



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques
Sciences Biologiques Appliquées et Santé
(LST - SBAS)

Activité de L'huile essentielle
de la Lavande sur des bactéries
uro-pathogènes

Présenté par : MOUJAHID Bouchra

Encadré par : Pr. BERRADA Sanae (FSDM Fès)

Pr. BENCHEIKH Rachid (FST Fès)

Soutenu le : 05/07/2022.

Devant le jury composé de :

- **Pr. BERRADA Sanae**
- **Pr. BENCHEIKH Rachid**
- **Pr. EL FARICHA Omar**

Stage effectué au Laboratoire de Biotechnologie, Environnement, Agro-
alimentaire et Santé (LBEAS) à la FSDM-Fès.

Année universitaire 2021-2022

DEDICACES

A mon cher père : MOUJAHID Mohamed

Qui j'espère qu'il soit fier de moi, qu'il trouve ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie, il était toujours prêt de moi pour me conseiller et me motiver. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent.

A ma chère mère : EL MOUNZAJI Asmae

La personne la plus précieuse dans ma vie : merci d'avoir sacrifié des années pour ma réussite, tu veillais toujours sur mon confort et ma joie. Merci d'avoir me donner le gout d'apprendre, et de m'encourager quand je baissais mes bras, je te serai reconnaissante toute ma vie.

A mon chère frère : MOUJAHID Mehdi

J'aimerais te dire, merci pour ton aide, je t'aime tellement, et je te souhaite du succès dans ta vie .

A ma petite sœur MOUJAHID Ouafae

Je voudrais t'exprimer mon amour et toute l'affection que j'ai pour toi. Je t'aime petite sœur.

A toute la famille

Je remercie infiniment tous mes proches qui m'ont encouragée à avancer.

A tous mes chers amis

Je vous remercie chaleureusement, vous êtes la source de motivation, du courage, de l'amour... Je vous aime tous.

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord **Allah** le tout puissant de nous avoir donné le courage et la bonne volonté de mener à terme ce présent travail.

J'adresse ma profonde gratitude à Madame **BERRADA Sanae**, Professeur à la FSDM-Fès, pour m'avoir fait l'honneur de diriger ce travail de fin d'études, durant lequel elle m'a offert sa confiance, ses conseils qui m'ont été d'une aide précieuse et le soutien moral qu'elle a su m'apporter tout au long de ce parcours, tout en restant l'exemple absolu du travailleur infatigable, ce qui m'a toujours motivé pendant ce travail. Merci de m'avoir transmis de nouveaux principes scientifiques. J'espère pouvoir poursuivre ce qu'elle m'a enseigné dans ma carrière professionnelle.

Mes estimés et ma profonde reconnaissance sont adressées particulièrement à Mr le Pr **BENCHEIKH Rachid.**, Je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant ma préparation de ce rapport.

Je tiens à remercier Mr **EL FARICHA O.**, Professeur à la FST de Fès, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger ce travail.

Mes remerciements vont aussi à Mr le Pr. **HALOTI S.**, pour son organisation de notre filière durant cette année, et qui nous a consacré de son temps précieux, pour nous orienter, et nous aider pour trouver un stage de fin d'études dans les meilleurs établissements.

Je tiens à remercier également **Le Doyen IJAALI Mustapha** de la FST de Fès pour ses multiples conseils et les efforts déployés par son équipe afin de nous assurer une formation de qualité.

Je remercie également Mr le Pr. **BENLEMILH M.**, Doyen de la FSDM-Fès de m'avoir accepté pour faire mon stage de fin d'études au sein de cet honorable établissement.

Je tiens également à remercier tous les professeurs et tous les doctorants des Laboratoires LBEAS et LIMOME, et en particulier le Pr **ABDELLAOUI A.**, Mme **EL MEHDAOUI I.** et Mr **EL BARNOSSI A.**, **LAHJOUJI K.**...) pour leur accueil, leur disponibilité et leur aide qui m'a permis de mener ce projet à bien.

Mes remerciements s'étendent également à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation durant les années des études. Leurs conseils riches d'enseignements et leurs encouragements ont été pour nous des apports déterminants dans la réalisation de ce travail.

Merci à toutes et tous!

Liste des abréviations

AB : Antibiotique

BMH : Bouillon Mueller Hinton

CMI : Concentration minimale inhibitrice

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés organiques volatils

DMSO : Diméthylsulfoxyde

ECBU : Examen cyto bactériologique des urines

FSDM : Faculté des Sciences Dhar El Mehraz

FST : Faculté des Sciences et techniques

HD : Hydro-distillation

HE : Huile essentielle

HEs : Huiles essentielles

IU : Infections urinaires

LBEAS : Laboratoire de biotechnologie, environnement, agro-alimentaire et santé

LIMOME : Laboratoire d'ingénierie des matériaux organo-métalliques et environnement

NSE : Niveau socio-économique

OMS : Organisation mondiale de santé

PAM : Plantes aromatiques et médicinales

PCA : Plat Count Agar

PM : Plantes médicinales

RVU : Reflux vésico-urétéral

TTC : Triphényl-tétrazolium

UFC : Unité Formant Colonies

Liste des illustrations

Liste des figures

Figure 1 : Classification internationale du RVU selon des critères radiologiques.

Figure 2 : Hydrodistillation des huiles essentielle.

Figure 3 : Montage d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau.

Figure 4 : Enfleurage à chaud / froid.

Figure 5 : Hydrodistillation assistée par micro-ondes.

Figure 6 : Schéma simplifié d'un extracteur au CO₂ supercritique.

Figure 7 : Illustration de la méthode des aromagrammes sur boîte de Pétri.

Figure 8 : Illustration de *Lavandulaofficinalis*.

Figure 9 : Quartiers concernés par l'enquête ethnobotanique.

Figure 10 : Fréquence des PAM les plus vendues chez les herboristes.

Figure 11: Parties des PAM les plus utilisées à des fins médicaux.

Figure 12 : Modes les plus utilisés de consommation des PAM.

Figure 13 : Régions de culture des PAM au maroc.

Figure 14 : Photos montrant l'effet antibactérien de l'HE de *Lavandulaofficinalis* sur les souches bactériennes testées.

Figure 15 : Photos montrant l'effet antibactérien de l'HE de *Lavandulaofficinalis* sur les souches bactériennes testées.

Liste des tableaux

Tableau 1:Caractères généraux des principales bactéries en cause des IU.

Tableau 2 : Avantages des formes des PM.

Tableau 3 : Caractéristiques sociodémographiques des participants.

Tableau 4 :CMI de l' HE de *Lavandulaofficinalis*sur les souches testées.

