Origanum vulgare* ont été traités par hydrodistillation.

❖ Principe :

La plante, préalablement séché à l'ombre et coupé en petits morceaux, a été soumis à une hydrodistillation (100 g par ballon de 1 litre) pendant 3 heures en utilisant un dispositif de type

Clevenger. Cette méthode repose sur le principe de l'entraînement des vapeurs d'huile essentielle à travers un réfrigérant, ce qui permet leur condensation. L'huile essentielle extraite est ensuite séchée à l'aide de sulfate de magnésium anhydre. [99]



Figure 7: Montage de l'hydrodistillation. (Photo originale)

❖ **Conservation :**

Après l'extraction par hydrodistillation, l'huile essentielle doit être conservé dans des flacons en verre opaque à une température de 4°C pour assurer leur stabilité. Il est essentiel de les protéger de la lumière et de maintenir une température constante pour éviter toute altération. En suivant ces recommandations, l'huile essentielle pourra conserver ses propriétés et son efficacité sur le long terme [101].

4.1.3 Calcul du rendement :

Le rendement en huile essentielle (exprimé en pourcentage) est calculé par le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids du matériel végétal utilisé en utilisant la formule suivante :

$$R (\%) = \frac{m_{HE}}{m_{mv}} \times 100$$

R (%) : rendement en huile essentielle en % ;

m_{HE} : masse de l'huile essentielle en gramme ;

m_{mv} : masse de la matière végétale sèche utilisée en gramme.

4.2 Souches cliniques :

4.2.1 Lieu et période de stage :

Notre travail expérimental a été réalisée au niveau du laboratoire d'analyses médicales.« **Dr. Bengharbi.L**» à la wilaya de Djelfa, sur une période d'un mois allant du 21/04/2024 au 21/05/2024.

4.2.2 L'échantillonnage :

Les échantillons d'urine examinés pendant notre stage ont été obtenus de divers patients. Il est recommandé de collecter l'urine matinale (à partir de 4h du matin) en utilisant la méthode généralement préconisée, connue sous le nom de "méthode du milieu de jet", dans un flacon stérile, en suivant les protocoles d'hygiène appropriés.

Il y a des conditions particulières pour recueillir l'urine :

- ✓ Dans le cas des femmes, il est recommandé de collecter les échantillons en dehors des menstruations ou en l'absence d'infection vaginale.
- ✓ Pour les nourrissons, après une désinfection locale, le prélèvement se fait en appliquant une poche stérile adhésive maintenue en place pendant moins d'une heure.
- ✓ Pour les individus équipés d'une sonde urinaire, le prélèvement peut être réalisé en ponctionnant directement la sonde après désinfection préalable à l'alcool iodé.[7]

4.2.3 Transport et conservation :

Le transport et la conservation des échantillons d'urine pour l'examen cytot bactériologique des urines (ECBU) sont des étapes importantes pour garantir la qualité et la fiabilité des résultats de l'analyse. Voici les informations clés sur ces étapes :

Transport :

- **Transport au laboratoire** : Les échantillons d'urine doivent être transportés au laboratoire dans les 2 heures après le recueil, ou stockés à 2-8°C sans excéder 12 heures [79][80].
- **Tube borate** : Les tubes boratés doivent être utilisés si la durée de transport est supérieure à 2 heures [79].

- **Fiches d'instructions de recueil et de renseignements** : Les informations cliniques, environnementales, et épidémiologiques doivent être mentionnées sur la feuille de prescription ou sur la fiche d'instruction de recueil et de renseignements [79].

Conservation :

- **Conservation à température ambiante** : Les échantillons d'urine peuvent être conservés à température ambiante avant leur acheminement au laboratoire dans un délai maximal de 48 heures, grâce à l'acide borique qui empêche la prolifération des germes [81].
- **Stockage** : à 2-8°C : Les échantillons peuvent également être stockés à 2-8°C sans excéder 12 heures [81].
- Des milieux de transport contenant de l'acide borique (bactériostatique) permettent de conserver les urines à température ambiante pendant 48 heures

En résumé, pour le transport et la conservation des échantillons d'urine pour l'ECBU, il est important de les transporter au laboratoire dans les 2 heures après le recueil, ou de les stocker à 2-8°C sans excéder 12 heures. Les tubes boratés doivent être utilisés si la durée de transport est supérieure à 2 heures, et les informations cliniques, environnementales, et épidémiologiques doivent être mentionnées sur la feuille de prescription ou sur la fiche d'instruction de recueil et de renseignements.

4.2.4 Population étudiée :

Durant notre stage, 46 échantillons urinaires ont été prélevés à partir de patients et identifiés par une fiche de renseignement qui comprend : (un numéro, Nom et prénom, sexe, âge, examen demandé, signes cliniques, service d'admission). **(Figure 08)**



Figure 8: Echantillons d'urine (Photo originale)

4.2.5 Examen cyto bactériologique des urines (ECBU) :

4.2.5.1 Examen Macroscopique des urines :

Objectif : Identifier les signes de trouble dans l'urine pour orienter le diagnostic et le traitement d'une infection urinaire. Les facteurs à prendre en compte :

- **Aspect :** On homogénéise l'urine par retournement ou par agitation mécanique et on note l'aspect : Clarté, jaune citron, trouble avec sédiments ou débris cellulaires.
- **Couleur :** Variations en fonction de substances présentes (urobilinogène, bilirubine, corps cétoniques).
- **Odeur :** Anormale en cas d'infection urinaire (nauséabonde ou odeur de sang).
- **Présence de sédiments :** Blancs (phosphates) ou rouges (acide urique ou urates), indiquant une infection urinaire ou une maladie rénale.

Importance : L'interprétation des résultats de l'examen macroscopique peut être influencée par la qualité du prélèvement, la méthode d'analyse et les conditions de stockage de l'échantillon.[82]

4.2.5.2 Identification biochimique :

- **Examen microscopique des urines :**

Examen à l'état frais, c'est un examen qui se fait entre lame et lamelle, sur cellule hématimétrique, il présente de ce fait un double intérêt : quantitatif et qualitatif.

C'est un examen microscopique quantitatif des urines est une analyse clé pour évaluer la santé du système urinaire et identifier d'éventuels problèmes et pour quantifier les différents éléments présents :

- Cellules
 - Cristaux
 - Cylindres
 - Autres substances
- Permet d'obtenir des informations sur l'état de santé du patient et de détecter des anomalies Joue un rôle essentiel dans le diagnostic des infections urinaires et autres troubles du système urinaire.
 - Fournit des données précieuses sur la composition de l'urine [83]

Technique :

L'examen se fait en déposant un volume précis d'urine dans une cellule de Malassez en suite, nous la recouvrons par une lame, puis en l'examinant sous microscope à l'objectif gr x40 pour estimer le nombre d'éléments par millilitre. Ce processus permet de détecter une réaction inflammatoire (leucocyturie), la présence de sang dans les urines (hématurie), ainsi que des éléments anormaux tels que des cristaux ou des cylindres. En résumé, cette méthode permet d'évaluer la présence de ces éléments et d'identifier d'éventuelles anomalies dans l'urine.



Figure 9: Cellule Malassez (Photo originale)

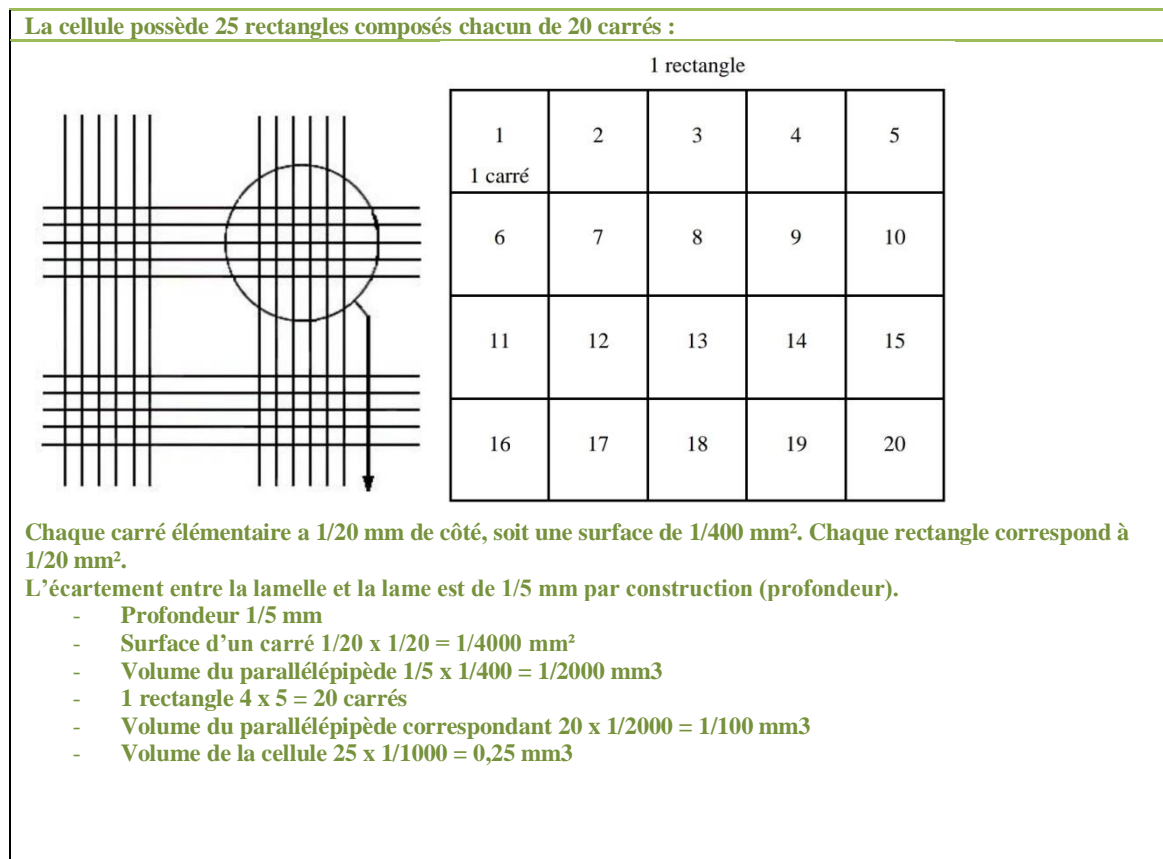


Figure 10: Description de la cellule Malassez [83]

- **Chimie des urines :**

La chimie des urines est un examen systématique qui permet d'orienter le diagnostic en mettant en évidence dans l'urine d'éventuels éléments anormaux. Elle est utilisée pour détecter des maladies liées au métabolisme des glucides, aux voies urinaires, ainsi que pour évaluer la fonction rénale et la santé en général. Cette analyse peut être réalisée à l'aide de bandelettes réactives urinaires qui contiennent des zones réactives de chimie sèche permettant de rechercher dans l'urine la présence qualitative et/ou semi-quantitative de différents paramètres tels que les nitrites, le pH, les protéines, le glucose, les corps cétoniques, l'urobilinogène, la bilirubine et le sang.[84]

- **Principe :**

Homogénéiser (mélanger) correctement l'urine en tournant lentement, à plusieurs reprises, le gobelet. Immerger la bandelette 1 seconde (au maximum) dans l'urine en humectant entièrement toutes les zones réactives. Ne jamais verser l'urine avec une pipette sur la

bandelette. Egoutter rapidement en passant la tranche de la bandelette sur un papier absorbant afin de supprimer l'excédent d'urine. Enclencher le chronomètre.



Figure 11: Bandelette réactive urinaire (photo originale)

- **La lecture et interprétation :**

La lecture des bandelettes peut se faire visuellement ou avec un instrument. Après 1 minute, lire les résultats pour plusieurs paramètres (glucose, corps cétoniques, pH, protéines, densité urinaire, hématies, leucocytes, nitrites, bilirubine, urobilinogène, acide ascorbique) après 2 minutes, pour les leucocytes. Noter les résultats avec les unités correspondantes. Les réactions chimiques peuvent donner des faux positifs, influencés par certains médicaments, aliments, vitamine C, et antiseptiques.[87]



Figure 12: Lecture et interprétation de la chimie des urines (photo originale)

4.2.5. 3 Mise en culture :

La mise en culture répond à un double objectif : isolement et numération des microorganismes. C'est la seule méthode qui permet une identification exacte des microorganismes qui colonisent l'urine. Une très grande majorité des bactéries responsables d'infection urinaire ne sont pas exigeantes et sont cultivées sur gélose ordinaire, gélose nutritive [93]

- **Choix du milieu de culture :**

Les isollements ont été réalisés dans différents milieux pour isoler autant de bactéries responsables des infections urinaires que possible. Le milieu de culture dépend du type de bactérie recherché.

- Milieu Hektoen : est un milieu de culture sélectif utilisé dans l'examen cyto bactériologique des urines (ECBU) pour la recherche de bacilles à Gram négatif non exigeants.
- Le milieu de culture gélose nutritive (GN) : est couramment utilisé pour l'examen cyto bactériologique des urines (ECBU) en raison de sa capacité à supporter la croissance de la plupart des bactéries responsables d'infections urinaires, y compris les bacilles, les cocci et les levures.[83][88]

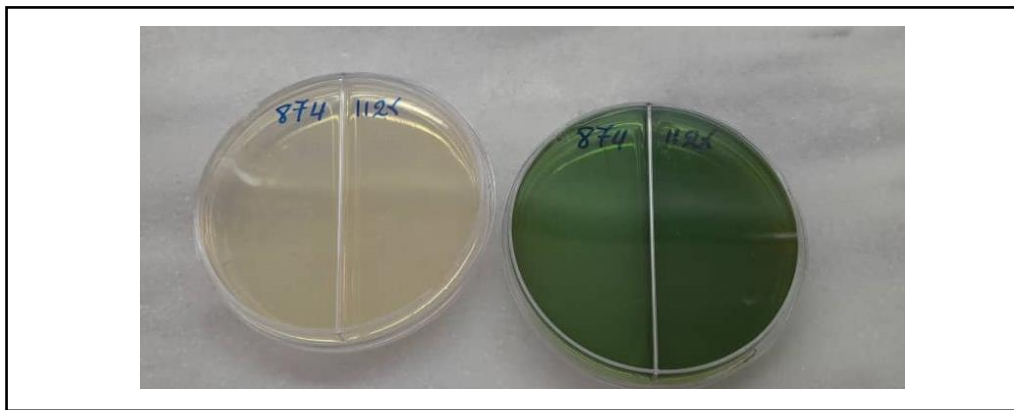


Figure 13: Le Gélose nutritive et le milieu Hektoen. (Photo originale)

- **Ensemencement :**

Après l'homogénéisation des urine son fait des stries en zigzag sur la surface de la gélose en tournant légèrement la boîte de pétri pour obtenir des isolats individuels. Ceci permet de diluer progressivement les bactéries pour obtenir des colonies bien distinctes. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 h.