Glossaire

- **Antibiotique** est une substance active sur les bactéries. L'action peut être bactéricide ou bactériostatique. Elle diffère selon la molécule, la bactérie elle-même, son état physiologique et son environnement.
- **Constipation** se définit par une diminution de la fréquence des selles associée à une difficulté pour les évacuer.
- **Dyssynergie vésico-sphinctérienne** est une incoordination entre la contraction vésicale et le relâchement du sphincter externe (spasme du sphincter pendant la miction peut empêcher la vidange complète de la vessie).
- **Echantillonnage** : C'est une méthode de sélection d'un sous-ensemble d'individus à l'intérieur d'une population pour estimer les caractéristiques de l'ensemble de la population.
- **Echantillonnage non probabiliste accidentel** : Echantillonnage non basé sur les lois de hasard, durant lequel les éléments sont choisis au fur et à mesure qu'ils se présentent, sans tri.
- **Ethique** : Ensemble des principes moraux qui sont à la base de la conduite de quelqu'un.
- **Etude descriptive** : Etude qui permet de recueillir des données quantifiables qui peuvent être analysées à des fins statistiques portant sur une population cible.
- **Etude prospective** : Etude à travers laquelle dès le départ, un groupe de personnes déterminé est suivi afin d'y repérer un événement (maladie,...).
- **Germes saprophytes** : Germes qui vivent dans l'organisme sans être pathogènes.
- **Iatrogène** : Manifestation pathologique due à un acte médical, spécialement à un médicaments.
- **Insuffisance rénale aiguë postopératoire** : C'est la conséquence d'une baisse significative et prolongée du débit de filtration glomérulaire, qui réduit la capacité d'élimination des produits azotés endogènes et compromet le maintien de l'homéostasie hydroélectrolytique du sujet .
- **Lithiase urinaire** : Maladie caractérisée par la formation de calculs dans les voies urinaires (reins, uretère, vessie). Ces calculs urinaires sont le plus souvent d'origine alimentaire.
- **Méat urinaire**, ou méat urétral, fait partie du système urinaire. Il s'agit de l'orifice externe de l'urètre par lequel passent les urines au moment de la miction.
- **Miction** : Emission de l'urine.
- **Molécule volatile** : C'est une molécule qui se déplace facilement de l'état liquide à l'état gazeux et inversement.
- **Phimosi** : C'est la conséquence d'un prépuce (le morceau de peau qui recouvre le gland) trop serré.
- **Principe actif** : Substance qui a une certaine activité biologique, y compris toutes les substances thérapeutiques (bénéfiques) telles que les médicaments, les vitamines et les probiotiques, ou toxiques (poisons).
- **Pyélonéphrite chronique** : Infection à pyogène continue du rein qui ne se manifeste presque exclusivement que chez le patient présentant des anomalies anatomiques importantes. Les symptômes peuvent être absents ou comprendre une fièvre, une sensation de malaise et une douleur de la fosse lombaire.
- **Septicémie** : Affection potentiellement mortelle qui correspond à l'infection du sang le plus souvent par une bactérie, parfois un virus ou plus rarement un champignon.
- **Stase** : C'est l'arrêt ou le ralentissement de la circulation d'un liquide dans l'organisme
-
- **Sténose du canal rachidien** : Affection provoquée par le rétrécissement du canal rachidien. Dans le langage médical, la sténose désigne le rétrécissement ou la striction d'un conduit ou d'un passage.
- **Uropathie obstructive** : Due à un obstacle anatomique ou fonctionnel au flux urinaire normal, allant parfois jusqu'à entraîner un dysfonctionnement rénal (néphropathie obstructive).
- **Valve urétrale** : Malformation obstructive du bas appareil urinaire (vessie, urètre) qui s'observe le plus fréquemment chez le garçon.
- **Vulvite** : Inflammation de la vulve qui comprend les petites et les grandes lèvres à l'entrée du vagin et constitue la partie visible de l'appareil génital féminin.

RESUME

Les infections urinaires posent un fardeau important pour la santé publique, du fait de leur fréquence très élevée, leur coût culminant de traitement et les multiples échecs de l'antibiothérapie à cause des bactéries multi résistantes.

Dans ce contexte, nous avons mené ce travail dont les objectifs principaux ont consisté à évaluer la vente et l'utilisation des PAM via une enquête ethnobotanique, tester l'effet antibactérien de l'huile essentielle de la Lavande sur des bactéries uropathogènes.

Pour cela, notre étude a comporté deux parties, la 1^{ère} est une enquête prospective descriptive sur une durée d'un mois (Mai-juin 2022), chez les herboristes de 7 quartiers de la ville de Fès. Comme méthode de collecte de données, nous avons élaboré un questionnaire et réalisé un entretien auprès des participants ayant accepté de participer à l'étude. Quant à la 2^{ème} partie, elle a été réalisée à la FSDM, sur une durée d'un mois (mai-juin 2022), et a porté sur l'évaluation de l'activité antibactérienne de l'HE de *Lavandula officinalis* sur 3 souches bactériennes (*E.coli*, *K.pneumonie* et *S.aureus*). L'aspect qualitatif a été réalisé par la méthode de Vincent, alors que la CMI a été déterminée par la méthode de microdilution en bouillon.

Les résultats ont montré les PAM les plus vendues sont le thym (23%), seulement les feuilles des PAM qui sont utilisées en médecine traditionnelle, l'infusion constitue le mode de préparation le plus utilisé (47%). Le rendement de l'HE de *Lavandula officinalis* par la méthode d'hydrodistillation est de 1,21%. Le diamètre d'inhibition de la souche *Klebsiella pneumoniae* est de 17 mm, celui de la souche *S.aureus* est de 11mm, et de la souche *E.coli*, est de 9 mm. La CMI de 7,5 µg/ml pour *E. coli* et pour *S.aureus* et de 1,8µg/ml pour *Klebsella pneumoniae*.

A la lumière de ce travail, le recours aux PAM est largement répandu, l'utilisation conventionnelle de ces plantes devrait être rationalisée en raison de leur richesse en composants actifs.

Mots clés : Activité antibactérienne, bactéries uropathogènes, HE de *Lavandula officinalis*, CMI, enquête ethnobotanique, PAM

SOMMAIRE

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
LISTE DES ABREVIATIONS.....	iii
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	iv
GLOSSAIRE.....	v
RESUME.....	vi
SOMMAIRE.....	vii
INTRODUCTION GENERALE.....	1

PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Infections urinaires	Erreur ! Signet non défini.
1. Définition.....	3
2. Epidémiologie.....	3
3. Modes de transmission d'infection urinaire.....	Erreur ! Signet non défini.
4. Facteurs favorisant les infections urinaires	Erreur ! Signet non défini.
5. Germes en cause	5
6. Conséquences des infections urinaires.....	6
7. Diagnostic.....	6
8. Traitement	7
II. Plantes Aromatiques médicinales	7
1. Définition.....	7
2. Importance des PAM	8
3. Différentes formes d'usage des PAM.....	8
III. Les huiles essentielles	9
1. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles (HE)	9
2. Méthodes d'extraction des huiles essentielles	9
2.1 Hydro-distillation	10
2.2 Distillation à vapeur saturée.....	10
2.3 Percolation ou hydro-diffusion.....	11
2.4 Expression ou pressage à froid.....	11
2.5 Enfleurage	11
2.6 Extraction assistée par Micro-ondes.....	12
2.7 Extraction par du CO2 supercritique.....	13
3. Activité antibactérienne des HE.....	14
4. Techniques d'études du pouvoir antibactérien des HE	14
4.1 Techniques en milieu liquide	14
4.1.1 Méthode de disques de Sarbach.....	14

4.1.2	Méthode de Maruzuella.....	14
4.2	Techniques en milieu solide.....	15
4.2.1	Méthode de diffusion sur les disques stériles.....	15
4.2.2	Méthode des puits.....	15
4.2.3	Méthode de micro-atmosphère.....	15
5.	Détermination de la CMI.....	15
IV.	Données botaniques et pharmacologiques sur la PAM testée (Lavande).....	16
1.	Origine et culture.....	16
2.	Classification.....	16
3.	Usage traditionnel et médicinal.....	16
<u>DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES</u>		
1.	Enquête ethnobotanique.....	18
1.1	Type, lieu et période de l'étude.....	18
1.2	Population cible, échantillonnage et considérations éthiques.....	18
1.3	Description de la zone d'étude.....	18
1.4	Méthodes et instruments de collecte des données.....	19
1.5	Traitement et analyse des données.....	19
2.	Activité antibactérienne de l'HE de <i>Lavandula officinalis</i>	19
2.1	Matériel.....	19
2.1.1	Matériel végétal.....	19
2.1.2	Matériel biologique.....	20
2.1.3	Matériel et consommable.....	20
2.2	Méthodes.....	20
2.2.1	Extraction des HE.....	20
2.2.2	Aromatogramme.....	21
2.2.3	Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI).....	21
<u>TROISIEME PARTIE RESULTATS & DISCUSSION</u>		
I-	Résultats.....	23
1.	Enquête ethnobotanique.....	23
1.1	Caractères sociodémographiques des participants.....	23
1.2	Fréquence de vente des PAM.....	23
1.3	Parties des PAM les plus utilisées.....	24
1.4	Modes de consommation des PAM.....	24
1.5	Régions de culture des PAM au maroc.....	25
2.	Action antibactérienne de l'HE de la Lavande sur des bactéries uropathogènes.....	25
2.1	Calcul du rendement de l'HE de <i>Lavandula officinalis</i>	25
2.2	Effet antibactérien l'HE de <i>Lavandula officinalis</i> sur les souches bactériennes testées.....	25
II -	Discussion.....	27
	Conclusion, recommandations et perspectives.....	29

Introduction générale

L'infection urinaire (IU) constitue un véritable problème de santé publique (**Zafindrasoet al, 2017**). Sa prévalence et son incidence varient d'un pays à l'autre. Aux Etats Unis, l'IU représentait sept millions de consultations en cabinet et un million de consultations aux urgences (**Vorkauffer, 2011**). Au Maroc, selon l'étude réalisée par **Moukradet al (2012)** dans la ville de Meknès, la prévalence est de 25%. Quant à l'enquête rétrospective réalisée à Marrakech par **Benhiba et al (2015)**, elle a permis de noter une prévalence de 12,26%.

D'origine bactérienne, ces infections sont fréquentes aussi bien en milieu hospitalier qu'en milieu communautaire, aboutissant généralement à un traitement antibiotique (AB). Cependant, l'utilisation effrénée des AB a créé une pression de sélection sur les bactéries, et a favorisé l'apparition de bactéries résistantes aux antibiotiques. Ainsi, une augmentation de l'incidence des résistances aux antibiotiques des germes responsables d'IU a été constatée au cours des dernières années. L'émergence des Entérobactéries sécrétrices de Bêta- Lactamase à Spectre Etendu (E-BLSE) est de plus en plus prévalente (**Zafindrasoet al, 2017**). Par ailleurs, selon un rapport conjoint de l'European Center for Disease Prevention and Control et de l'European Medicines Agency, 25000 patients sont morts en 2007 d'infections liées à des bactéries multirésistantes et n'ont pu être traités faute d'antibiotique efficace (**Raghu, 2016**). L'évolution croissante de l'antibio-résistance au fil du temps pourrait devenir l'une des principales causes de mortalité dans le monde (**Monnoyer-Smith, 2018**). Ainsi, la recherche de nouvelles molécules bioactives est devenue une priorité aussi bien à l'échelle mondiale qu'à l'échelle nationale.

Dans ce contexte et dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons mené ce travail, intitulé : « **Activité de l'huile essentielle de la Lavande sur des bactéries uro-pathogènes** », et dont les objectifs ont consisté à :

- Appréhender mes connaissances sur les infections urinaires et les PAM ;
- Mener une enquête ethnobotanique portant sur l'utilisation des PAM ;
- S'initier à la méthode d'extraction des PAM ;
- Evaluer l'effet antibactérien de l'huile essentielle de la Lavande sur des bactéries isolées chez des patients atteints d'infection urinaire.

Ce mémoire est divisé en trois parties :

- ✓ La 1^{ère} partie comprend une étude bibliographique portant sur les IU et les PAM ;
- ✓ La 2^{ème} partie est consacrée à la méthodologie adoptée ;

Activité de L'huile essentielle de la Lavande sur des bactéries uro-pathogènes

✓ La 3^{ème} partie comporte des résultats obtenus et leur discussion, ainsi qu'une conclusion et quelques recommandations et perspectives de l'étude.

PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Infections urinaires

1. Définition

Le terme infection urinaire (IU) désigne une réponse inflammatoire de l'urothélium à des microorganismes pathogènes dans les voies urinaires (Sarah B. et al, 2019). Elle est définie comme étant une infection qui peut toucher une ou plusieurs parties du système urinaire : les reins, les uretères, la vessie et l'urètre. Elle se manifeste le plus souvent par des douleurs ou une sensation de brûlures lors de la miction, parfois par des douleurs abdominales et de la fièvre (1). Ces infections peuvent toucher les voies urinaires inférieures ou les voies urinaires inférieures et supérieures (Rowe et al, 2013). Les infections des voies inférieures impliquent la vessie (cystite) et l'urètre (urétrite) ; alors que l'infection des voies supérieures implique le parenchyme rénal et le système de collecte et est appelé pyélonéphrite (Sarah B. et al, 2019).

2. Epidémiologie

long de leur vie (Mittal, 2009). Elles sont fréquentes aussi bien en milieu communautaire qu'en milieu hospitalier, et constituent à ce titre une préoccupation de santé publique. Leur prévalence quoique variable, reste élevée. A titre d'exemple, aux États-Unis, les IU représentent chaque année plus de 8 millions de visites aux cabinets médicaux, 1,5 million de visites aux urgences et 300 000 admissions à l'hôpital, et sont la 2^{ème} infection la plus fréquente de tous les systèmes organiques et la maladie urologique la plus courante, avec un coût annuel total de plus de 3,5 milliards de dollars (Mittal R. et al, 2009). A l'échelle nationale, la prévalence dépasse 10% (EL Ammani, 2019). Ces infections sont plus fréquentes chez les femmes que chez les hommes et varient en fonction de l'âge. Ainsi, chez les femmes de 20 à 40 ans, l'incidence varie de 25 à 30 %, tandis que chez les femmes âgées de plus de 60 ans, elle varie de 4 à 43 % . Les IU peuvent être classées comme simples ou compliquées. Les facteurs prédisposants reconnus dans les IU compliquées sont les défauts anatomiques, le reflux vésico-urétique (RVU), l'obstruction, la chirurgie, les maladies métaboliques comme le diabète sucré et l'immunosuppression généralisée, surtout chez les patients greffés d'organes. Le cathétérisme des voies urinaires est l'un des facteurs les plus courants qui prédisposent l'hôte à des IU compliquées, pouvant endommager la couche muqueuse, ce qui perturbe la barrière naturelle et permet la colonisation bactérienne. Les micro-organismes peuvent entrer par voie extraluminale en traversant la lumière extérieure du cathéter ou par voie intraluminale en entrant directement à l'intérieur du cathéter (Mittal R. et al, 2009).

3. Modes de transmission d'infection urinaire

La transmission est en général due à une auto contamination, des germes d'origine digestive étant transportés depuis l'anus jusqu'au méat urinaire où ils peuvent ensuite remonter le circuit de l'urine pour envahir notamment l'urètre et la vessie. D'autre part, il y a d'autres modes de transmission tels que le contact direct, la blessure, l'injection et le matériel médical iatrogène, etc(2).

4. Facteurs favorisant les infections urinaire

4.1 Facteurs généraux

Une mauvaise hygiène locale, une vulvite, un reflux vaginal, un phimosis serré, une constipation ou un affaiblissement congénital ou acquis des défenses immunes sont des facteurs favorisant l'IU. Une lithiase urinaire peut également favoriser l'apparition d'une IU, ou être précipitée par elle. Le cathétérisme vésical ou la mise en place d'une sonde urinaire pour une période prolongée sont aussi des facteurs de risque bien connus. D'une manière générale, toute stase ou obstacle à l'écoulement urinaire favorise l'infection. La stase est souvent la conséquence d'un RVU, d'une malformation des voies urinaires ou d'une mauvaise vidange vésicale lors de la dyssynergie vésico-sphinctérienne (**Iacobelli S. et al, 2009**).

4.2 Reflux vésico-urétéral (RVU)

L'étanchéité de la jonction vésico-urétérale est fonction du rapport de la longueur du segment sous-muqueux de l'uretère au diamètre urétéral . Il arrive que ce trajet sous muqueux soit trop court, compromettant le mécanisme anti-reflux, avec pour conséquence un RVU lors des mictions normales ou lors d'augmentation intempestive de la pression intravésicale. Un RVU peut être la conséquence d'une malformation plus grave de la jonction vésico-urétérale et/ou d'une uropathie malformative complexe. Sa présence rend difficile la vidange complète de la vessie lors des mictions. Le RVU représente en effet un facteur de risque non négligeable d'IU, et se retrouve chez 30 à 60 % des enfants infectés. La sévérité du reflux est variable. La classification internationale, basée sur les images de cystourétrographie mictionnelle, définit cinq degrés de sévérité selon que l'urine remonte une partie du trajet urétéral sans atteindre le bassinnet (degré 1), ou qu'elle remonte jusqu'au bassinnet, dilatant massivement l'uretère et le système pyélocaliciel (degré 5)(Fig. 1)(**Iacobelli S. et al, 2009**).