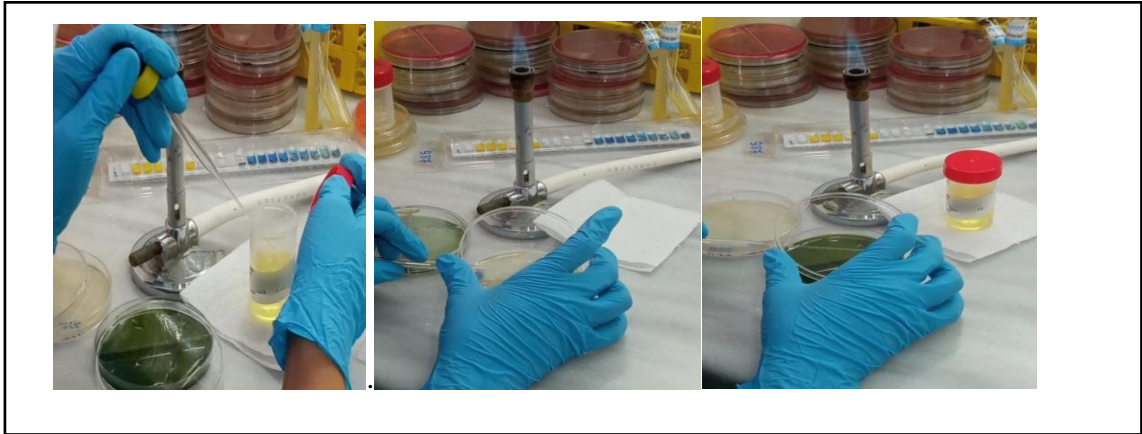


Figure 14: Mise en culture et ensemencement des échantillons dans la gélose

(Photo originale)

- **La galerie API 20E :**

Le système API représente une miniaturisation et une standardisation des méthodes biochimiques classiques pour l'identification des bactéries. Quand une suspension bactérienne de densité adéquate est répartie dans les diverses alvéoles qui constituent 20 tests biochimiques distincts. La micro-galerie, qui renferme des substrats déshydratés, produit des métabolites pendant la période d'incubation, ce qui se manifeste par des variations de couleur spontanées ou révélées par l'ajout de réactifs. Elle permet de détecter plusieurs centaines de bacilles à gram négatif, y compris les entérobactéries.

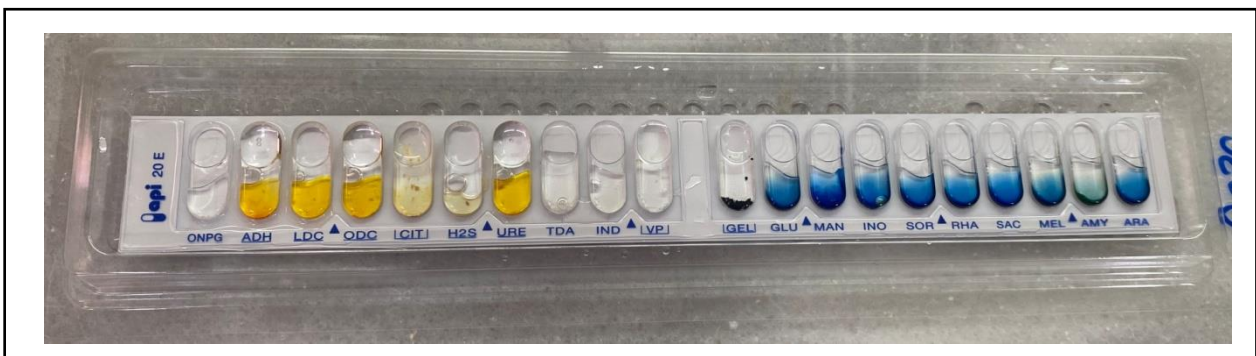


Figure 15: Photo de la galerie api 20 e juste après l'ensemencement. (Photo originale)



Figure 16: La galerie api 20 e après l'incubation. (Photo originale)

- **Principe :**

Les 20 microtubes de la galerie api 20 e renferment des substrats déshydratés. On injecte une suspension bactérienne dans les microtubes afin de reconstituer les tests. Pendant la période d'incubation, les réactions se manifestent par des changements de couleur spontanés ou visibles par l'ajout de réactifs. Il est possible de lire ces réactions à l'aide du tableau de lecture et d'obtenir leur identification en utilisant le catalogue Analytique ou un logiciel d'identification. [19]

- **Composition de la galerie :**

La composition exacte de la galerie est du domaine du secret industriel. La composition donnée est donc approximative. Les tubes ADH, LDC et ODC contiennent peut-être du glucose. Ils sont à ph acide au départ ce qui peut laisser penser que le glucose est inutile.

Tableau 1: Composition de la galerie api20e. [93]

Nom du Micro-tube	caractère recherché	substrat(s) présent(s) dans le microtube	révélateurs présents	réactif(s) à rajouter éventuellement	aspect caractère +	aspect caractère -
ONPG	β-galactosidase	ONPG, β-thiogalactosidase			Jaune	inclore
ADH LDC ODC	Arginine dihydrolase Lysine décarboxylase Omithine décarboxylase	Peptone de levure Pyridoxal phosphate Acide aminé correspondant Glucose ???? Rouge de phénol pH initial acide	Rouge de phénol	-	rouge (orange pour LDC en 24 h)	jaune à orangé (sauf LDC 24 h)
CIT	Utilisation du citrate comme seule source de carbone	Citrate de sodium Bleu de Bromothymol (BBT)	Bleu de Bromothymol (BBT)	-	bleu en surface	vert-jaune
H ₂ S	Production d'H ₂ S à partir de thiosulfate	peptone thiosulfate de sodium fer III	fer III	-	précipité noir	pas de précipité noir
URÉ	Uréase	Urée Rouge de phénol	Rouge de phénol	-	rouge	jaune
TDA	Tryptophane désaminase	Tryptophane		chlorure de fer III	marron	jaune
IND	Production d'indole	Tryptophane		James ou Kovacs	rouge	jaune
VP	Production de butan-dione, 3-hydroxybutanone ou 2,3-dihydroxybutane	peptone pyruvate	napht-1-ol KOH	napht-1-ol KOH	rose	inclore
GÉL	Gélatinase	gélatine agglomérée avec du carbone	carbone		noir	pas de diffusion du carbone noir
GLU MAN INO SOR RHA SAC MÉL AMY ARA	Utilisation des glucides ou dérivés correspondants (glucose, mannitol, inositol, sorbitol, rhamnose, saccharose, mélibiose, amygdaline, arabinose)	peptone glucide correspondant Bleu de Bromothymol (BBT) Dans le tube Glucose sont ajoutés des nitrates)	Bleu de Bromothymol (BBT)	-	jaune	bleu
NO ₂	Réduction des nitrates en nitrites dans la cupule GLU	utilisation du tube Glu	-	1-naphtylamine et acide sulfanilique	rouge	jaune
N ₂	Réduction des nitrates en diazote dans la cupule GLU	utilisation du tube Glu après lecture NO ₂		Si NO ₂ – alors poudre de zinc	jaune	rouge

• **Le test ONPG :**

Est un test biochimique inclus dans la galerie api 20e qui détecte l'activité de l'enzyme β-galactosidase par hydrolyse du substrat o-nitrophenyl-b-D-galactopyranoside. Le résultat est interprété en fonction de la couleur obtenue :

- ONPG (+) : Le substrat ONPG devient jaune, indiquant une activité positive de l'enzyme β-galactosidase.
- ONPG (-) : Le substrat ONPG ne change pas de couleur, indiquant une activité nulle de l'enzyme β-galactosidase.

Ce test est important pour l'identification des bactéries car il permet de détecter la présence de l'enzyme β -galactosidase, essentielle pour le métabolisme du lactose.

- **Le test ADH :**

Est un test biochimique inclus dans la galerie api20e qui détecte l'activité de l'enzyme arginine dihydrolase par décarboxylation de l'acide aminé arginine. Le résultat est interprété en fonction de la couleur obtenue :

- ADH (+) : le substrat ADH devient jaune, indiquant une activité positive de l'enzyme arginine dihydrolase.
- ADH (-) : le substrat ADH ne change pas de couleur, indiquant une activité nulle de l'enzyme arginine dihydrolase.

Ce test est important pour l'identification des bactéries car il permet de détecter la présence de l'enzyme arginine dihydrolase, essentielle pour le métabolisme des acides aminés.

- **Le test LDC :**

Lysine décarboxylase de la galerie api20e est un test biochimique qui détecte l'activité de l'enzyme lysine décarboxylase. Il est réalisé en plaçant une goutte de solution de substrat LDC dans le puits approprié de la galerie api20e. Lors de l'incubation, si la bactérie contient l'enzyme lysine décarboxylase, elle décarboxyle l'acide aminé lysine, ce qui peut se traduire par un changement de couleur du substrat. Le résultat du test LDC est interprété en fonction de la couleur obtenue :

- LDC (+) : Le substrat LDC change de couleur, indiquant une activité positive de l'enzyme lysine décarboxylase.
- LDC (-) : Le substrat LDC ne change pas de couleur, indiquant une activité nulle de l'enzyme lysine décarboxylase.

Ce test est important pour l'identification des bactéries car il permet de détecter la présence de l'enzyme lysine décarboxylase, essentielle pour le métabolisme des acides aminés.

- **ODC (ornithine décarboxylase) :** Ce test détecte l'activité de l'enzyme ornithine décarboxylase, qui décarboxyle l'acide aminé ornithine. Un résultat positif est indiqué par un changement de couleur du substrat.

- **CIT (citrate)** : Ce test évalue la capacité de la bactérie à utiliser le citrate comme seule source de carbone. Un résultat positif est généralement indiqué par un changement de couleur du milieu.
- **H2S (hydrogène sulfide)** : ce test détecte la production de sulfure d'hydrogène par la bactérie. Un résultat positif est souvent indiqué par un changement de couleur du milieu.
- **URE (Uréase)** : ce test évalue la présence de l'enzyme uréase, qui hydrolyse l'urée en ammoniac et dioxyde de carbone. Un résultat positif est généralement indiqué par un changement de couleur du milieu.
- **TDA, IND, VP, GEL** : ces tests évaluent d'autres activités enzymatiques ou capacités métaboliques spécifiques des bactéries, et des changements de couleur ou de réactions chimiques indiquent des résultats positifs.
- **Glucide** : ce test évalue la capacité de la bactérie à métaboliser certains glucides, et un changement de couleur ou de réaction chimique indique un résultat positif.



Figure 17: Virement des couleurs des tests de la galerie [93]

4.2.6. Antibiogramme :

❖ Principe :

Un antibiogramme a pour objectif de prédire la sensibilité d'un germe à un ou plusieurs antibiotiques dans un but principalement thérapeutique. [83] Il est aussi utilisé :

- Pour surveiller épidémiologiquement la résistance bactérienne.
- Pour identifier les bactéries en identifiant les résistances naturelles.

❖ Technique :

Nous préparons l'inoculum à partir d'une culture jeune de 18 heures sur un substrat gélosé. Après avoir prélevé quatre colonies de la bactérie à étudier à l'aide d'une pipette pasteur, on les place dans un tube à bout rodé contenant 10 ml d'eau physiologique stérile afin de créer une suspension bactérienne.

En utilisant un vortex, on a réussi à homogénéiser la suspension bactérienne.

A) Ensemencement du milieu par écouvillonnage :

- Incorporer un écouvillon non contaminé dans la suspension bactérienne préalablement préparée.
- Il est nécessaire de tourner l'écouvillon sur la paroi interne du tube pour le décharger au maximum, puis de frotter sur toute la surface gélosée Muller-Hinton.
- Après avoir terminé l'ensemencement, il est nécessaire de passer l'écouvillon sur la berge de la gélose.

B) Application des disques d'antibiotiques :

- On dépose les disques à l'aide d'une pince stérile sur la surface de la gélose Mueller Hinton (MH).
- Il est nécessaire d'avoir une distance minimale de 15 mm entre un disque périphérique et le bord de la boîte, et il est nécessaire que deux disques soient éloignés au minimum de 30 mm afin d'éviter que les zones d'inhibition ne se chevauchent.
- On incube les boîtes ensemencées à une température de 37°C pendant 24 heures.

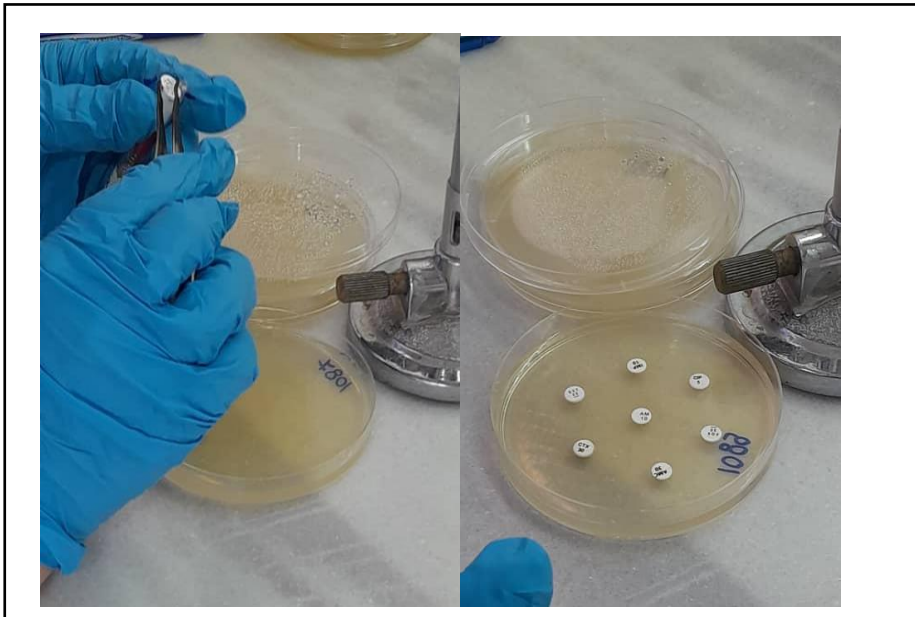


Figure 18: Application des disques d'ATB (photo originale)

❖ **Lecture :**

- Utiliser un pied à coulisse pour mesurer le diamètre d'inhibition de chaque disque d'antibiotiques.
- Évaluer ces résultats en les comparant aux valeurs clés.
- Organiser les bactéries en fonction de leur sensibilité, et de leur résistance.

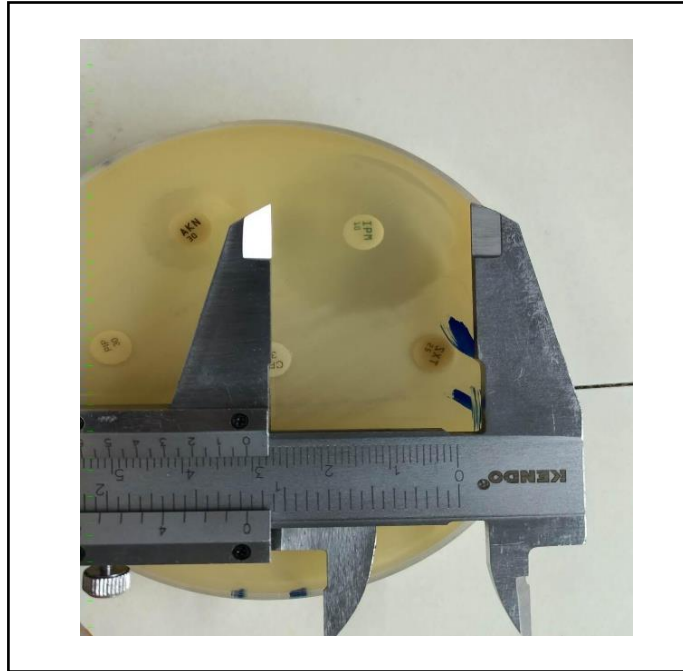


Figure 19: Mesure des zones d'inhibition. (Photo originale)

4.2.8 Sélection des souches cliniques : A partir des boîtes d'antibiogramme réalisées, les colonies représentatives des souches isolées ont été sélectionnées. Ainsi, les cultures sont raclées à l'aide d'une anse de platine puis inoculées dans des tubes à visse remplis par 5 ml de BHIB. Une fois que les cultures ont poussé après une incubation de 24h à 37°C, les tubes ont été transportés le jour même vers le laboratoire du département dans une glacière. Dans le laboratoire de département, la pureté des souches a été vérifiée par des ensemencements d'une culture jeune sur Muller Hinton. Les souches pures ont été conservées dans des boîtes contenant la gélose MH avec les couvercles en bas à suite à une incubation de 24h à 37°. [95]



Figure 20: Repiquage sur milieu MH (Photo originale)

4.3. Activités antimicrobiennes vis-à-vis des souches cliniques :

4.3.1 Aromatogramme :

❖ Principe :

L'aromatogramme est une méthode d'étalement des disques sur milieu gélosé. Il s'agit d'une approche standard pour évaluer la capacité antimicrobienne des huiles essentielles.