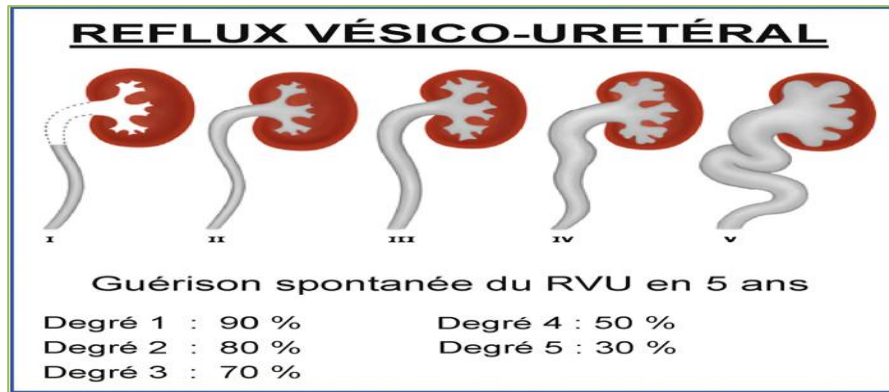


Figure 1 : Classification internationale du RVU selon des critères radiologiques (CUM)(Iacobelli S. et al, 2009).

4.3 Malformations obstructives

L'IU est souvent associée à une uropathie obstructive plus ou moins sévère (sténose de la jonction urétéropelvique, sténose de la jonction vésico-urétérale, valves urétrales). La présence d'une urétérocèle infectée ou d'une vessie neurologique représente aussi un facteur de risque. La prise en charge de ces uropathies doit se faire de concert avec un urologue pédiatre, même si un traitement conservateur est souvent possible(Iacobelli S. et al, 2009).

4.4 Virulence du germe

Les différents germes pouvant coloniser le tractus urinaire présentent des facteurs spécifiques de pouvoir pathogène. Ces facteurs donnent aux bactéries le pouvoir de se fixer sur l'épithélium des voies urinaires. C'est ainsi que certaines souches de colibacilles présentent sur leur surface des adhésines de type P. fimbriae ou des pili, qui sont particulièrement pathogènes. Les *P. fimbriae* favorisent l'intensité de la réponse inflammatoire et la sécrétion de cytokines. Plus de 80 % des *Escherichia coli* responsables de pyélonéphrites possèdent des P. fimbriae, alors que cette adhésine n'est présente que chez 40–50% des souches responsables de cystites (Iacobelli S. et al, 2009).

5. Germes en cause

Les germes en cause proviennent majoritairement de la flore digestive, soit native, soit modifiée venant coloniser la zone péri-urétrale (Caron F, 2003). Dans 95% des cas, l'infection urinaire est causée par une bactérie. Et la plupart du temps, il s'agit de *Escherichia coli* (*E.coli*). Cette bactérie est très présente dans l'intestin, où elle est inoffensive, mais, parfois elle remonte dans l'urètre, et provoque alors une cystite(3). *E.coli* est identifiée dans 70 à 95% des cystites simples et 85 à 90% des pyélonéphrites aiguës, suivi de *Proteus mirabilis* et de *Klebsiella*. On note également que l'incidence des infections communautaires à *Staphylococcus saprophyticus* peut atteindre 10% chez la femme jeune. D'autres bactéries

peuvent être isolées, c'est le cas de *Pseudomonas aeruginosa*, de *Klebsiella*, de *Serratia*, de *Corynebacterium urealyticum*, des entérocoques, ect (Alan E, 2015).

Le tableau suivant présente les caractères généraux des bactéries en cause des IU

Tableau 1:Caractères généraux des principales bactéries en cause des IU

Germes	Caractérisques	Transmission	Diagnostic
Entériobacériacae <i>E.coli</i> , <i>Protéus</i> , <i>Klebsella</i> , <i>Margenella</i> <i>Serratia</i>	Bacilles à gram (-), mobiles, fermentent le glucose, ubiquitaire. Certaines espèces sont saprophytes. Réservoir : Homme, animaux, sols.	Oro-fécale	Prélèvement : urine, ECBU Oxydase, Catalase +, Nitrate réductase +
<i>Staphylococcus</i> hémolyticus , <i>Staphylococcus</i> aureus	Cocci gram (+) en amas, mésophile (37°C), opportuniste, capsulé, halophile, asporulé, neutrophile, toxigène, adhésine, aérobie-anaérobie facultatif. Couleur doré. Réservoir : homme, au niveau de la peau et des muqueuses	Contact direct, blessure, injection, matériel médical iatrogène,	Prélèvement : culture sur milieu différentiel BCP, CLED, chapman, milieu bairdparker, Dnase+ ,catalase +, coagulase +

6. Conséquences des infections urinaires

Si l'infection basse n'est pas traitée, l'agent infectieux continue à se multiplier et à envahir les voies urinaires hautes, et causer ainsi une pyélonéphrite. L'infection urinaire peut exceptionnellement, s'aggraver au point d'entraîner une septicémie ou une insuffisance rénale. Dans tous les cas, il importe de consulter un médecin en cas de signes d'infection urinaire (1).

7. Diagnostic

Le diagnostic de l'infection urinaire repose à la fois sur l'examen clinique et l'examen biologique.

➤ L'examen clinique comprend l'interrogatoire reposant notamment sur les antécédents, et les symptômes du patient et son examen physique. Il s'agit de rechercher la présence de signes cliniques de l'IU et d'éventuels facteurs de complication. En effet, les infections urinaires sont souvent peu symptomatiques, en particulier chez les patients sondés. Elles peuvent être reconnues à l'occasion de complications : bactériémies, prostatites, pyélonéphrites. Par ailleurs, la clinique des infections urinaires est variable. Les symptômes peuvent être locaux et se manifesteront alors au niveau des voies urinaires et/ ou au niveau de l'abdomen (Seck R, 2005).

➤ La bandelette urinaire (BU) : C'est le premier examen facile et rapide à réaliser en cabinet. Elle permet d'orienter le diagnostic. Elle est à réaliser devant tous signes fonctionnels urinaires, ou fièvre sans point d'appel. Ainsi, une BU est dite négative quand la leucocyturie et les nitrites sont négatifs. Elle est dite positive si une leucocyturie ou des nitrites sont détectés (Vorkauffer S, 2011).

➤ L'Examen Cytobactériologique des urines (ECBU) : Il permet de confirmer la présence ou l'absence de l'infection urinaire, et d'identifier la bactérie responsable de cette infection. En effet, l'ECBU regroupe différents examens :

- L'examen direct avec une analyse au microscope des cellules présentes dans les urines, c'est l'examen cytologique.
- L'examen cytologique et bactériologique permettant d'évaluer la présence des germes et la numération des hématies et des leucocytes.
- L'antibiogramme qui permet d'analyser la sensibilité des éventuelles des bactéries retrouvées dans les urines aux différents antibiotiques afin de mieux connaître les antibiotiques les plus efficaces en fonction des germes retrouvés (**Berrada S, 1999**).

8. Traitement

Le traitement vise 3 axes principaux, soit la lutte contre l'infection, la lutte contre la douleur et la lutte contre la récurrence.

La lutte contre l'infection dépend du niveau de l'infection et consiste à mener une antibiothérapie adaptée. Les antibiotiques les plus utilisés sont ceux qui possèdent une élimination urinaire plus lente. Ce sont généralement les fluoroquinolones, les céphalosporines de 3^{ème} génération et les aminosides. Quant à la lutte contre la douleur, elle se fait par l'utilisation d'antalgiques et d'antispasmodiques. L'utilisation d'anti-inflammatoires nonstéroïdiens ou de corticoïdes est inutile voire dangereuse. Concernant la lutte contre la récurrence, elle nécessite l'application de mesures hygiéniques et diététiques dont la prise de boissons abondantes, les mictions fréquentes, la lutte contre la constipation pour éviter la stagnation et la multiplication des germes. Par ailleurs, il est important de noter que l'exposition croissante des bactéries aux antibiotiques a favorisé la sélection de souches bactériennes résistantes aux agents anti-infectieux aboutissant parfois à un blocage thérapeutique. La recherche de nouveaux principes actifs est devenue ainsi une priorité aussi bien à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale (**Berrada S. et al, 2016**).

II. Plantes Aromatiques médicinales

1. Définition

Une plante médicinale (PM) est une plante qui contient, dans un ou plusieurs de ses organes des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou comme des précurseurs pour des préparations pharmaceutiques semi-synthétiques (**Penso, 1980**). D'après l'OMS (1992), les PM sont définies comme étant des plantes, sauvages ou cultivées, utilisées à des fins médicinales (**Abdelnour R, 2004**).

2.Importance des PAM

Les plantes aromatiques médicinales (PAM) sont des mélanges complexes de produits chimiques, qui peuvent être utilisées en cuisine et en phytothérapie pour les arômes qu'elles dégagent et leurs propriétés thérapeutiques particulières bénéfiques. Elles peuvent avoir plusieurs activités pharmacologiques distinctes et simultanées, tandis que les médicaments pharmaceutiques sont principalement des entités chimiques uniques. Ainsi, les PAM modernes font de plus en plus partie de la gestion clinique intégrative dans les manuels médicaux, comme en témoigne la pharmacothérapie à base de plantes standard naturelle (Ramzan I, 2015). Par ailleurs, un certain nombre de rapports ont montré les effets positifs des extraits de plantes médicinales comme agent antiviral utilisé dans l'alimentation animale ou comme prophylaxie et remède. En plus d'être une alternative moins chère et plus sûre, l'utilisation des PAM peut réduire l'incidence de la résistance aux médicaments et peut moduler le système immunitaire dans la prévention des maladies virales (Yasmin, 2020). Aux Etats-Unis, environ 25% de toutes les ordonnances médicales comportent des produits à base de PAM (Nabors, 2008).

3. Différentes formes d'usage des PAM

Les PM peuvent être utilisées sous différentes formes (Jean-yves, 2018). Le tableau suivant présente la liste des formes les plus courantes ainsi que leurs avantages, dont certaines sont solides et d'autres liquides.

Tableau 2 : Avantages des formes des PM (Jean-yves, 2018).

Type	Formes	Avantages
Solide	Gélules	<ul style="list-style-type: none"> - La forme galénique est facile à utiliser, il suffit de les avaler. De plus, la quantité de liquide ingérée est elle aussi faible. Sur ce point de vue, ce type de produit peut donc être utilisé chez un insuffisant rénal. - Cette forme se décompose rapidement dans l'estomac. De plus la poudre qu'elle contient entraîne une bonne disponibilité des principes actifs dans l'organisme.
	Comprimés	<ul style="list-style-type: none"> - L'avantage principal des comprimés réside en leur solidité. - Les substances actives sont dans un milieu sec et condensé, ce qui est favorable à leur conservation. De plus les comprimés peuvent être dragéifiés afin de masquer une saveur désagréable. - Enfin leur utilisation est rapide et facile car seule de l'eau potable suffit à leur ingestion.
	Capsules	<ul style="list-style-type: none"> - Le premier avantage de cette forme est lié au fait que le contenu est de consistance liquide ou pâteuse. - Les principes actifs présenteront une meilleure biodisponibilité car ils se présentent déjà sous forme solubles dans leur solvant respectif, hydrophile ou hydrophobe - Second avantage, qui en fait n'en est un que lorsque le principe actif présente une saveur et/ou une odeur désagréable, l'enveloppe de la capsule masque celles-ci et permet alors une absorption plus agréable. - Notons également que la gélatine de l'enveloppe, imperméable à l'oxygène, permet de protéger les principes actifs sensibles à l'oxygène de l'air.

Liquide	Tisanes	- La tisane présente comme premier avantage d'être facile d'emploi. Elle est de plus non agressive et aussi peu onéreuse. - De plus elle apporte une quantité non négligeable de liquide, engendrant ainsi une bonne hydratation et une élimination rénale de substances étrangères, elle agit donc comme diurétique et détoxifiant.
	Digestés huileux et huiles infusées	Le principal apport de cette forme pharmaceutique par rapport aux autres est le fait qu'elle est émulsifiable dans l'eau. Cette propriété permet une meilleure absorption intestinale des principes actifs de la plante.
	Huiles essentielles (HE)	Les huiles essentielles sont particulièrement efficaces pour soigner les plaies et lutter contre les infections provoquées par les virus, les bactéries, les parasites et les champignons. Elles soulagent les maux de tête, la toux, les troubles respiratoires (asthme, bronchite, sinusite) et digestifs.

III. Huiles essentielles

1. Propriétés physico-chimiques des huiles essentielles (HE)

1.1 Propriétés physiques

les HE possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques :

- ✓ À température ambiante, elles sont liquides. Il existe cependant des exceptions.
- ✓ Les HE sont volatiles, ce qui les rend entraînable à la vapeur et particulièrement odorantes.
- ✓ Les essences sont lipophiles et donc très peu solubles dans l'eau en général.
- ✓ Leur solubilité est totale dans les huiles grasses qui représentent leurs meilleurs solvants, elle est très grande dans les alcools à titres élevés et dans les solvants organiques.
- ✓ Elle a un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée (**Robin D, 2017**).

1.2 Composition chimique

La composition chimique d'une HE dépend d'un grand nombre de facteurs. Certains sont liés aux opérations de traitement imposées pour l'extraction, mais leur composition chimique dépend principalement de la composition de l'essence produite par la plante, celle-ci étant fonction de facteurs environnementaux mais avant tout du patrimoine génétique de la plante. En plus du patrimoine, la présence ou l'absence d'un constituant chimique à tout stade de croissance est exclusivement déterminée par la concentration de la plante qui est régie à la fois par la génétique et des facteurs environnementaux (**Robin D, 2017**).

2. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Les HE sont obtenues de diverses manières. Le choix de la technique dépend de la localisation histologique de l'huile dans le végétal et de son utilisation. En effet, techniques d'extraction des HE reposent toutes sur le même principe, basé sur l'entraînement des molécules volatiles de la plante par la vapeur d'eau. Le degré de contact entre la plante et l'eau est le seul paramètre qui diffère. Parmi ces techniques, on cite l'hydro-distillation (HD),

la distillation à vapeur saturée, l'hydro-diffusion, le pressage à froid, l'extraction par du CO₂ supercritique, l'extraction assistée par Micro-ondes(Herzi N,2013).

2.1 Hydro-distillation

Dans le cas de l'HD, la plante se trouve dans un réacteur où elle est en contact direct avec l'eau bouillante. Selon la densité ou la quantité de la plante utilisée, elle peut flotter ou être complètement immergée dans l'eau. Elle est généralement conduite à pression atmosphérique. Le chauffage permet l'éclatement et la libération des molécules volatiles contenues dans la matière végétale. La vitesse de vaporisation des composés volatiles des PAM par hydodistillation est connue par la variation de leur concentration en fonction de la résistance à la diffusion de l'HE dans les tissus cellulaires et également selon la solubilité des molécules volatiles dans l'eau (figure suivante)(Herzi N,2013).

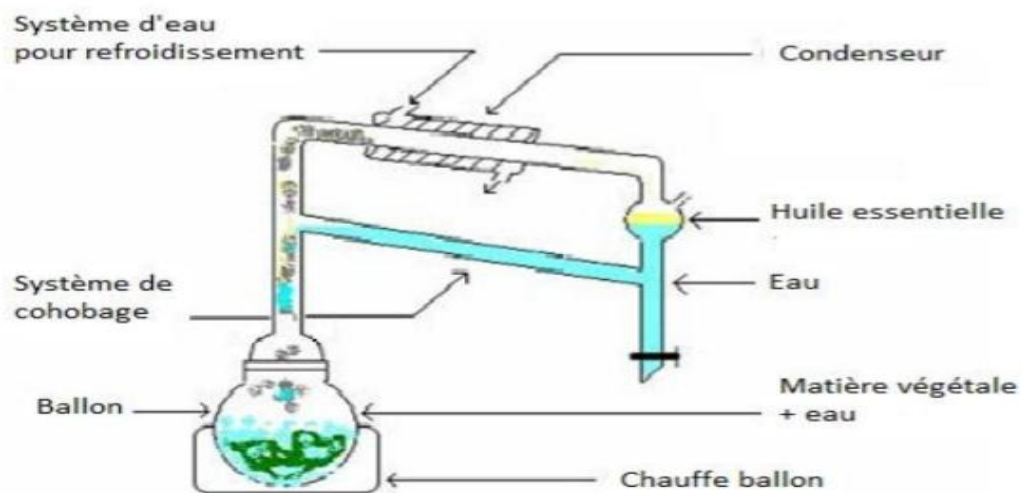


Figure 2 : Hydrodistillation des huiles essentielle (Herzi N,2013).