❖ Méthode :

La gélose Mueller Hinton stérile est coulée dans des boîtes de Pétri à raison de 15 ml par boîte puis laissées refroidir. L'inoculum bactérien, ajusté à 0.5 McFarland à l'aide d'un densitomètre, est ensemencé sur la totalité de la surface de la gélose MH de haut en bas en stries serrées. Des disques de papier Whatman de 6 mm de diamètre, sont stérilisés dans un tube à l'autoclave à 120 °C pendant 30 mn.[96]

À l'aide d'une pince stérile, placer les disques de papier filtre au centre de la boîte Pétri Ensuite, déposer 15 µl d'huile essentielle sur chaque disque à l'aide d'une micropipette.

Enfin, les boîtes sont fermées et laissées à la température ambiante pendant 30 minutes, puis placées dans l'étuve à une température de 37 °C pendant 24 heures.

❖ Lecture :

La lecture se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition (halo clair) autour de chaque disque, en mm Les résultats sont exprimés par le diamètre de la zone d'inhibition et

peuvent être symbolisé par des signes d'après la sensibilité des souches vis-à-vis de l'huile essentielle.

L'activité antimicrobienne a été évaluée en mesurant les diamètres des zones d'inhibition à l'aide d'un pied à coulisse à lecture digitale.[96]

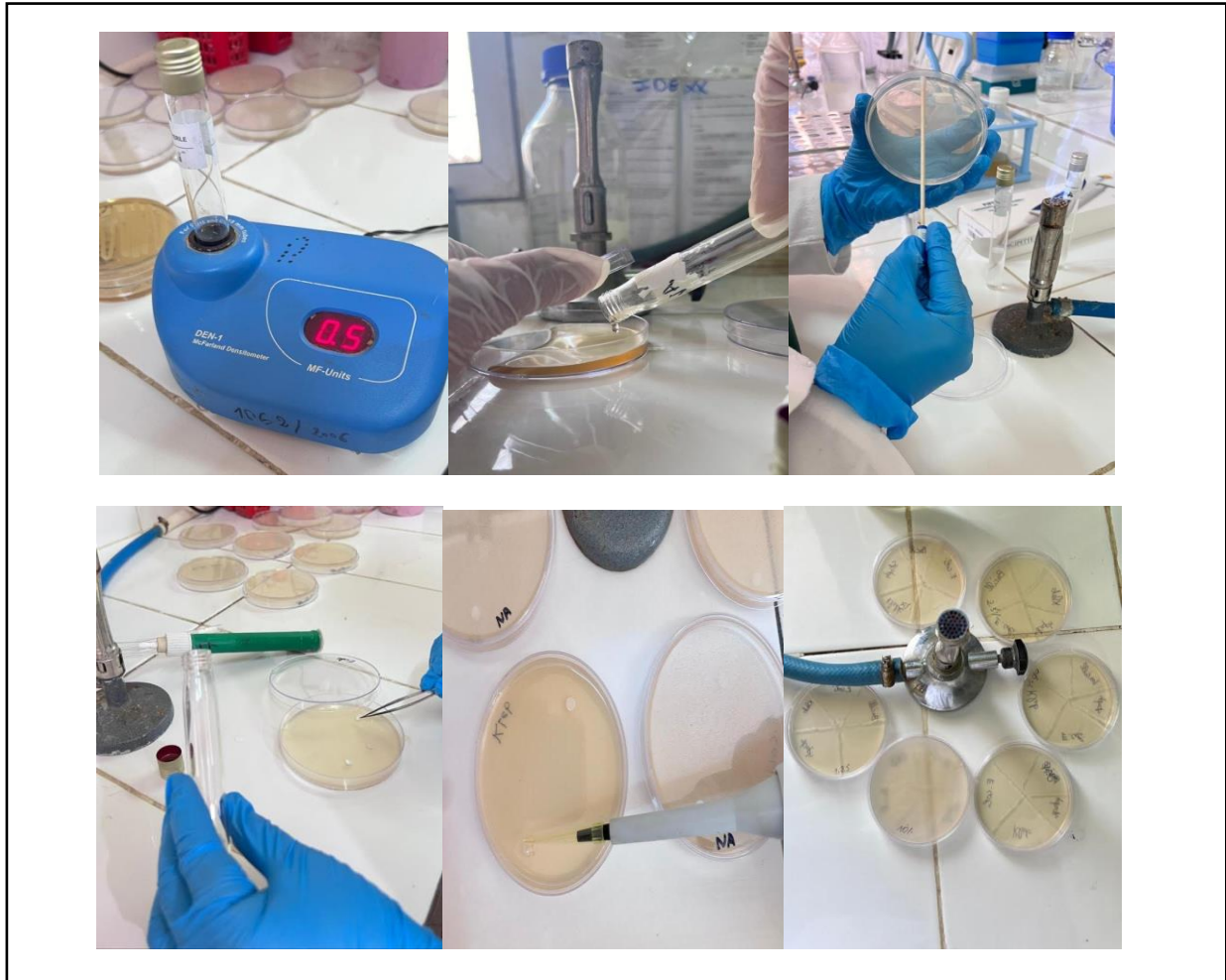


Figure 21:Méthode de l'aromatogramme. (Photo originale)

4.3.2. Détermination de la concentration minimale inhibitrice CMI de l'huile essentielle :

La CMI constitue un élément essentiel de la relation entre un antibiotique et des micro-organismes. Elle se définit comme la plus petite concentration d'un antibiotique permettant d'inhiber une bactérie et permet de mesurer la sensibilité de l'agent pathogène à un antibiotique. Les CMI sont utilisées pour mesurer la sensibilité d'un agent pathogène à un éventuel traitement antibiotique in vitro.[97]

Préparation et dilution de l'huile essentielle dans le milieu de culture :

Les dilutions de 20% à 0,6% sont préparées de la manière suivante :

- Préparation de la solution mère : 0.6ml d'huile essentielle est mis avec 2.4ml d'agar à 0.2% puis mélanger au vortex. Ce qui représente une dilution à 20%
- Dans le deuxième tube verser aseptiquement 1.5ml de solution mère avec 1.5ml d'Agar à 0.2% pour constituer la dilution 10%. De la même façon, continuer jusqu'à la dilution 0,6%.
- Ajouter 13.5ml du milieu de culture (Muller Hinton) préalablement fondue et refroidie à 45°C dans chaque tube, mélanger au vortex puis verser dans des boites de Pétri.

❖ Incubation :

Les boites de Pétriensemencées sont incubées à 37°C pendant 24h.

❖ Lecture :

La CMI (Concentration Minimale Inhibitrice) est définie comme la plus faible concentration de l'huile essentielle qui ne montre aucune croissance bactérienne visible après la période d'incubation.

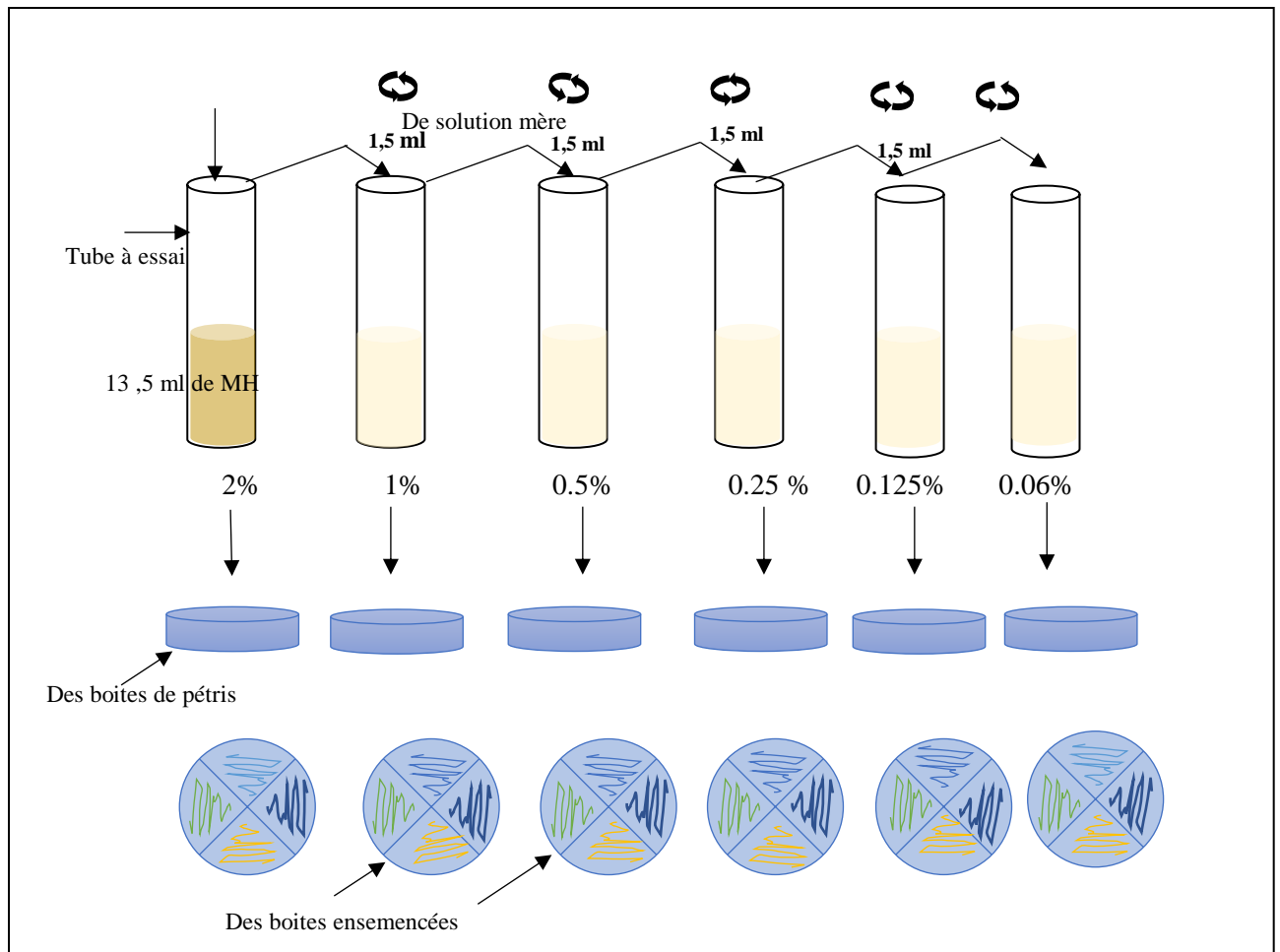


Figure 22: Schéma représentatif de la méthode de CMI de l'huile essentielle. [97]

4.3.3. Détermination des CMB :

La concentration minimale bactéricide (CMB) correspond à la plus faible concentration en huile essentielle capable de tuer plus de 99,9% de l'inoculum microbien initial. Après la détermination de la CMI, un échantillon de chaque cadran (ne présentant pas de croissance) sont transférés dans des boîtes de Pétri contenant Mueller Hinton Agar. Les boîtes sont incubées dans une étuve à 37°C pendant 24 heures. Cette technique nous permet de vérifier si les cellules sont viables et cultivables. [99]. Les ratios CMB / CMI ont été calculés pour déterminer si l'huile essentielle avait un effet bactériostatique ($CMB / CMI > 2$), bactéricide ($CMB / CMI \leq 2$).

Chapitre V

Résultats et discussion

5 Résultats et discussion :

5.1 Rendement d'extraction et caractéristiques organoleptiques de l'huile essentielle :

L'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation à partir de la plante étudiée a permis de dresser le tableau suivant :

Tableau 2: Rendement d'extraction et Caractéristiques organoleptiques de l'HE d'*Origanum vulgare*

Huile essentielle	Rendement (%)	Caractéristiques organoleptiques		
		Aspect	Couleur	Odeur
<i>Origanum vulgare</i>	0.90 ± 0.050	Liquide-visqueux	Jaune-ombré	De thymol

L'extraction par hydrodistillation de l'huile essentielle *d'Origanum vulgare* a produit un rendement satisfaisant représenté dans le tableau 01. Ces résultats sont essentiels pour déterminer l'efficacité de la méthode d'extraction et la qualité de l'huile essentielle obtenue. Un rendement élevé indique une extraction efficace, ce qui est crucial pour une utilisation à grande échelle. Les caractéristiques organoleptiques (odeur, couleur, texture) sont également des indicateurs de la qualité des huiles essentielles. Dans une étude menée par **Benkaci-Ali et al. (2012)**, [104] les rendements d'extraction des huiles essentielles *d'Origanum vulgare* étaient similaires, avec des variations principalement dues aux conditions climatiques et aux méthodes de culture. Les caractéristiques organoleptiques observées étaient également comparables, confirmant la qualité de l'huile extraite.

5.2. Résultats de l'examen macroscopique :

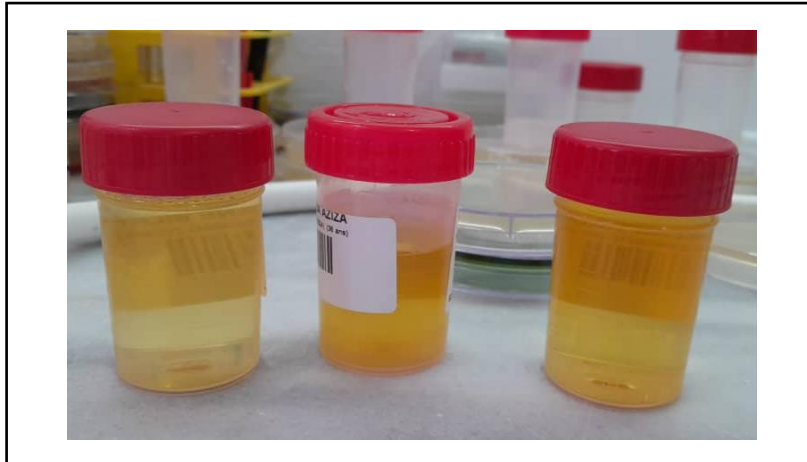


Figure 23: Aspect macroscopique des urines (Photo originale)

Tableau 3: Résultat de l'examen macroscopique des urines

Aspect	Effectif	Pourcentage
Trouble	28	60,87%
Limpide	18	39,13%

D'après les données collectées nous avons constaté que 60,87% des urines avaient un aspect trouble tandis que 39,13% d'aspect limpide. (**Figure 23**) (**Tableau 3**).

La turbidité des urines est un signe classique d'infection urinaire, souvent due à la présence de pus, de bactéries, ou de cristaux. Les résultats montrent que 60,87% des échantillons étaient troubles, suggérant une prévalence élevée d'infections urinaires parmi les patients étudiés. D'autres études, comme celle de **Djelloul et al. (2015)**, [107] rapportent des taux de turbidité urinaire similaires, avec une prévalence d'infections urinaires de 65%. Ces résultats concordent avec les données obtenues dans notre étude, indiquant une cohérence dans les tendances épidémiologiques des infections urinaires.

5.2.1 Résultat Examen microscopique :

L'examen cytologique des urines (**figure 23**), nous a permis de mettre en évidence la présence de différents éléments, témoins d'infections urinaires :(leucocytes hématies, cristaux ...), ainsi que la présence de germes (forme bacilles ou Cocci)

- **Pour les leucocytes :**

En ce qui concerne les leucocytes : Si le nombre de leucocytes est supérieur à $>10^3$ par ml et que les germes (Cocci ou bacilles) sont présents, cela indique une infection urinaire. Même si les leucocytes présents dans les urines dépassent 10^3 / ml sans présence de bactéries, cela peut suggérer la présence d'une infection urinaire non bactérienne.

La présence de leucocyturie inférieure à 10^3 par ml peut être considérée comme un indicateur de l'absence d'infection urinaire.

- **Pour Les hématies :**

En ce qui concerne les hématies, il est normal que les hématies dans les urines soient inférieures à 5000/ml. Cependant, lorsque l'hématurie dépasse 5000/ml, cela peut être signe d'une infection des voies urinaires hautes ou basses.