2.2 Distillation à vapeur saturée

C'est le moyen le plus répandu pour extraire les molécules volatiles des PAM. Comme présenté en figure suivante, le matériel végétal n'est pas en contact avec l'eau, mais la vapeur d'eau produite par une chaudière est injectée et traverse la matière végétale de bas en haut, éclate les cellules et entraîne les molécules volatiles. En traversant un tube réfrigérant, la vapeur d'eau saturée en composés volatils se condense en un mélange hétérogène composé d'HE et d'hydrolat. On peut également récupérer la phase aqueuse, comportant une faible proportion de composés aromatiques, qui porte alors le nom d'eau florale (Herzi N,2013)/

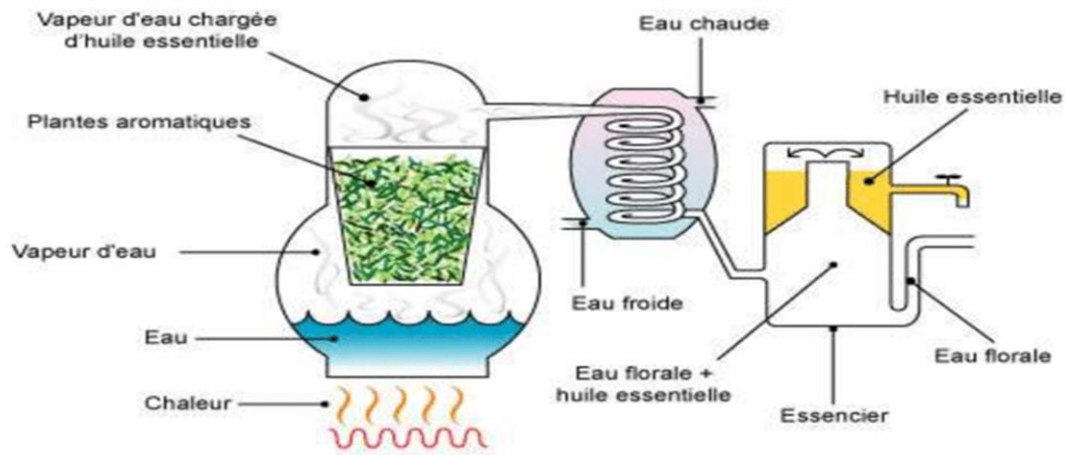


Figure 3: Montage d'extraction par entraînement à la vapeur d'eau (10).

2.3 Percolation ou hydro-diffusion

C'est une méthode également récente, qui fonctionne à l'inverse de la distillation. En effet, on injecte la vapeur d'eau de haut en bas, au lieu de bas en haut. Cette méthode présente, pour certaines plantes telles que les conifères ou la cannelle, l'avantage d'être plus rapide et, par conséquent, moins susceptible de transformer la qualité des huiles essentielles recueillies. Les substances obtenues sont chargées en composants non volatils, on parle alors dans ce cas d'essences de percolation et non d'HE (6).

2.4 Expression ou pressage à froid

C'est une technique "physique" simple où les écorces des agrumes (citron, orange,...) sont pressées à froid pour extraire leurs HEs en utilisant des rouleaux ou des éponges. Aucune source de chaleur n'est utilisée, laissant ainsi à l'huile une odeur très proche de l'original. Le principe de cette méthode consiste à faire éclater par différents procédés mécaniques comme la compression et la perforation, les poches qui sont situées à la surface de l'écorce de ces fruits renfermant l'HE. L'huile libérée est ensuite recueillie par un courant d'eau (Herzi,2013).

2.5 Enfleurage

La technique d'enfleurage est couramment utilisée depuis le début du 18^{ème} siècle. À cette époque, certaines matières particulièrement fragiles ne pouvaient pas être traitées par distillation et étaient donc extraites par enfleurage à froid, ou par enfleurage à chaud (figure suivante) (7).

2.5.1 Enfleurage à froid

Ce procédé d'extraction est utilisé pour le jasmin, la jonquille, ou la tubéreuse, des fleurs trop fragiles pour être chauffées. Il consistait à étaler une couche de graisse animale à température ambiante sur une plaque entourée d'un châssis en bois. Les fleurs ne devaient pas être soumises à de fortes températures, pour que le parfum n'en soit pas altéré. Les fleurs sont tout

d'abord triées afin de ne garder que les plus fraîches d'entre elles, puis déposées à la main, une par une, sur la graisse, où elles reposent pendant environ 24 h. La graisse, finement étalée, va alors absorber leurs senteurs. L'opération devait être renouvelée plusieurs fois, jusqu'à ce que la graisse soit saturée du parfum de ces fleurs, qui étaient ensuite retirées à la main. À la fin du procédé, la graisse était recueillie avec une spatule, puis lavée à l'alcool dans des batteuses. Cela permettait de la séparer des molécules odorantes, et d'obtenir, après évaporation, le précieux « absolu des pommades » (7).

2.5.2 Enfleurage à chaud

Appelé également « macération », ce procédé permettait de faire infuser les fleurs plus résistantes ou autres végétaux, dans des huiles et graisses constituées de 75 % de porc et de 25 % de bœuf, et chauffées au bain-marie entre 40 et 60 degrés. Les fleurs étaient agitées, à l'aide d'une spatule en bois, dans la graisse chauffée pendant deux heures. Les fleurs utilisées, renouvelées chaque jour par des fleurs fraîches infusaient durant au moins 24 heures. La graisse, qui pouvait également être chauffée par la chaleur du soleil, était ensuite récupérée par égouttage, grâce à de grandes passoire, puis filtrée au travers de linges en tissus. Le produit était finalement lavé à l'alcool dans les batteuses. Cet enfleurage à chaud était utilisé pour la rose de mai, la fleur d'oranger, et le mimosa. Ces matières permettaient d'obtenir des produits très riches et très élégants, réservés aux compositions d'exception (7).

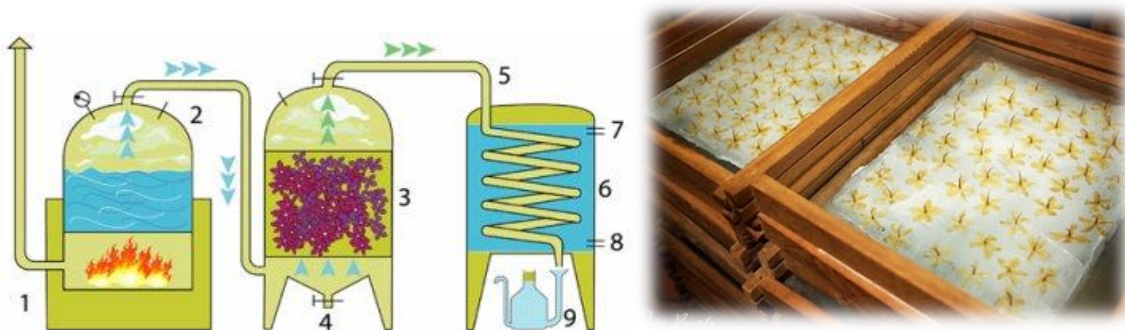


Figure 4: Enfleurage à chaud / froid.

Il s'agit d'une technique pour extraire les essences de fleurs (à froid pour les fleurs les plus fragiles et à chaud pour les moins fragiles). On met les pétales de roses ou narcisses dans une grande cuve puis dans une autre on fait bouillir de l'eau. Les fleurs perdent leur parfum à cause de la chaleur et grâce à la graisse. Elles sont ensuite récupérées dans une autre cuve. A froid, c'est pareil sauf que les pétales de jasmin sont disposés sur des grans tiroirs graissés(8).

2.6 Extraction assistée par Micro-ondes

C'est une technique récente développée dans le but d'extraire des produits naturels comparables aux HEs et aux extraits aromatiques. Dans cette méthode, la plante est chauffée par un rayonnement micro-ondes dans une enceinte dont la pression est réduite de façon

séquentielle: les molécules volatiles sont entraînées dans le mélange azéotrope formé avec la vapeur d'eau propre à la plante traitée . Ce chauffage, en vaporisant l'eau contenue dans les glandes oléifères, crée à l'intérieur de ces dernières une pression qui brise les parois végétales et libère ainsi le contenu en huile (figure suivante)(Herzi N, 2013).