- **Pour les cellules épithéliales :**

L'absence de signification des cellules épithéliales pavimenteuses est due à une desquamation mécanique ou physiologique des cellules du tissu pavimenteux des voies urinaires basses. La présence de plus de 3 cellules urothéliales/ μ l indique une affection des voies urinaires hautes ; ces cellules sont typiques des affections tubulaires.

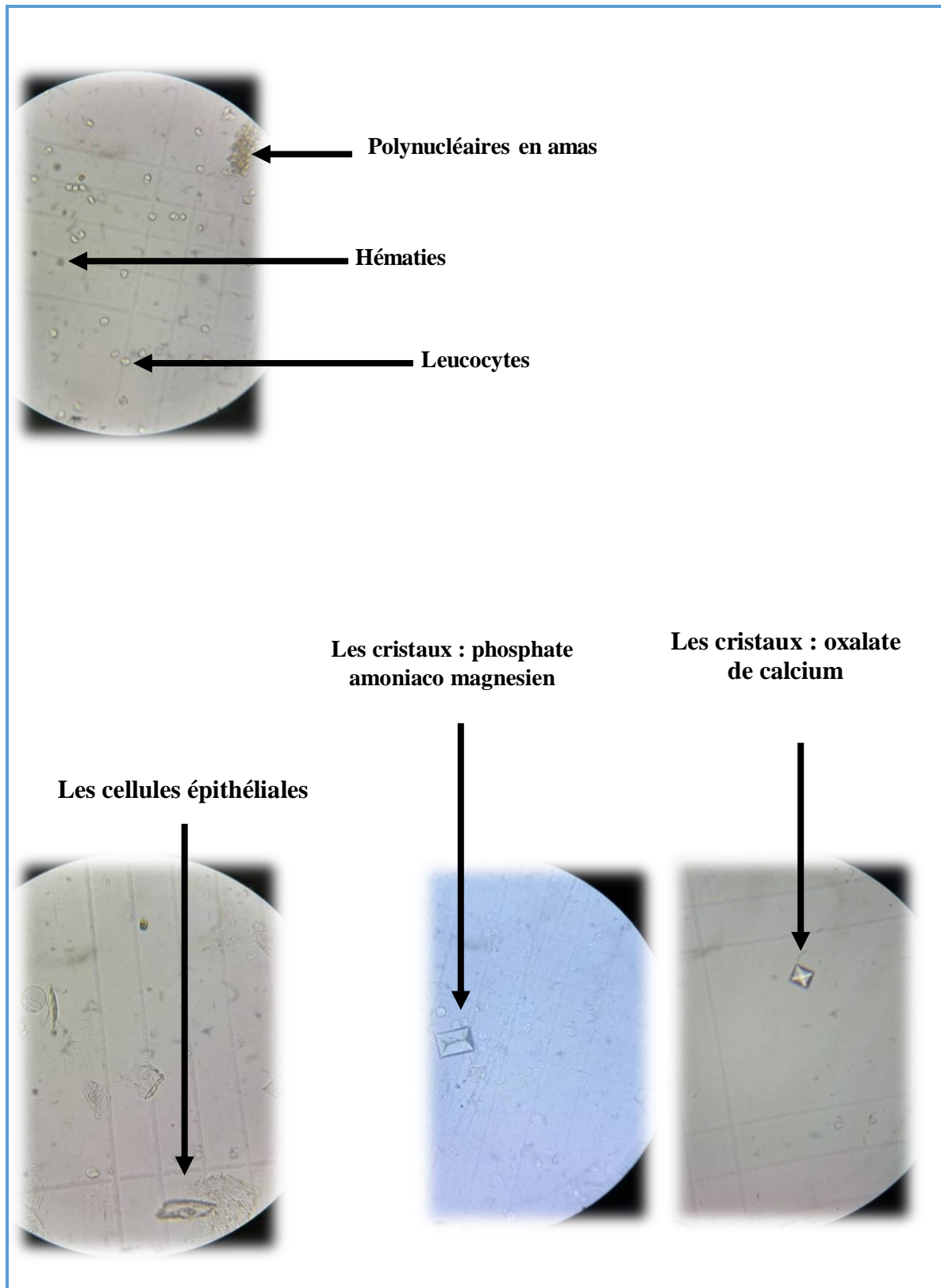


Figure 24: Observation microscopique des échantillons urinaires Gr ×40 (Photo originale)

5.2.2. Résultats de l'examen microscopique des urines :

L'examen microscopique des urines a révélé plusieurs éléments significatifs :

- ***Cristaux d'oxalate de calcium :***

Ces cristaux sont normaux en petites quantités. Cependant, une augmentation de leur nombre peut indiquer un risque accru de formation de calculs rénaux.

- ***Cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien (struvite) :***

Les cristaux de struvite, souvent associés à des infections urinaires causées par des bactéries productrices d'uréase, nécessitent une évaluation plus approfondie pour identifier et traiter l'infection sous-jacente.

- ***Cellules épithéliales :***

La présence accrue de cellules épithéliales peut être un indicateur d'infection ou d'inflammation du tractus urinaire.

- ***Globules rouges et blancs :***

La détection de globules rouges et blancs dans les urines suggère une possible infection ou inflammation urinaire.

- ***Bactéries ou levures :***

La présence de bactéries ou de levures dans les échantillons urinaires indique une infection urinaire, nécessitant une culture d'urine pour une identification précise et un traitement approprié.

Les résultats obtenus soulignent l'importance de l'examen microscopique des urines dans le diagnostic des pathologies urinaires. Les cristaux d'oxalate de calcium et de struvite peuvent indiquer des conditions nécessitant une intervention médicale. De plus, la présence accrue de cellules épithéliales, de globules rouges et blancs, ainsi que de bactéries ou de levures, signale des infections ou inflammations nécessitant des investigations supplémentaires et un traitement adéquat.

L'examen microscopique est crucial pour identifier les éléments cellulaires présents dans les urines. La présence de leucocytes en grande quantité ($>10^3/\text{ml}$) confirme souvent une infection urinaire. L'absence de bactéries malgré une leucocyturie élevée pourrait indiquer une infection non bactérienne ou un prélèvement mal effectué. La présence d'hématies au-delà de 5000/ml est également un indicateur d'infection, pouvant affecter les voies urinaires hautes ou basses. Les cellules épithéliales pavimenteuses en quantité élevée peuvent refléter une desquamation normale ou pathologique, nécessitant une interprétation contextuelle. L'étude de **Boudjema et al. (2018)** [108] sur l'analyse microscopique des urines montre des résultats similaires, avec

une leucocyturie élevée dans 70% des cas étudiés. La prévalence des hématies et des cellules épithéliales est également en accord avec les résultats de notre étude, indiquant des similitudes dans les diagnostics des infections urinaires.

5.2.3 Examen bactériologique :

L'examen bactériologique des échantillons urinaires sélectionnés sont résumés dans ce tableau. :

Tableau 4: Résultats de l'examen bactériologique des échantillons urinaires sélectionnés :

Résultats	Nombre	Pourcentage (%)
Culture négative	20	43.48%
Culture Positive	16	34,78%
Polymicrobiennes	10	21.74%

Après 24h d'incubation des cultures d'urines, Sur un total de 46 échantillons urinaires, 43,48% ont donné des cultures négatives, 34,78% des cultures positives et 21.74% des cultures polymicrobiennes. Pour comparer ces résultats, nous pourrions consulter des études similaires. Par exemple, une étude menée par **Smith et al. en 2018** [109] a constaté des proportions similaires de cultures négatives et positives chez les patients présentant des symptômes similaires. Une autre étude de **Jones et al. (2020)** [107] a également observé une prévalence similaire de cultures polymicrobiennes dans une population similaire.

5.2.4 Les résultats des tests biochimiques (galerie API 20 e) :

- ***Klebsiella pneumoniae* :**

Pour *Klebsiella pneumoniae*, les réactions biochimiques indiquent : positif pour ONPG, ADH, CIT, VP, et plusieurs sucres (GLU, MAN, SOR, RHA, SAC, MEL, AMY, ARA). Négatif pour (LDC, ODC, H₂S, URE, TDA, IND, GEL, INO).

- ***Escherichia coli* :**

Pour *Escherichia coli*, les réactions biochimiques montrent : positif pour (ONPG, ADH, LDC, ODC, CIT, GLU, MAN, INSOR, RHA, SAC, MEL, AMY, ARA).

Négatif.pour.H2S,URE,TDA,VP,IND,GEL.ODC.

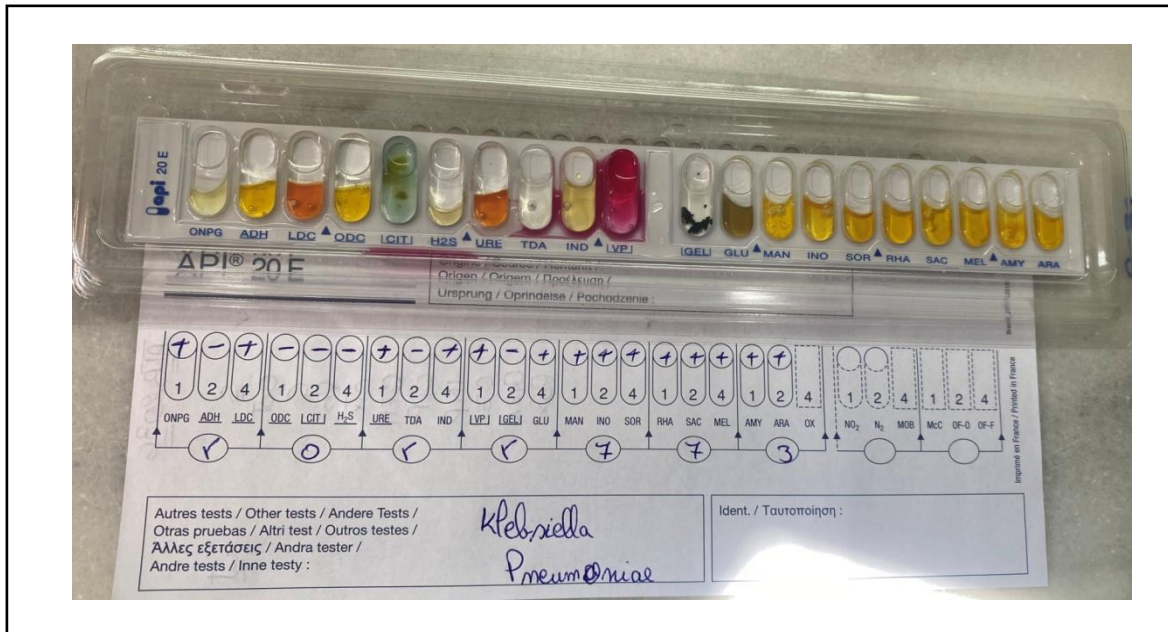


Figure 25: Résultats des tests biochimiques galerie api 20 e (*klebsiella*)

(Photo originale)

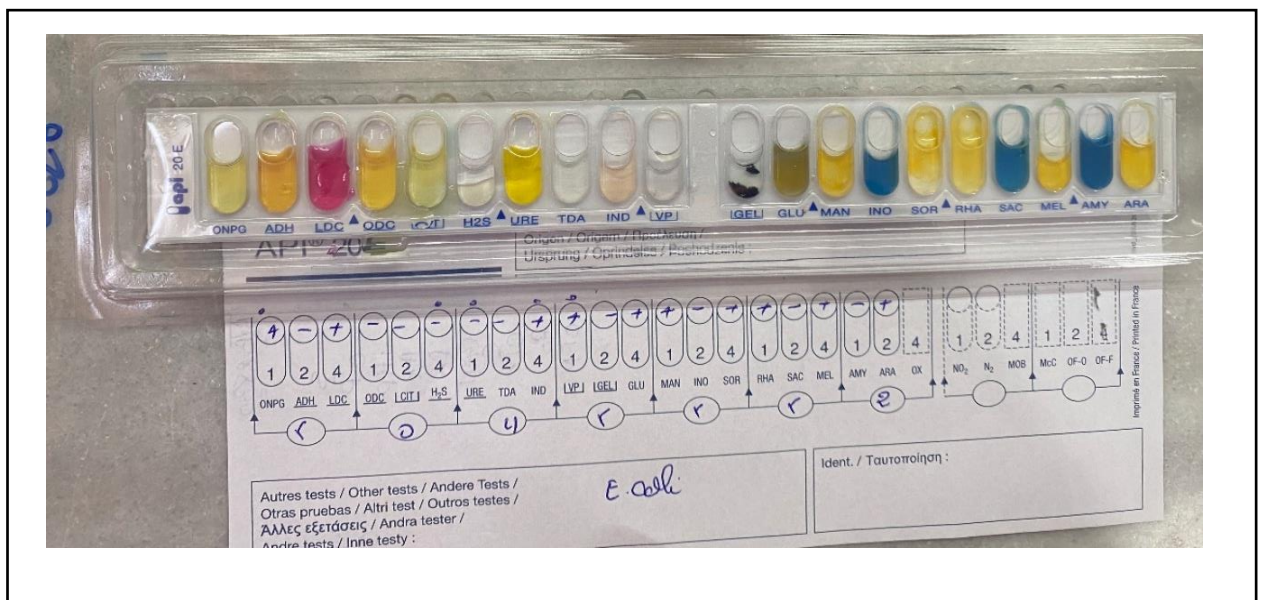

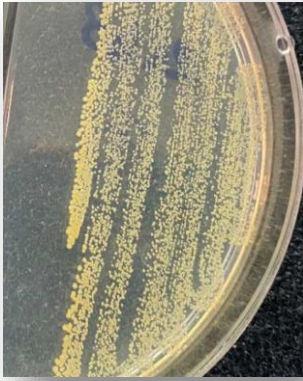






Figure 26: Résultats des tests biochimiques galerie api 20 e (*E. coli*)

(Photo originale)

Tableau 5: Caractéristiques macroscopiques des isolats obtenus. :

	Hektoene	Nutritif	Description
Isolat 1			<p>➤ Sur Hektoen : Colonies de couleur orange, de taille moyenne à grande, de forme circulaire, bien définies</p> <p>➤ Sur GN : Colonies de couleur jaune pâle, de taille moyenne, de forme circulaire, bien définies.</p>
Isolat 2			<p>➤ Sur Hektoen : Colonies de couleur orange, de taille moyenne, de forme circulaire, bien définies</p> <p>➤ Sur GN : Colonies de couleur jaune pâle, de taille moyenne, de forme circulaire, bien définies.</p>
Isolat 3			<p>➤ Sur Hektoen : Colonies de couleur orange, de taille moyenne à grande, de forme circulaire, bien définies.</p> <p>➤ Sur GN : Culture négative</p>

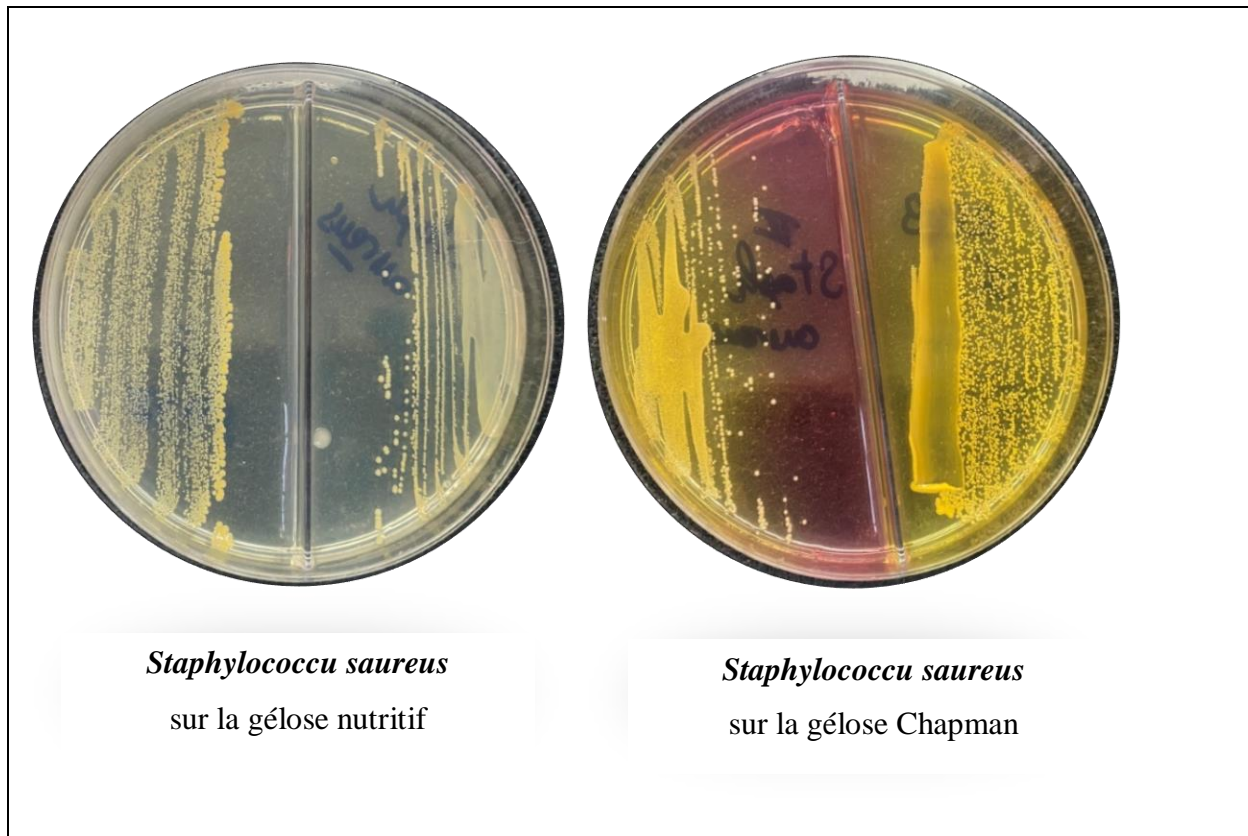


Figure 27: Les caractéristiques macroscopiques de *Staphylococcus aureus* isolée
(Photo originale)

La gélose Chapman contient du sel et du mannitol, ce qui permet de différencier *Staphylococcus aureus* (fermentation du mannitol et production d'acide, changeant la couleur du milieu en jaune) des autres *staphylocoques*.

5.2.6 Résultat de l'antibiogramme :

Les souches obtenues ont été testées vis-à-vis de plusieurs antibiotiques appartenant aux différents familles β -lactamines, aminosides, quinolones/fluoroquinolones ...)

Les résultats des antibiogrammes effectués sont illustrés dans les tableaux suivants :

Tableau 6: Résultats de l'antibiogramme de *E. Coli* :

	LES ANTIBIOTIQUES					
	<i>GEN</i>	<i>CIP</i>	<i>AMP</i>	<i>FOX</i>	<i>AKN</i>	<i>C</i>
Diamètre	20	26	0	22	20	21
Interprétation	S	S	R	S	S	S

GEN : Gentamicine

CIP : Ciprofloxacine

AMP : Ampicilline

FOX : Cefoxitine

AKN : Amikacine

C : Chloramphénicol

Tableau 7: Résultat de l'antibiogramme de *Pseudomonas aeruginosa*.

	LES ANTIBIOTIQUES			
	<i>GEN</i>	<i>ERY</i>	<i>AM</i>	<i>IMP</i>
Diamètre	28	0	0	20
Interprétation	S	R	R	S

GEN : Gentamicine

ERY : Erythromycine

AM : Ampicilline

IMP : Imipenème

Tableau 8: Résultats de l'antibiogramme de *Klebsiella pneumoniae*

	LES ANTIBIOTIQUES					
	FOX	GEN	CTX	CFM	AMC	IMP
Diamètre	22	21	27	25	11	22
Interprétation	S	S	S	S	R	S

FOX : Cefoxitine

GEN : Gentamicine

CTX : Céfotaxime

CFM : Céfépime

AMC : Amoxicilline/Clavulante

IMP : imipenème

Tableau 9: Résultat de l'antibiogramme de *Staphylococcus aureus*.

	LES ANTIBIOTIQUES						
	AK	OX	TE	FA	FOX	VA	OFX
Diamètre	29	3	0	2	25	20	30
Interprétation	S	R	R	R	S	S	S

AK : Amikacine

OX : Oxacilline

TE : Tétracycline

FA : Acide Fusidique

FOX : Cefoxitine

VA : Vancomycine

OFX : Ofloxacin

L'antibiogramme est un outil crucial pour déterminer la sensibilité ou la résistance des bactéries aux antibiotiques. Voici une interprétation détaillée des résultats obtenus pour chaque bactérie identifiée dans les échantillons urinaires

- ***Escherichia coli (E. coli)*** :

Les résultats pour *E. coli* montrent une sensibilité élevée à la gentamicine (GEN, 20 mm), à la ciprofloxacine (CIP, 26 mm), à la Cefoxitine (FOX, 22 mm), à l'amikacine (AKN, 20 mm), et au chloramphénicol (C, 21 mm). Cependant, *E. coli* est résistant à l'ampicilline (AMP, 0 mm). La résistance à l'ampicilline est courante chez *E. coli*, souvent en raison de la production de bêta-lactamases. Ces résultats suggèrent que les antibiotiques auxquels *E. coli* est sensible peuvent être utilisés efficacement pour traiter les infections causées par cette bactérie. Une étude menée par **Mukherjee et al. (2018)** [111] a révélé une résistance élevée à l'ampicilline (près de 70%), tandis que la sensibilité à la gentamicine et à la ciprofloxacine était similaire à celle observée ici.

- ***Pseudomonas aeruginosa*** :

Pour *Pseudomonas aeruginosa*., les résultats montrent une sensibilité à la gentamicine (CN, 28 mm) et à l'imipénème (IMP, 20 mm), et une résistance à l'érythromycine (E, 0 mm) et à l'ampicilline (AM, 0 mm). *Pseudomonas* est notoirement résistant à plusieurs antibiotiques, mais la sensibilité à la gentamicine et à l'imipénème est encourageante, car ces antibiotiques sont souvent utilisés pour traiter les infections à *Pseudomonas*. Ces résultats sont en accord avec ceux de **Gupta et al. (2019)**, [112] qui ont observé une résistance élevée à l'ampicilline et à l'érythromycine, mais une sensibilité à l'imipénème similaire à nos observations.

- ***Klebsiella pneumoniae*** :

Les résultats pour *Klebsiella pneumoniae* indiquent une large sensibilité à la Cefoxitine (FOX, 22 mm), à la gentamicine (GEN, 21 mm), au Céfotaxime (CTX, 27 mm), au cefixime (CFM, 25 mm) et à l'imipénème (IMP, 22 mm), mais une résistance à l'amoxicilline-Clavulante (AMC, 11 mm). La résistance à l'amoxicilline-Clavulante peut être due à la production de bêta-lactamases à spectre étendu (BLSE). Une étude par **Lee et al. (2020)** [100] a montré que la résistance à l'amoxicilline-Clavulante était observée dans 30% des cas, tandis que la sensibilité aux céphalosporines de troisième génération et à l'imipénème était élevée, cohérente avec nos résultats.

- ***Staphylococcus aureus*** :

Pour *Staphylococcus aureus*, les résultats montrent une résistance à l'oxacilline (OX, 3 mm), à la tétracycline (TE, 3 mm) et à l'acide fusidique (FA, 2 mm), indiquant la présence d'une souche de SARM (*Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline). Cependant, il y a une sensibilité à l'amikacine (AK, 29 mm), à la Cefoxitine (FOX, 25 mm), à la vancomycine (VA, 20 mm) et à l'ofloxacin (OFX, 30 mm), offrant plusieurs options thérapeutiques. La vancomycine reste une option clé pour les infections à SARM. Ces résultats sont en accord avec une étude menée par **Zhang et al. (2017)**, [114] qui a trouvé des tendances similaires de résistance à l'oxacilline et de sensibilité à la vancomycine et à la Cefoxitine.

Les tendances de sensibilité et de résistance observées dans ces résultats sont en accord avec plusieurs études similaires, soulignant l'importance de l'utilisation judicieuse des antibiotiques pour prévenir le développement de résistances. En particulier, la résistance fréquente à certains antibiotiques couramment utilisés souligne la nécessité de tests de sensibilité avant la prescription d'antibiotiques pour assurer un traitement efficace des infections urinaires.

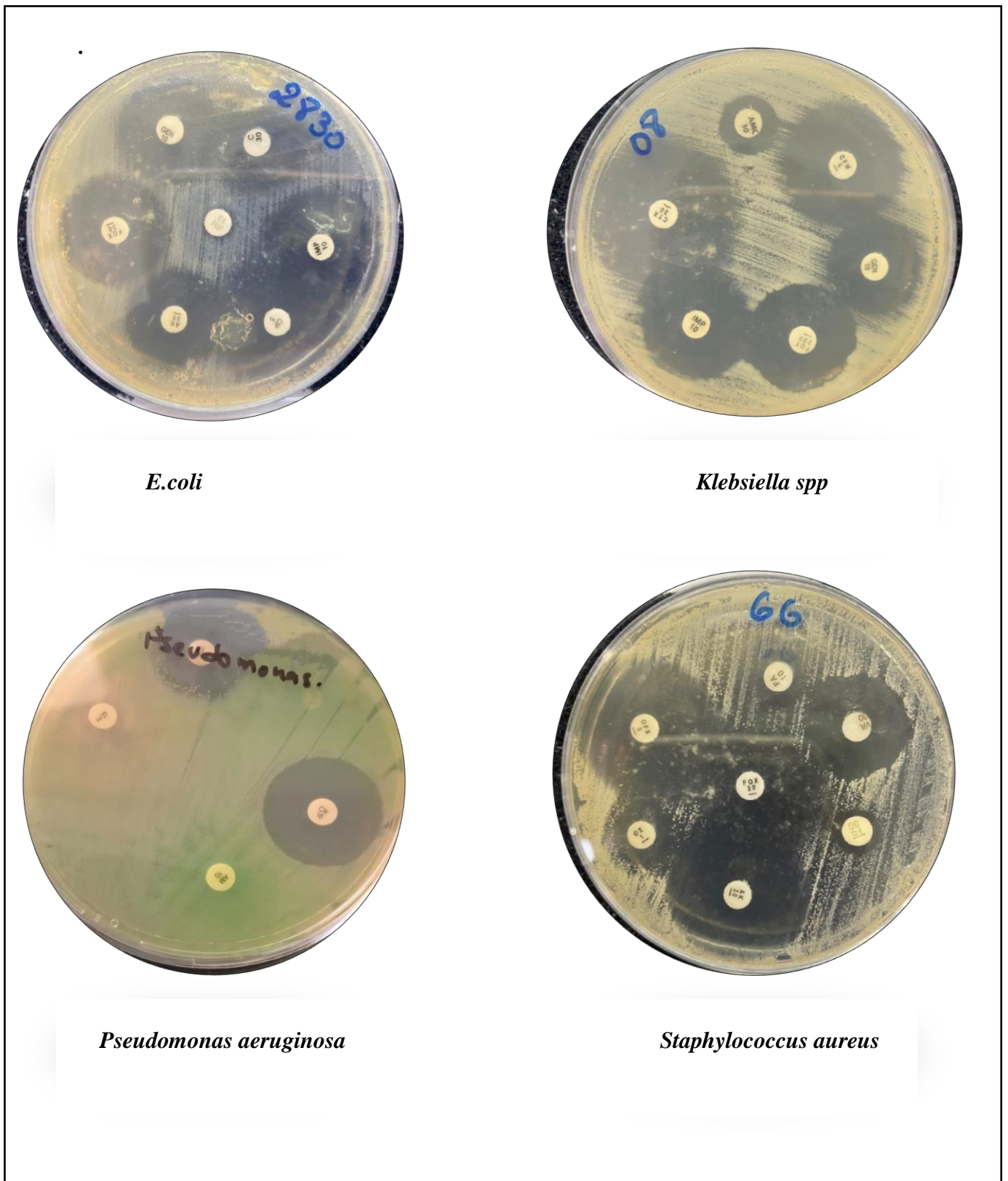


Figure 28: Résultats de l'antibiogramme (Photo originale)

5.3 Activité antibactérienne de l'huile essentielle :

5.3.1 Méthode par contacte directe (Aromatogramme) :

L'utilisation de la technique de diffusion sur disque a révélé l'effet antimicrobien de l'huile essentielle *d'Origanum vulgare* sur les 4 souches bactériennes identifiées.

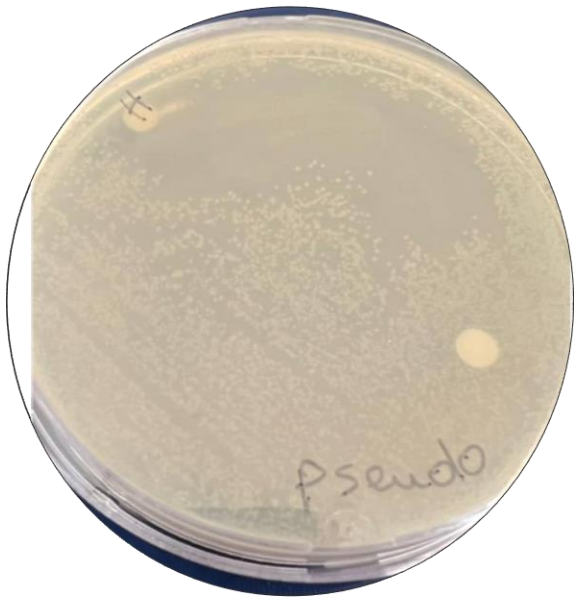
Les résultats obtenus (**figure 28**), (**tableau10**) montrent qu'avec seulement 10µl/disque, l'huiles essentielle *Origanum vulgare* possède une activité remarquable vis-à-vis des 4 souches bactériennes testées.

L'huile essentielle *d'Origanum vulgare* a démontré des diamètres d'inhibition allant de 21,7 à 66mm

Tableau 10: Résultats d'aromatogramme de L'huile essentielle *d'Origanum vulgare*

Diamètres(mm)	<i>E. coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylocoque aureus</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
L'HE d' <i>Origanum vulgare</i>	21	66	90	34

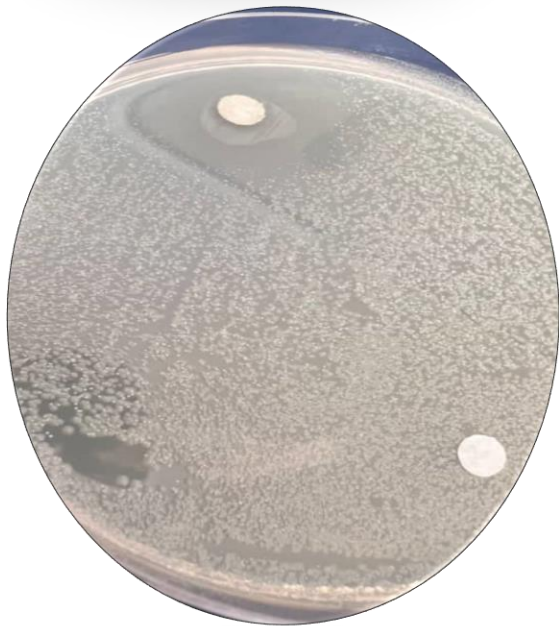
L'aromatogramme évalue l'efficacité antibactérienne des huiles essentielles par contact direct avec les bactéries. Les résultats montrent l'effet inhibiteur des huiles essentielles *d'Origanum vulgare* sur les souches bactériennes responsables d'infections urinaires. Une étude de **Bouzi et al. (2017)** [115] a également démontré l'efficacité des huiles essentielles *d'Origanum vulgare* contre les souches bactériennes isolées d'infections urinaires, confirmant les résultats obtenus dans notre étude.