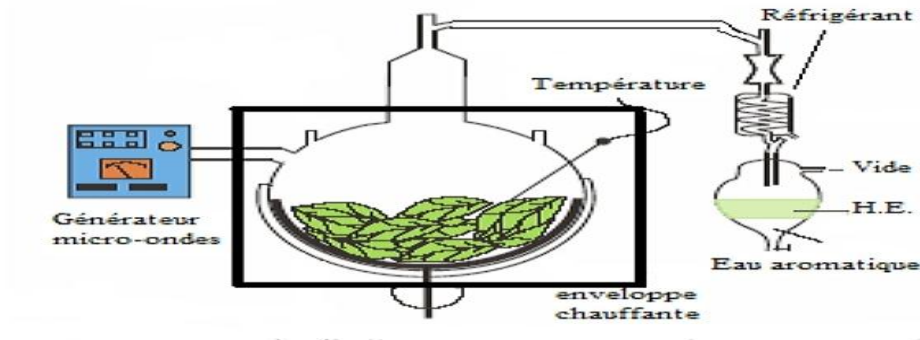


Figure 5: Hydrodistillation assistée par micro-ondes(Herzi N, 2013).

2.7 Extraction par du CO₂ supercritique

L'extraction par le CO₂ supercritique, apparue dans les années 1980, est un cas particulier d'utilisation d'un solvant. La technique met à profit une propriété originale du CO₂ qui, au-delà du point critique, soit une pression de 73,8 bars et une température de 31,1°C, se trouve dans un état intermédiaire entre le liquide et le gaz lui conférant un important pouvoir d'extraction des molécules aromatiques. Le principe général de la méthode, représenté de manière schématique dans la figure suivante, est le suivant. Le CO₂, porté aux conditions de température et de pression souhaitées, chemine au travers de la matière première végétale dont elle tire et volatilise les molécules aromatiques. Le mélange passe ensuite dans un séparateur, où le CO₂ est détendu et se vaporise, il est soit éliminé, soit recyclé. L'extrait se condense et est récupéré (Robin D,2017).

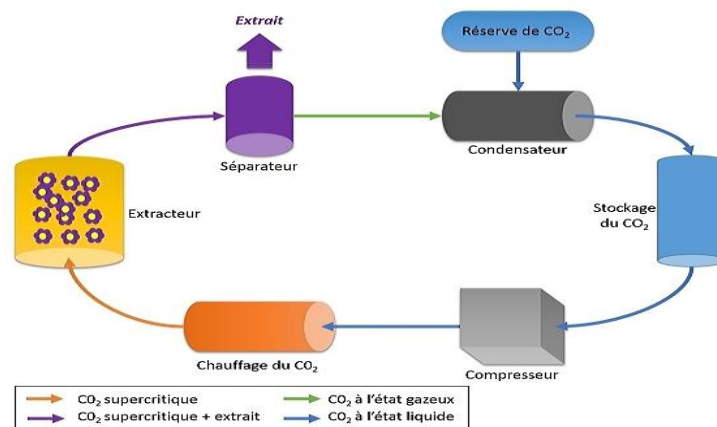


Figure 6 : Schéma simplifié d'un extracteur au CO₂ supercritique(Robin D,2017).

3. Activité antibactérienne des HE

Le spectre d'action des HE est très étendu, car elles agissent contre un large éventail de bactéries, y compris celles qui développent des résistances aux antibiotiques. Cette activité est par ailleurs variable d'une HE à l'autre et d'une souche bactérienne à l'autre (Kalemba D. et al, 2003). Les HE agissent aussi bien sur les bactéries Gram positives que sur les bactéries Gram négatives. Toutefois, les bactéries Gram négatives paraissent moins sensibles à leur action et ceci est directement lié à la structure de leur paroi cellulaire (Burt S, 2004). La croissance des bactéries, résistantes et multi-résistantes aux antibiotiques, peut être inhibée par certaines huiles essentielles. Les huiles d'agrumes, de lavande, de menthe, de genévrier, de l'arbre à thé, de thym et d'eucalyptus se révèlent particulièrement efficaces contre les staphylocoques dorés résistants à la méthicilline (May et al, 2000) et les entérocoques résistants à la vancomycine (ERV) (Fisher K. et al, 2009). Les HE isolées de deux espèces de thym de Corée, *Thymus magnus* et *Thymus quinquecostatus*, sont également capables d'inhiber la croissance de bactéries résistantes comme *Streptococcus pneumoniae*, *Samonellatyphimurium*, *Salmonella entereditiset S. aureus* (Shin S. et al, 2005).

4. Techniques d'études du pouvoir antibactérien des HE

La technique utilisée pour déterminer le pouvoir antibactérien des HE a une grande influence sur les résultats obtenus. Parmi les techniques utilisées, on cite les techniques en milieu liquide et les techniques en milieu solide.

4.1 Techniques en milieu liquide

4.1.1 Méthode de disques de Sarbach.

L'essence est déposée à différentes concentrations sur des disques en papier filtre de 10 mm de diamètre, l'ensemble est placé dans des tubes à essai. Dans chaque tube, est réparti un certain volume de bouillon nutritif ensemencé. Une agitation mécanique est assurée pendant toute la durée de l'incubation. L'action bactéricide totale est confirmée par repiquage en milieu liquide d'une anse prélevée sur le milieu liquide de subculture. Le pouvoir bactéricide partiel est apprécié par l'évaluation du pourcentage de survivants par repiquage en milieu solide (Rhayour K., 2002).

4.1.2 Méthode de Maruzuella

Elle permet l'étude du pouvoir bactéricide en bouillon après solubilisation de l'HE dans l'éthanol. Les solutions mères sont préparées dans l'éthanol 95%, la solution alcoolique est ensuite répartie à différentes doses dans le milieu liquide préalablement ensemencé. Après la durée d'incubation, on effectue des subcultures qui permettent d'évaluer les concentrations minimales inhibitrices (CMI) (Rhayour K., 2002).

4.2 Techniques en milieu solide.

4.2.1 Méthode de diffusion sur les disques stériles

Elle est appelée aussi technique de l'aromatogramme. Elle consiste à utiliser des disques formés par des papiers filtre stérilisés de 6 mm de diamètres, imbibés d'huiles essentielles et déposés à la surface d'un milieu gélosé,ensemencé par inondation avec une souche bactérienne en bouillon nutritif de titre connu. Après incubation à 37°C pendant 24 heures, les zones d'inhibition apparaissent autour des disques stériles sont évaluées. Les essais sont répétés trois fois, la lecture des résultats se fait par la mesure du diamètre d'inhibition exprimée en mm (**Berrada S., 2016**) (Figure suivante).

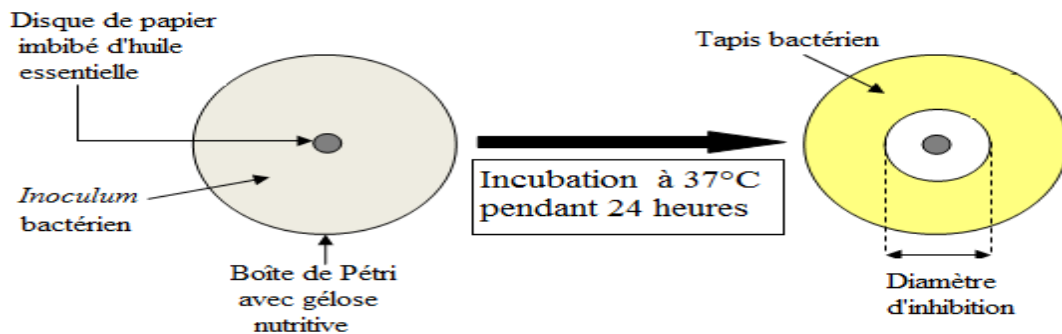


Figure 7: Illustration de la méthode des aromagrammes sur boîte de Pétri (**Berrada S., 2016**).

4.2.2 Méthode des puits

Elle correspond à la technique des disques stériles mais légèrement modifiée. Elle consiste à faire des trous dans la gélose coulée et solidifiée ensemencé par inondation avec une souche bactérien dans les boîte de pétrie et à les remplir d'un volume donnée d'HE qui va diffuser dans la gélose. Après incubation à 37°C pendant 24 heures, les zones d'inhibition apparaissent autour des disques stériles sont évaluées (**Berrada S., 2016**).

4.2.3 Méthode de micro-atmosphère

C'est une technique d'étude en phase vapeur. Son principe est d'ensemencer une boîte de pétri avec les germes tests, tandis que l'on dépose quelques gouttes d'HE sur un papier filtre au fond et au centre du couvercle. La boîte est incubée couvercle en bas. Il se produit une évaporation des substances volatiles. La lecture de la croissance des germes ou de leur inhibition, se fait après incubation (**Berrada S., 2016**).