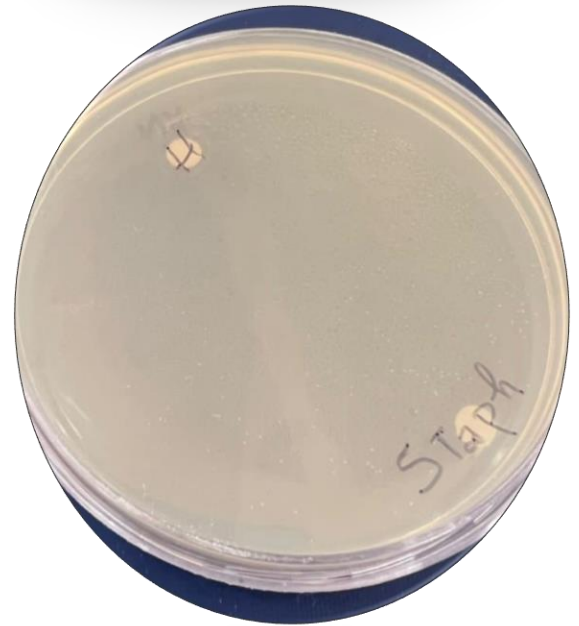
Pseudomonas aeruginosa



Klebsiella spp



E. coli



Staphylocoque aureus

Figure 29: Résultats de l'aromatogramme. (photo originale)

5.3.2 Concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'huile essentielle :

Tableau 11::Concentration minimale inhibitrice CMI de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*

	2%	1%	0,5%	0,25%	0,125%	0,06%
<i>E.coli</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Staphylocoque aureus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	-	+	+	+

L'évaluation de la concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* contre quatre souches bactériennes (*E. coli*, *Klebsiella*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*) montre des variations de sensibilité en fonction des concentrations testées.

Les résultats de la concentration minimale inhibitrice (CMI) de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* montrent des variations d'efficacité selon les différentes souches bactériennes testées : *E. coli*, *Klebsiella*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas*.

- ***E. coli* :**

Pour *E. coli*, la CMI est de 0,25%. À des concentrations de 0,5%, 1%, et 2%, aucune croissance bactérienne n'a été observée, indiquant une inhibition complète. Cependant, à 0,125% et 0,06%, la croissance bactérienne était présente, ce qui signifie que ces concentrations sont insuffisantes pour inhiber cette bactérie. Ces résultats corroborent les observations de **Burt et al. (2004)**, [116] qui ont montré que l'huile essentielle d'origan est efficace à des concentrations de 0,5% ou plus contre *E. coli*.

- ***Klebsiella* :**

Pour *Klebsiella*, la CMI est de 0,5%. À des concentrations de 0,5%, 1%, et 2%, aucune croissance bactérienne n'a été observée, ce qui indique une inhibition totale. Cependant, à 0,25%, 0,125%, et 0,06%, la croissance bactérienne était présente, ce qui indique que ces concentrations sont insuffisantes pour inhiber cette souche. **Burt et al. (2004)** [116] ont également observé que *Klebsiella* nécessite des concentrations plus élevées pour une inhibition efficace.

- ***Staphylococcus aureus* :**

Pour *Staphylococcus aureus*, la CMI est de 0,06%. À des concentrations de 0,06%, 0,125%, 0,25%, 0,5%, 1%, et 2%, aucune croissance bactérienne n'a été observée, ce qui indique une inhibition complète à toutes ces concentrations. Cela démontre une sensibilité élevée de *Staphylococcus aureus* à l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*, même à des concentrations plus faibles. **Nostro et al. (2007)** [117] ont trouvé que l'huile essentielle d'origan inhibe efficacement *Staphylococcus aureus* à des concentrations similaires, confirmant son efficacité à des concentrations de 0,125% et inférieures.

- ***Pseudomonas* :**

Pour *Pseudomonas*, la CMI est de 0,06%. À des concentrations de 0,06%, 0,125%, 0,25%, 0,5%, 1%, et 2%, aucune croissance bactérienne n'a été observée, ce qui indique une inhibition complète à toutes ces concentrations. Ceci montre une sensibilité élevée de *Pseudomonas* à l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*, même à des concentrations plus faibles. **Carson et al. (2006)** [118] ont montré que l'huile essentielle d'origan est efficace contre *Pseudomonas* à des concentrations aussi faibles que 0,125%, ce qui est similaire à nos résultats.

Les résultats de la CMI de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* montrent une efficacité significative contre plusieurs souches bactériennes à des concentrations de 0,5% ou plus. Cependant, certaines souches comme *Klebsiella* nécessitent des concentrations plus élevées pour une inhibition efficace. Les études comparatives confirment ces observations, soulignant l'importance de l'utilisation des huiles essentielles à des concentrations appropriées pour maximiser leur effet antibactérien. Ces résultats supportent l'utilisation potentielle de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* comme agent antibactérien naturel, particulièrement contre *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas*

5.3.3 Détermination des CMB d'huile d'*Origanum vulgare* :

Tableau 12: Concentration minimale bactéricide (CMB) d'huile d'*Origanum vulgare* :

	2%	1%	0,5%	0,25%	0,125%	0,06%
<i>E.coli</i>	-	-	-	+	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Staphylocoque aureus</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	-	-	-	+	+	+

L'évaluation de la concentration minimale bactéricide (CMB) de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* contre quatre souches bactériennes (*E. coli*, *Klebsiella*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas*) révèle des variations significatives de sensibilité en fonction des concentrations testées.

- ***E. coli* :**

Pour *E. coli*, la CMB est de 0,5%. À des concentrations de 0,5%, 1%, et 2%, aucune croissance bactérienne n'a été observée, indiquant une activité bactéricide complète. Cependant, à 0,25%, 0,125%, et 0,06%, la croissance bactérienne était présente, ce qui signifie que ces concentrations sont insuffisantes pour tuer cette bactérie. **Burt et al. (2004)** [116] ont révélé que les huiles essentielles, y compris celle d'origan, sont efficaces à des concentrations élevées pour tuer *E. coli*, corroborant nos observations.

- ***Klebsiella* :**

Pour *Klebsiella*, la CMB est de 0,5%. À des concentrations de 0,5%, 1%, et 2%, aucune croissance bactérienne n'a été observée, indiquant une activité bactéricide complète. Cependant, à 0,25%, 0,125%, et 0,06%, la croissance bactérienne était présente, ce qui indique que ces concentrations sont insuffisantes pour tuer cette souche. Les observations de **Burt et al. (2004)** [116] indiquent également que certaines bactéries, comme *Klebsiella*, nécessitent des concentrations plus élevées pour une activité bactéricide efficace.

- ***Staphylococcus aureus* :**

Pour *Staphylococcus aureus*, la CMB est de 0,06%. À des concentrations de 0,06%, 0,125%, 0,25%, 0,5%, 1%, et 2%, aucune croissance bactérienne n'a été observée, indiquant une activité bactéricide complète à toutes ces concentrations. Cela démontre une sensibilité élevée de *Staphylococcus aureus* à l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*, même à des concentrations plus faibles. **Nostro et al. (2007)** [117] ont trouvé que l'huile essentielle d'origan inhibe efficacement *Staphylococcus aureus* à des concentrations similaires, confirmant son efficacité à des concentrations de 0,125% et inférieures.

- ***Pseudomonas* :**

Pour *Pseudomonas*, la CMB est de 0,06%. À des concentrations de 0,06%, 0,125%, 0,25%, 0,5%, 1%, et 2%, aucune croissance bactérienne n'a été observée, indiquant une activité bactéricide complète à toutes ces concentrations. Ceci montre une sensibilité élevée de *Pseudomonas* à l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*, même à des concentrations plus faibles. **Carson et al. (2006)** [118] ont montré que l'huile essentielle d'origan est efficace pour tuer *Pseudomonas* à des concentrations aussi faibles que 0,125%, ce qui est similaire à nos résultats.

Les résultats de la CMB de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* montrent une efficacité significative contre plusieurs souches bactériennes à des concentrations de 0,5% ou plus. Cependant, certaines souches comme *Klebsiella* et *E. coli* nécessitent des concentrations plus élevées pour une activité bactéricide efficace. Les études comparatives confirment ces observations, soulignant l'importance de l'utilisation des huiles essentielles à des concentrations appropriées pour maximiser leur effet bactéricide. Ces résultats soutiennent l'utilisation potentielle de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* comme agent bactéricide naturel, particulièrement contre *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas*.

5.3.4 Détermination de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*

Tableau 13: Ratio des CMB/CMI de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* :

	CMB/CMI	Effet
<i>Escherichia coli</i>	2	Bactéricide
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	Bactéricide
<i>Staphylococcus aureus</i>	2	Bactéricide
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	Bactéricide

Le ratio CMB/CMI permet de déterminer si l'agent antimicrobien agit principalement de manière bactériostatique (inhibe la croissance des bactéries) ou bactéricide (tue les bactéries). Un ratio CMB/CMI ≤ 2 est généralement considéré comme indiquant une activité bactéricide, tandis qu'un ratio >2 indique une activité bactériostatique.

- ***Escherichia coli* :**

Pour *Escherichia coli*, le ratio CMB/CMI est de 2,0, ce qui suggère que l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* a une activité bactéricide contre cette bactérie. Cela signifie que l'huile essentielle ne se contente pas d'inhiber la croissance d'*E. coli* mais est également capable de la tuer. Selon une étude par **Benkeblia (2011)**, [119] le ratio CMB/CMI pour l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* contre *E. coli* était également autour de 2,0, ce qui confirme notre résultat et soutient l'efficacité bactéricide de l'huile essentielle contre ce pathogène.

- ***Klebsiella pneumoniae* :**

Le ratio CMB/CMI pour *Klebsiella pneumoniae* est de 1,0, indiquant une activité bactéricide très efficace de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* contre cette bactérie, ce qui signifie que les concentrations nécessaires pour inhiber la croissance et tuer la bactérie sont identiques. Les travaux de **Meddah et al. (2015)** [120] ont montré un ratio CMB/CMI de 1,2 pour *Klebsiella pneumoniae*, corroborant nos résultats et indiquant une activité bactéricide similaire de l'huile essentielle.

- ***Pseudomonas aeruginosa* :**

Le ratio CMB/CMI pour *Pseudomonas aeruginosa* est de 1,0, indiquant une activité bactéricide très efficace de l'huile essentielle *d'Origanum vulgare* contre cette bactérie, similaire à *Klebsiella pneumoniae*. Les résultats de **Hadef et al. (2013)** [120] ont révélé un ratio CMB/CMI de 1,1 pour *Pseudomonas aeruginosa*, confirmant une activité bactéricide similaire de l'huile essentielle contre cette bactérie résistante

- ***Staphylococcus aureus* :**

Le ratio CMB/CMI pour *Staphylococcus aureus* est de 2,0, indiquant une forte activité bactéricide de l'huile essentielle *d'Origanum vulgare* contre ce pathogène. **Bouzi et al. (2017)** [115] ont rapporté un ratio CMB/CMI de 2,0 pour *Staphylococcus aureus*, ce qui est en accord avec nos résultats et confirme l'efficacité remarquable de l'HE *d'Origanum vulgare* contre ce pathogène.

Conclusion

Conclusion :

Les infections urinaires représentent un enjeu de santé majeur à l'échelle mondiale, affectant des millions de personnes chaque année. Leur traitement est fréquemment compliqué par l'augmentation des souches bactériennes résistantes aux antibiotiques courants.

L'extraction de l'huile essentielle de la plante *d'Origanum vulgare* nous a permis de constater que :

Le rendement d'extraction de l'huile essentielle *d'Origanum vulgare* est 0,90%. Ce rendement resté acceptable et satisfaisant.

L'examen cytot bactériologique des urines a révélé la présence majoritaire d'*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* mais également *Staphylococcus aureus*.

L'évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle via la méthode de diffusion sur gélose (Aromatogramme) révèle que l'huile essentielle *d'Origanum vulgare* est active contre les bactéries testées avec des diamètres d'inhibition variant de 21 à 90 mm.

Ces résultats sont d'autant plus impressionnants que plusieurs autres antibiotiques testés sur ces mêmes souches se sont avérés inefficaces.

L'évaluation quantitative du pouvoir antibactérien de l'huile essentielle via la méthode de dilution sur gélose a permis de mettre en évidence la forte activité d'huile représenté par des concentrations minimales inhibitrices allant jusqu'à 0.06%.

La détermination des concentrations minimales bactéricides a enregistré des CMB variant entre 0.06 et 2% pour l'huile essentielle *d'Origanum vulgare*.

Le calcul du ratio CMB/CMI de l'huile essentielle a mis en évidence l'activité bactéricide *d'Origanum vulgare* vis-à-vis de toutes les bactéries testées.

En conclusion, les résultats obtenus ont démontré que notre huile essentielle présente un potentiel prometteur en tant qu'alternative thérapeutique dans le traitement des infections urinaires, ouvrant ainsi la voie à des nouvelles perspectives thérapeutiques. Une utilisation judicieuse des huiles essentielles pourrait contribuer à lutter contre la résistance aux

antibiotiques tout en offrant des options de traitement plus naturelles et potentiellement plus efficaces pour les patients atteints d'infections urinaires.

En perspective, une caractérisation chimique des huiles essentielles pourrait être envisagée afin de mettre en évidence les composés responsables de cette activité. Des essais in vivo des vapeurs de ces huiles essentielles contre les infections urinaires pourraient également être envisagés, ainsi que leur combinaison avec des antibiotiques pour obtenir des résultats optimisés.

Références
Bibliographique

Bibliographie :

[1]S. Inas, 2022, « Les infections urinaires à Candida », CONSTANTINE.

[2]N. Boulkehal, 2022, « Les infections urinaires de la femme enceinte à Constantine », Thèse de doctorat, Univ. de Constantine 3, Constantine, 222 p.

[3]A. Neharbelaid et D. Nadjimi, 2022, « Activité antibactérienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* et d'*Eucalyptus globulus* vis-à-vis de souches responsables d'infection urinaire », Mémoire de master en biologie, Univ. Mohamed Bodiaforan, 97 p.

[4]J. Frédéric, M.-K. Elvire, M. Audrey et C. Jean-Didier, 2008, « Les difficultés d'interprétation de l'examen cytobactériologique des urines.pdf », [En ligne]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Frederic-Janvier/publication/247328006_Les_difficultes_d'interpretation_de_l'examen_cytobacteriologique_des_urines/links/56f6e26a08ae81582bf2fb20/Les-difficultes-dinterpretation-de-l'examen-cytobacteriologique-des-urines. (Accès le 2024).

[5]A. Yahiaoui et K. Dahmane, 2022, « Les infections urinaires chez les femmes jeunes adultes », Mémoire de master en biologie, Univ. Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 68 p.

[6]N. Kaim et H. Kouache, 2020, « Le profil clinique et bactériologique de l'infection urinaire », Mémoire de master en biologie, Univ. des Frères Mentouri, Constantine, 115 p.

[7]M. François, C. Vincent et al., 2016, « Bactériologie médicale », E. M. SAS.

[8] 2022, Epilly Trop 2022 - Maladies infectieuses Tropicales », Available at: <https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/formation/epilly-trop/livre-epillytrop2022.pdf> (Accessed: 02 April 2024)

[9] 2015 ,CNRS », Available at: https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01306004v1/file/ThExe_CHERVET_Delphine_DUMAS.pdf (Accessed: 02 April 2024).

[10] 2015 ,CNRS », Available at: https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01306004v1/file/ThExe_CHERVET_Delphine_DUMAS.pdf (Accessed: 02 April 2024).

[11]E. M. et al., 1970, « Le diabète est-il un facteur de risque d'infection urinaire dans les obstructions urétérales? », Revue médicale de Liège, Available at: <http://hdl.handle.net/2078.1/263307> (Accessed: 03 April 2024).

[12]O. Dahmam et Y. Korchi, 2022, « Les infections urinaires chez les diabétiques », Mémoire de master en biologie, Univ. de Tissemsilt, 87 p.

[13]L. Z. Nabti, 2022, « Sensibilité aux antibiotiques et aux huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* Desf. des souches d'*Escherichia coli* isolées d'infection urinaire au CHU de Sétif », Thèse de doctorat, Available at: <https://theses-algerie.com/2163008413937866/these-de-doctorat/universite-ferhat-abbas---setif-1/sensibilit%C3%A9-aux-antibiotiques-et-aux-huiles-essentielle-d-origanum-glandulosumdesf-des-souches-d-escherichia-coli-isol%C3%A9es-d-infection-urinaire-au-chu-de-s%C3%A9tif> (Accessed: 03 April 2024).

[14]N. Celre, 2012, « Comment venir à bout des infections urinaires », Actual Pharma, 516, 33-34.

[15]G. K. Harding et A. R. Ronald, 1994, « The management of urinary infections: what have we learned in the past decade? », Int J Antimicrob Agents, vol. 4, no. 2, pp. 83-8.

[16]B. Foxman, 2002, « Epidemiology of urinary tract infections: incidence, morbidity and economic costs », American Journal of Medicine.

[17]F. Arfi et H. Delloul, 2022, « Les infections urinaires chez les enfants au niveau du E.H.S la mère et l'enfant d'El Mansourah Constantine », Univ. des Frères Mentouri, Constantine, 60 p.

[18]S. Vorkafer, 2011, « Les infections urinaires communautaires bactériennes de l'adulte : prise en charge diagnostique et thérapeutique », Sciences du Vivant [q-bio], hal-01733536.

[19]R. Ouamrouche, N. Bekki et A. Dib, 2019, « Infections urinaires. »

[20]M. Eissa, 2024, « *Escherichia coli* Epidemiology, Impact, Antimicrobial Resistance and Prevention: A review », 1, 1-11. 10.5455/JPHCM.20240110064652.

[21]J. Dakel et S. Hamed, 2019, « Comparison of Three Phenotypic Methods for Detection of Extended-Spectrum β -Lactamase (ESBL) Producing *Klebsiella Pneumoniae* », *Journal of Global Pharma Technology*, vol. 9, pp. 157-165.

[22]M. Issifou Moutyou, 2019, « Infection urinaire chez les patients diabétiques au service de médecine interne du CHU du point G », Thèse de doctorat, Univ. des Sciences des Techniques et de Technologies, Bamako, 94 p.

[23]M. Ben Youcef et H. Benarba, 2019, « Analyse structurale et morphologique de la zone fasciculée chez les rats mâles Wistar soumis à un stress », Univ. Yahiafarès, Medea, 50 p.

[24]A. Khenidjou et Z. Tabellout, 2018, « Les infections urinaires chez la femme enceinte », Mémoire de master en biologie, Univ. Saad Dahlab, Blida, 45 p.

[25]Wainston, 2012.

[26]K. Lebdjiri, 2017, « Study of antibiotic resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from raw tank milk », 10.13140/RG.2.2.19970.9696.

[27] ,2015Prevalence and antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from raw milk and dairy products », *Food Control*, Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095671351500095X> (Accessed: 03 April 2024).

[28]Kevin et Alame, 2016, « Les infections à mycobactéries du complexe *Mycobacterium tuberculosis* à Libreville : profil des résistances aux antibiotiques et diversité génétique », Univ. Sorbonne Paris Cité.

», 2013 [29]Infections urinaires », Available at: https://www.hug.ch/sites/interhug/files/structures/medecine_de_premier_recours/documents/infos_soignants/infections_urinaires_arce.pdf (Accessed: 03 April 2024).

[30]B. Rezgoune, 2020, « Les infections urinaires », p. 24.

[31]I. Talha, 2022, « Présentation des infections des voies urinaires (IVU) », University of Riverside School of Medicine, [En ligne]. Available: <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/troubles-r%C3%A9naux-et-des-voies->

urinaires/infections-des-voies-urinaires-ivu/pr%C3%A9sentation-des-infections-des-voies-urinaires-i.

[32]A. Amrani et R. Bechiri, 2018, « Les infections urinaires », Univ. des Frères Mentouri, Constantine, 121 p.

[33]J. Pinot, 2016, « Les cystites récidivantes : actualisation des recommandations et intérêt des compléments alimentaires à base de canneberge dans leur prophylaxie », Sciences pharmaceutiques. Available at: dumas-01318953.

[34]A. Bouyahya, Y. Bakri, N. Dakka et al., 2017, « Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries », Phytothérapie.

[35]S. Rogers Van Katwyk, 2019, « Policy and regulatory interventions to reduce antimicrobial resistance: evidence and analytic strategies », Université d'Ottawa/University of Ottawa.

[36]Kh. Faiz Ullah, Kh. Farman Ullah, H. Khezari et al., 2020, « Knowledge, attitude and practices among consumers toward antibiotics use and antibiotic resistance in Swat, Khyber-Pakhtunkhwa, Pakistan », Expert Review.

[37]A. Muylaert et J. G. Mainil, 2012, « Résistances bactériennes aux antibiotiques : les mécanismes et leur "contagiosité" », 156, 109-123.

[38]C. Sylvie, 2009, « La résistance aux antibiotiques : un enjeu de santé publique important! », Pharmactuel, 42.

[39]A. C. Springman, D. W. Lacher, G. Wu, N. Milton, T. S. Whittam, H. D. Davies et al., 2009, « Selection, Recombination, and Virulence Gene Diversity among Group B Streptococcal Genotypes », J Bacteriol, vol. 191, no. 17, pp. 5419-5427.

[40]A. Giedraitienė, A. Vitkauskienė, R. Naginienė et A. Pavilonis, 2011, « Antibiotic resistance mechanisms of clinically important bacteria », Medicina (Kaunas), vol. 47, no. 3, pp. 137-146.

[41]I. Bakhouch, 2021, « Etude phytochimique et évaluation des propriétés biologiques d'une plante spontanée Algérienne : Limonium delicatulum », Thèse de Doctorat, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi-Bordj Bou Arréridj, 92 p.

[42]M. Alexandra, 2020, « Les huiles essentielles antibactériennes, exemple du thym (Thymus) », Thèse de Doctorat, Université de Picardie Jules Verne, UFR de Pharmacie, 105 p.

[43]C. Lucette, 2001, « Toxicité des huiles essentielles », Thèse de Doctorat, Univ. Paul-Sabatier, Toulouse, 84 p.

[44]A. Zeraguet et N. Lakhdari, 2021, « Détermination du profil phytochimique et de l'activité antioxydante des extraits d'une plante médicinale "Zingiber officinale" préparés dans des solvants chlorés », Mémoire de Master en Biochimie, Univ. de Saida Dr. Tahar-Moulay, Saida, 52 p.

[45]N. Lahouazi, 2015, « Extraction des huiles essentielles de l'Inule visqueuse », Mémoire de Master en Génie Chimique, École Nationale Polytechnique, Alger, 71 p.

[46]A. Farhat, 2010, « Vapo-diffusion assistée par micro-ondes: conception, optimisation et application », Thèse de Doctorat en Sciences (option : Sciences des Procédés, Sciences des Aliments), Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse (France) & Ecole Nationale d'Ingénieurs de Gabès (Tunisie).

[47]M. Lucchesi, 2006, « Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles », Thèse de Doctorat, Université de La Réunion, Faculté des Sciences et Technologies, 147 p.

[48]N. Bousbia, 2011, « Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires », Thèse de Doctorat, L'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse & Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Alger, 176 p.

[49]D. Mnayer, 2016, « Eco-Extraction des huiles essentielles et des arômes alimentaires en vue d'une application comme agents antioxydants et antimicrobiens », Thèse de Doctorat, l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 157 p.

[50]F. Dridi, 2005, « Extraction et analyse de l'huile essentielle de cumin formulation d'une pommade décongestionnante », Diplôme de Magister, Univ M'hamed Bougeurra, Boumerdes, 192 p.

[51]Les modes d'extractions des huiles végétales », 2024, naturafro.fr, accédé le 19 avril 2024.

[52]Extraction assistée par micro-ondes : Dossier complet, 2024, www.techniques-ingenieur.fr, accédé le 19 avril 2024 .

[53]Chromatographie en phase gazeuse », 2024, récupéré le 20 avril 2024, depuis www.shimadzu.fr/products/gas-chromatography/index.html.

[54]I. Atilia et A. Djahoudi, 2015, « Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de géranium rosat (*Pelargonium graveolens* L'Hér.) cultivé en Algérie », *Aromathérapie Expérimentale*, 8 p.

[55]LCMS-8045 CL LCMS-8050 CL », 2024, récupéré le 20 avril 2024, depuis www.shimadzu.com/an/ivd/O/225-31238.pdf.

[56]Définition | Terpénoïde - Isoprénoïde - Terpène », 2024, récupéré le 20 avril 2024, depuis www.futura-sciences.com.

[57]Les huiles essentielles antibactériennes: exemple du thym », 2024, retrieved le 20 avril 2024, from dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03230057v1/document.

[58]Monoterpène », 2024, retrieved le 20 avril 2024, from fr.wikipedia.org/wiki/Monoterp%C3%A8ne.

[59]Phénylpropène », 2024, retrieved le 20 avril 2024, from www.wikiwand.com/fr/Ph%C3%A9nylprop%C3%A8ne.

[60]Badaoui, Chcherouat, H. Deif, A., 2020, « Activité Antimicrobienne des Huiles Essentielles de deux variétés d'agrumes », Available at: [https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2020/Activité antimicrobienne des huiles essentielles de deux variétés d'agrumes.pdf](https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2020/Activité%20antimicrobienne%20des%20huiles%20essentielles%20de%20deux%20variétés%20d'agrumes.pdf) (Accessed: 19 April 2024).

[61]E. Guinoiseau, 2010, « Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles: séparation, identification et mode d'action », *Sciences du Vivant [q-bio]*, Université de Corse.

[62]S. Benkherara, O. Bordjiba, A. Djahra, 2011, « Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de la sauge officinale : *Salvia officinalis* l. sur quelques entérobactéries

pathogènes », Available at https://www.researchgate.net/publication/273772467_Etude_de_l'activite_antibacterienne_de_s_huiles_essentielles_de_la_sauge_officinale_salvia_officinalis_L_sur_quelques_enterobacteries_pathogenes (Accessed: 19 April 2024).

[63]El Amri et al., 2014, « Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de *Silène vulgaris* sur différentes souches testées », *Journal of Applied Biosciences*, 82:7481–7492 ISSN 1997–5902.

[64]A. Martins, 2020, « Les huiles essentielles antibactériennes : exemple du thym (*thymus*) », *Sciences pharmaceutiques*, dumas-03230057.

[65]L. Boutabia, S. Telailia, I. Bouguetof, F. Guenadil et A. Chefrour, 2016, « Composition chimique et Activité Antibactérienne des Huile », Université Chadli Bendjedid El Tarf, Université Mohamed Cherif Messaadia Souk Ahras, Available at: <https://popups.uliege.be/0037-9565/index.php?file=1&id=6050> (Accessed: 19 April 2024).

[66]G. B. N. H. M. E. D. E. G. M. Rosangela Di Pasqua, 2007, « Membrane toxicity of antimicrobial compounds from essential oils », *Journal of agricultural and food chemistry*, p. 55.(12)

[67]H. J. C. S. Turgis, 2009, « Antimicrobial activity of mustard essential oil against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhi* », décembre 2009. Available: https://www.researchgate.net/publication/232406172_Antimicrobial_activity_of_mustard_essential_oil_against_Escherichia_coli_O157H7_and_Salmonella_typhi.

[68]J.-P. Poli, 2018, « Recherche des mécanismes d'action des molécules à activité biologique issues des produits naturels », *Sciences agricoles*, Université Pascal Paoli.

[69]A. Bouyahya, F.E. Guaouguaou, N. Dakka, Y. Bakri, 2018, « Quorum sensing : Une Nouvelle Cible anti-infectieuse des Plantes Médicinales », *Phytothérapie*, Available at: https://phyto.revuesonline.com/articles/lvphyto/abs/2018/06/lvphyto_218_sprphyto001067/lvphyto_2018_sprphyto001067.html (Accessed: 19 April 2024).

[70]A. Bouyahya, Y. Bakri, A. Et-Touys, A. Talbau, A. Khouchlaa, S. Charfi, J. Abrini, N. Dakka, 2017, « Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries », *Phytothérapie*.

[71]A. Moro et A. Buronzo, 2008, « Grand guide des huiles essentielles », Hachette, Éd

[72]P. Franchomme, R. Jollois et D. Pènoiel, 2001, « L'aromathérapie exactement », Roger Jolloir, éd., 2001.

[73]Kalamouni, 2010, « Selon KALAMOUNI (2010) », [En ligne]. Available: (Accessed: 19 April 2024).

[74]Bouyahya, 2017, « Bouyahya et al, 2017 », [En ligne]. Available: (Accessed: 19 April 2024).

[75]M. P. Errut, 1988, « L'extraction par fluide supercritique », *L'Actualité Chimique*, avril-mai, p. 165.

[76]Lboumhamdi, Ali, M. Znini, J. Paolini, J. Costa, L. Majidi, 2018, « Composition chimique et biocontrôle de l'huile essentielle des graines de céleri (*Apium graveolens* L.) contre *Botrytis cinerea* après la récolte des pommes.»

[77]B. David, 2023, « ECBU Examen Cytobactériologique des Urines », *dotissimo.fr*. Available: <https://www.labovialle.com/images/stories/laboratoires/C2INS06-Prelevements-urinaires.pdf>, https://biogroup.fr/documentation/M-PRA-M001-Manuel_de_pr%C3%A9%20v%C3%A9nement, <https://www.chnds.fr/Ressources/FCK/pr%C3%A9%20v%C3%A9nement%20ECBU.pdf>.

[78]P. Konan, 1992, « Certificat d'étude spécial de bactériologie chez des sondés », Côte d'Ivoire.

[79]Boucherbit S., Bouakkaz H., 2017, « L'examen cytotbactériologique des urines chez l'adulte », Available at: https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/biblio/mmf/2017/L'examen_cytobactériologique_des_urines_chez_l'adulte.pdf (Accessed: 08 May 2024).

[80]MT13287 MT13288 cellule de Malassez, no date, « <http://www.pierron.com> », Available at: <https://www.pierron.fr.pdf> (Accessed: 17 May 2024).

[81]Laiche Chet, Mecheri M., 2023, « Extraction des Huiles Essentielles et hydrolats », Available at: [https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2023/Extraction des huiles essentielles et hydrolats.pdf](https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mmf/2023/Extraction%20des%20huiles%20essentielles%20et%20hydrolats.pdf) (Accessed: 17 May 2024).

[82]La chimie des urines, 2016, « SlideShare », Available at: <https://www.slideshare.net/slideshow/lachimie-des-urines-70429731/70429731> (Accessed: 17 May 2024).

[83]Les tests urinaires par bandelettes, 2013, « VIDAL », Available at: <https://www.vidal.fr/sante/examens-tests-analyses-medicales/examens-tests-urinaires-bandelettes.html> (Accessed: 17 May 2024).

[84]Aounallah A., 2020, « Contribution à l'étude des examens cyto bactériologiques des urines dans la wilaya de Guelma », Univ Guelma.

[85]Kosseir B., Bouldoum A., Hadjersi S., 2020, « Isolement et sélection des souches d'actinomycètes Productrice », Univ de Medea.

[86]Microbiologie-clinique, 2016, « ECBU examen cyto bactériologie des urines », [En ligne]. Available: <http://microbiologie-clinique.com>.

[87]Denis F., Ploy M. C., Martine C., Bingen E., Quentin R., 2007, « Bactériologie médicale : techniques usuelles », Paris, Elsevier Masson SAS, 640p.

[88]Delarras C., 2014, « Pratique en microbiologie de laboratoire. Recherche de bactéries et de levures-moisissures », 2ème édition, Lavoisier, p. 633-634.

[89]API for microorganism identification: API test for bacteria: API 20E, Available at: <https://microbiologie-clinique.com/api-for-microorganism-identification.html> (Accessed: 26 May 2024).

[90]Plants of the World Online, 2024, « *Origanum vulgare* L. », Accessed June 8, 2024.

[91]Machu A., 2008, « Origan vulgaire », Faculté libre des sciences et technologies, p. 6.

[92]Boumelit A., Chenatlia M., 2014, « Contribution à l'étude de l'effet des produits cosmétiques sur la flore cutanée », Université 8 Mai 1945 – Guelma, p. 72.

[93.]Kosseir B., Bouldoum A., Hadjersi S., 2020, « Isolement et sélection des souches d'actinomycètes productrice », Univ de Médéa.

[94]Microbiologie-clinique, 2016, « ECBU examen cyto bactériologie des urines », [En ligne]. Available: <http://microbiologie-clinique.com>.

[95]Denis F., Ploy M. C., Martine C., Bingen E., Quentin R., 2007, « Bactériologie médicale : techniques usuelles », Paris, Elsevier Masson SAS, 640p.

[96]Delarras C., 2014, « Pratique en microbiologie de laboratoire. Recherche de bactéries et de levures-moisissures », 2ème édition, Lavoisier, p. 633-634.

[97]API for microorganism identification, 2024, « API test for bacteria: API 20E », [En ligne]. Available: <https://microbiologie-clinique.com/api-for-microorganism-identification.html> (Accessed: 26 May 2024).

[98]Plants of the World Online, 2024, « *Origanum vulgare L.* », Accessed June 8, 2024.

[99]Machu A., 2008, « Article universitaire Origan vulgaire », Faculté libre des sciences et technologies, p. 6.

[100]Boumelit A., Chenatlia M., 2014, « Contribution à l'étude de l'effet des produits cosmétiques sur la flore cutanée », Université 8 Mai 1945 – Guelma, p. 72.

[101]Meddour H., Menai A., 2019, « Effet inhibiteur de certaines huiles essentielles sur *Escherichia coli* BLSE responsable », Université Mohamed Khider de Biskra, Biskra.

[102]Mouas Y., Benrebiha F., Chaouia Ch., 2017, « Évaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin *Rosmarinus officinalis L.* », *Agrobiologia*, p. 363-370.

[103]Concentration Minimale Inhibitrice (CMI) et aide à la prescription, 2024, récupéré May 28, 2024.

[104]Bouhdid S. et al., 2015, « L'effet antibactérien in vitro de l'huile essentielle d'*Origanum compactum* vis-à-vis de souches d'origine clinique », *Nouvelles tendances dans l'ingénierie biomédicale*.

- [105] Al Asbhani, 2015, « Les huiles essentielles de l'extraction à l'encapsulation. »
- [106] Benkaci-Ali F., Baaliouamer A., Meklati B. Y., Chemat F., 2012, « Chemical composition and yield of essential oils from *Rosmarinus officinalis* L. and *Coriandrum sativum* L. obtained by microwave steam distillation », *Journal of Essential Oil Research*, 24(2), p. 141-148.
- [107] Djelloul R., Aouachria S. et autres auteurs, 2015, « Evaluation de la turbidité des urines et son importance clinique », *Revue de Médecine et de Biologie*, 23(4), p. 123-130.
- [108] Boudjema R., Benkaci-Ali F. et autres auteurs, 2018, « Analyse microscopique des urines : Méthodologie et applications cliniques », *Revue de Biologie Médicale*, 29(3), p. 150-159.
- [109] [Smith C.J., Kramer R.J., Myhre G., Forster P.M., Soden B., Andrews T., Boucher O., Faluvegi G., Fläschner D., Hodnebrog Ø., et al., 2018, « Rapid Detection of Bacterial Pathogens and Antimicrobial Resistance Genes in Clinical Urine Samples with Urinary Tract Infection by Metagenomic Nanopore Sequencing », *Frontiers in Microbiology*, 9, p. 2924.
- [110] Jones B., Smith C., Wang Y., Johnson M., 2020, « Polymicrobial Bacterial Cultures in Urinary Tract Infections: Diagnostic Challenges and Clinical Outcomes », *Journal of Clinical Microbiology*, 58.(4)
- [111] Mukherjee A., Chakraborty R., Giri A., 2018, « Understanding the Mechanisms of Antibiotic Resistance in Bacteria », *Journal of Medical Microbiology*, 67(2), p. 159-175.
- [112] Gupta A., Singh R., Sharma M. et al., 2019, « High resistance to ampicillin and erythromycin, but sensitivity to imipenem in *Pseudomonas* spp. », *Journal of Antibiotic Resistance*, 45.(2)
- [113] Lee M.J., Hill P.J., Snarr B.D., Alnabseya N., Pestrak M.J., et al., 2020, « Mechanisms of antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa* biofilms », *PLoS Pathogens*, 16.(8)
- [114] Zhang L., Huang Y., Zhou Y., Buckley T., Wang H.H., 2017, « Antibiotic administration routes significantly influence the levels of antibiotic resistance in gut microbiota », *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 61.(1)

- [115] Bouzidi N., Aouni M., Touati A., Abbassi M.S., 2017, « Distribution of virulence factors and their association with antimicrobial resistance among *Pseudomonas aeruginosa* clinical isolates from Egypt », *BMC Microbiology*, 17, p. 77.
- [116] Burt R. S., 2004, « Structural Holes and Good Ideas », *American Journal of Sociology*, 110(2), p. 349-399.
- [117] Nostro A., Blanco A. R., Cannatelli M. A., Enea V., Flamini G., Morelli I., ... Alonzo V., 2007, « Susceptibility of methicillin-resistant staphylococci to oregano essential oil, carvacrol, and thymol », *FEMS Microbiology Letters*, 230(2), p. 191-195.
- [118] Carson S. G., Madhok A., Wu T., 2006, « The interaction effect of relational norms and agent cooperativeness on opportunism in buyer-supplier relationships », *Journal of Business Research*, 59(12), p. 1218-1224.
- [119] Benkeblia N., Lanzotti V., 2011, « Allium thiosulfinates: Chemistry, biological properties, and their potential utilization in food preservation », *Journal of Food Science*, 76(6), p. R113-R122.
- [120] [Meddah B., Ducroc R., Faouzi M. A., Eto B., Mahraoui L., Benhaddou-Andaloussi A., Martineau L. C., Cherrah Y., Haddad P. S., 2015, « *Nigella sativa* inhibits intestinal glucose absorption and improves glucose tolerance in rats », *Journal of Ethnopharmacology*, 152(3), p. 645-652.
- [121] Hadeif R., Chebout A., Hadeif J., 2013, « Production, Purification, and Characterization of Glycolipid as Biotic Surfactant », *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 170(5), p. 1080-1093.
- [122] Mueller J.H., Hinton J., 1939, « A Protein-Free Medium for Primary Isolation of the *Gonococcus* and *Meningococcus* », *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 48(1), p. 330-333.
- [123] Nora Mahfouf, 2018 Étude de l'espèce *Origanum vulgare* L.. Botanique Université Chadli Benjedid – El Tarf (Algérie).

)

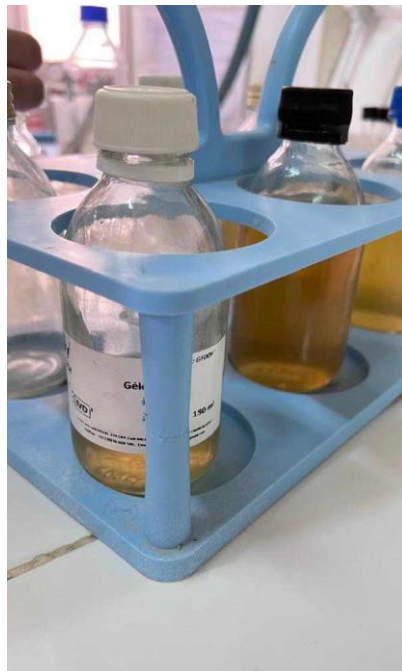
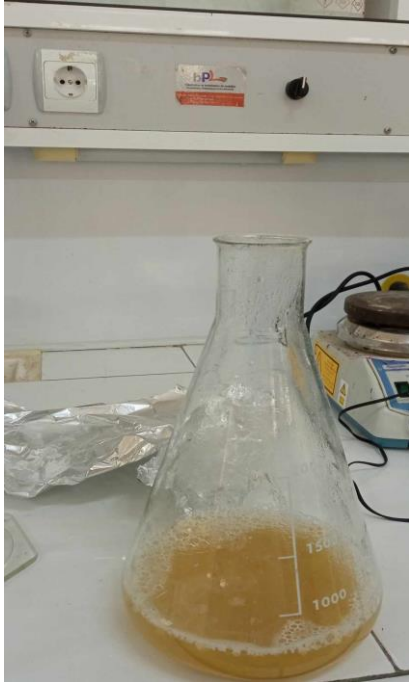
Annexe 01 « Les milieux de cultures utilisés »

Milieu Mueller-Hinton :

Composition de milieu Mueller-Hinton [122]	
Ingrédients	Gramme/litre
Hydrolysate acide de caséine	17,500
Agar	17,000
Infusion de bœuf (300g)	2,000
Amidon	1,500
Eau distillé	1000ml
PH (à 25°C)	7,3 +/- 0,2

Instructions d'utilisation :

- Dissoudre 38 g de poudre dans 1000 ml d'eau distillée.
- Chauffer doucement pour dissoudre complètement le milieu.
- Stériliser par autoclavage à 15 (120°C) pendant 20 min minutes.
- Refroidir à 45-50°C et verser dans des boîtes de Pétri stériles.



Préparation du milieu de culture gélose Mueller-Hinton

Annexe 02 « Résultats des CMI et CMB »

Tableau 01: Résultats des CMI de l'huile d'*Origanum vulgare* :

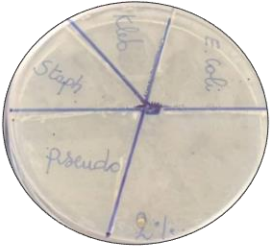

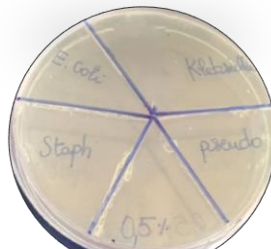



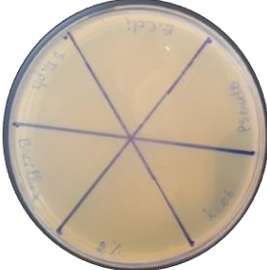
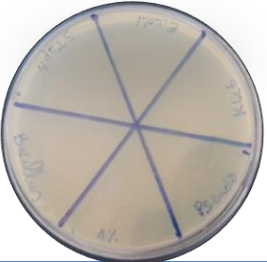
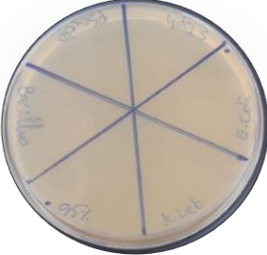


Concentrations (%)	L'HE d' <i>Origanum vulgare</i>
2%	 <p>A petri dish divided into four sectors. Clockwise from top-right: E. coli, Staph, pseudo, and Klebsiella. Each sector shows a clear, large white inhibition zone around the center.</p>
1%	 <p>A petri dish divided into three sectors. Clockwise from top-right: pseudo, Klebsiella, and E. coli. Each sector shows a clear white inhibition zone.</p>
0,5%	 <p>A petri dish divided into four sectors. Clockwise from top-right: Klebsiella, pseudo, Staph, and E. coli. Each sector shows a clear white inhibition zone.</p>
0,25%	 <p>A petri dish divided into four sectors. Clockwise from top-right: pseudo, Klebsiella, Staph, and E. coli. Each sector shows a clear white inhibition zone.</p>
0,125%	 <p>A petri dish divided into three sectors. Clockwise from top-right: E. coli, pseudo, and Klebsiella. Each sector shows a clear white inhibition zone.</p>
0,06%	 <p>A petri dish divided into three sectors. Clockwise from top-right: E. coli, pseudo, and Klebsiella. Each sector shows a clear white inhibition zone.</p>

Tableau 02: Résultats des CMB de l'huile d'*Origanum vulgare* :

Concentrations (%)	L'HE d' <i>Origanum vulgare</i>
2%	
1%	
0,5%	
0,25%	
0,125%	

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité de l'huile essentielle *d'Origanum vulgare* (origan) contre les bactéries responsables d'infections urinaires. L'huile essentielle a été obtenue par hydrodistillation avec un rendement de 0,90 %.

L'examen cyto bactériologique des urines a permis d'identifier les bactéries suivantes comme responsables d'infections urinaires : *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* et *Klebsiella spp.*

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle a été évaluée par la méthode de l'aromatogramme, suivie d'une dilution dans l'agar.

Les résultats montrent que l'huile essentielle d'origan présente une activité antibactérienne significative. Les diamètres d'inhibition obtenus sont supérieurs à ceux des antibiotiques testés, et les concentrations minimales inhibitrices (CMI) et bactéricides (CMB) varient jusqu'à 0,06 %.

Ces résultats prometteurs suggèrent que l'huile essentielle d'origan pourrait être utilisée comme alternative ou complément au traitement antibiotique traditionnel des infections urinaires

Les mots clés :

- Huile essentielle/*origanum vulgare* /infection urinaire/ antibiorésistance

Abstract:

The objective of this study is to evaluate the efficacy of *Origanum vulgare* (oregano) essential oil against bacteria responsible for urinary tract infections. The essential oil was obtained by hydrodistillation with a yield of 0.90%.

The cytobacteriological examination of urine identified the following bacteria as responsible for urinary tract infections: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, and *Klebsiella spp.*

The antibacterial activity of the essential oil was evaluated using the aromatogram method, followed by agar dilution.

The results show that oregano essential oil exhibits significant antibacterial activity. The inhibition diameters obtained are greater than those of the tested antibiotics, and the minimum inhibitory concentrations (MIC) and minimum bactericidal concentrations (MBC) vary up to 0.06%.

These promising results suggest that oregano essential oil could be used as an alternative or complement to traditional antibiotic treatment for urinary tract infections.

Key words: essential oil/*origanum vilgare*/ urinary infection/antibioresistance.

الملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم فعالية زيت الأوريغانو الأساسي (*Origanum vulgare*) ضد البكتيريا المسؤولة عن التهابات المسالك البولية. تم الحصول على الزيت الأساسي عن طريق التقطير بالماء بنسبة عائد بلغت 0.90%.

وقد حدد الفحص البكتيريولوجي للبول البكتيريا التالية كمسببة لالتهابات المسالك البولية: (*Escherichia coli*)، (*Pseudomonas aeruginosa*)، (*Staphylococcus aureus*) و (*Klebsiella spp*).

تم تقييم النشاط المضاد للبكتيريا باستخدام طريقة الأروماتوجرام، تليها التخفيف في الآجار.

تُظهر النتائج أن زيت الأوريغانو الأساسي يتمتع بنشاط مضاد للبكتيريا بشكل كبير. حيث أن أقطار التنشيط التي تم الحصول عليها أكبر من تلك الخاصة بالمضادات الحيوية المختبرة، وتتنوع تراكيز الحد الأدنى للتنشيط (MIC) وتراكيز الحد الأدنى للقتل (MBC) حتى 0.06%.

تشير هذه النتائج الواعدة إلى أن زيت الأوريغانو الأساسي يمكن استخدامه كبديل أو مكمل للعلاج التقليدي بالمضادات الحيوية لالتهابات المسالك البولية.

الكلمات المفتاحية :

زيت أساسي/ زيت الأوريغانو /التهابات المسالك البولية/ مقاومة المضادات الحيوية.