5. Détermination de la CMI

La CMI n'est pas, pour une bactérie donnée, une constante biologique. Elle est définie par le Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (CA-SFM) comme

étant la plus faible concentration d'une gamme de dilutions de la molécule testée, antibiotique ou autre, de demi en demi qui entraîne l'inhibition de toute croissance bactérienne visible. La méthode par dilution successive en milieu solide est la méthode de référence pour déterminer la sensibilité bactérienne aux antibiotiques. Cette détermination exige une standardisation rigoureuse du protocole expérimental (influence de l'inoculum, du délai séparant ensemencement et observation, milieu de culture), toute modification des conditions expérimentales rendant l'interprétation difficile (**Berrada S., 2016**).

IV. Données botaniques et pharmacologiques sur la PAM testée (Lavande)

1. Origine et culture

La lavande est un arbrisseau buissonnant pouvant atteindre 1 m de hauteur. Les feuilles, linéaires et de couleur gris vert, ont une longueur variant entre 3 et 5 cm. Lors de la floraison, la plante développe de longs pédoncules non ramifiés terminés par des épis dont la couleur varie du mauve pâle au violet. Depuis 1981, la lavande vraie fait l'objet d'une appellation d'origine contrôlée (AOC) : Lavande fine de Haute Provence, afin de lutter contre la concurrence des essences étrangères et identifier une production de haute qualité. Les plantes doivent être sur une aire géographique située à une altitude minimale de 800 m et seulement dans certains départements : Vaucluse, Drôme, Alpes de Haute Provence et Hautes Alpes. Au total, 284 communes y participent (figure suivante) (**Belmont M., 2013**).



Figure 8 : Illustration de *Lavandula officinalis*.

2. Classification

La Lavande est une plante qui appartient à l'embranchement des *Spermaphytes*, à la classe des *Dicotylédones*, à l'ordre des *Lamiales*, à la famille des *Lamiacées*, au genre *Lavandula*, à l'espèce *officinalis* (**Belmont M., 2013**).

3. Usage traditionnel et médicinal

L'HE de la lavande est préparée par entraînement à la vapeur d'eau à partir des sommités fleuries de *Lavandula angustifolia* (Lavande vraie ou lavande officinale, la fleur séchée

Activité de L'huile essentielle de la Lavande sur des bactéries uro-pathogènes

contient 8 ml/kg d'huile essentielle) ou de *L. latifolia*(Lavande aspic) (1, 8). La lavande a montré en effet plusieurs actions, on cite entre autres :

- L'action neuropsychiatrique, avec effet sédatif et hypnotique, effet sur l'anxiété et le stress, sur les déficits cognitifs liés à l'âge, anticonvulsivant, sur la dépression, sur l'analgésie et l'anesthésie
- L'action sur le stress oxydant ;
- L'action immunomodulatrice ;
- L'action dans le domaine vasculaire, avec effet vasodilatateur, anti-agrégant plaquettaire, vasoprotecteur ;
- L'action antimicrobienne, avec effet antibactérien, antifongique, insecticide et antiparasitaire,....(**Belmont M., 2013**).

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES

Notre étude, réalisée sur une durée de deux a comporté deux axes :

- Le 1^{er} axe a consisté en une enquête ethnobotanique, visant le recueil des informations portant sur la vente, l'utilisation et l'efficacité des PAM.
- Le second axe a comporté une évaluation de l'activité antibactérienne de l'HE de *Lavandula officinalis* sur des bactéries uro-pathogènes multi résistantes préalablement isolées et conservées au surgélateur à -80°C .

1. Enquête ethnobotanique

1.1 Type, lieu et période de l'étude

Il s'agit d'une étude prospective, descriptive de premier niveau. Elle s'est déroulée sur une durée d'un mois, allant du 01 mai au 31 mai 2022, avec une période de collecte des données de deux semaines. Elle a concerné les herboristes traditionnels de la ville de Fès, et a consisté à recueillir les informations portant sur la vente, l'utilisation et l'efficacité des PAM.

1.2 Population cible, échantillonnage et considérations éthiques

En se basant sur un échantillonnage probabiliste aléatoire, 7 quartiers ont fait l'objet de notre enquête, soit le quartier Ain Haroune, Hay Es-Saada, Bensouda, Fès El jadid, Tgath, Oued Fès, et le quartier Al-Atlas. Par ailleurs, nous avons ciblé tous les herboristes traditionnels localisés au niveau des quartiers ci-dessus, et avons choisi comme critères d'inclusion l'ouverture du magasin, l'accord, l'adhésion et le consentement des participants lors de la période de collecte des informations. Quant aux considérations éthiques, nous avons informé les participants sur l'objectif de l'étude, leurs droits à la participation, à la confidentialité. L'anonymat des réponses était garanti par l'absence de toute identification sur les questionnaires.

1.3 Description de la zone d'étude

La ville de Fès est une grande ville, située au centre nord du Maroc, avec une population de 1 050 000. Elle s'étend sur une superficie de 332,1 km². Elle se situe sur la plaine du saïs à une altitude de 406 m par rapport au niveau de la mer, son climat est de type semi-aride.

La figure ci-dessous présente les quartiers concernés par l'étude.



Figure 9: Quartiers concernés par l'enquête ethnobotanique

1.4 Méthodes et instruments de collecte des données

Nous avons adopté comme méthode et instruments de collecte des données le questionnaire, présenté en annexe 1. Ce questionnaire, comprend un texte de présentation de l'étude et des questions ciblant les informations nécessaires pour répondre à l'objectif de l'enquête. Ce questionnaire était anonyme et a comporté deux volets. Le premier concernait les renseignements généraux des herboristes (sexe, âge, etc.), alors que le second concernait aux PAM et portait sur, la vente, l'utilisation, les motifs, le mode de préparation...,etc. Trois catégories de réponse ont été retenues : réponse à caractère fermé (réponse par «oui» ou par «non»), questions à choix multiples selon le besoin, et des questions ouvertes destinées à d'éventuels commentaires. Ce questionnaire a été rempli par un entretien direct avec les herboristes.

1.5 Traitement et analyse des données

Dans le cadre d'élaborer les résultats de l'ensemble des données collectées par le questionnaire, on s'est basé sur le logiciel Excel 2007. Les données recueillies ont été codifiées et compilées sur Excel 2007. Après filtrage et tri, nous avons présenté les résultats sous forme de tableaux et/ou de graphiques, suivis d'une interprétation.

2. Activité antibactérienne de l'HE de *Lavandulaofficinalis*

Ce volet a été réalisé sur une durée d'un mois, allant du 30 mai au 30 juin 2022, au sein de la faculté des Sciences Dhar El Mehraz. L'extraction de l'HE a été faite au laboratoire LIMOME alors que l'activité antibactérienne a été faite au laboratoire LBEAS.

2.1 Matériel

2.1.1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé étant la lavande, acheté à l'état séché auprès des herboristes d'un marché de la ville de Fès, et extrait son huile par hydro-distillation. Le choix de cette plante est basé sur sa disponibilité au Maroc, ainsi que sur les résultats de l'enquête que nous avons menée préalablement.

2.1.2 Matériel biologique

Les souches bactériennes testées sont des souches préalablement isolées dans un laboratoire d'analyse médicale chez des patients présentant une infection urinaire. Ces souches ont fait l'objet d'un antibiogramme ayant montré des résistances importantes, et d'une identification se basant sur les caractères morphologiques et biochimiques, ont été conservées au surgélateur à $-80\pm 5^{\circ}\text{C}$. Il s'agit, de trois souches soit une souche d'*E.coli*, une souche de *Klebsiellapneumoniae* et une souche de *S. aureus*.

2.1.3 Matériel et consommable

Le matériel et le consommable utilisé pour l'évaluation de l'activité antibactérienne, comprend le matériel classique de microbiologie, soit l'autoclave, le four pasteur, les étuves, la balance, le bain-marie, le réfrigérateur, les boîtes de pétri en verre stériles, le bec benzen, la pince, les micropipettes réglables, les cônes stériles, les pipettes jetables, les microplaques en U, les disques commercialisés de diamètre 6 mm, les tubes eppendorf et les tubes à hémolyse stériles, les milieux de culture (PCA, BHI et Muller Hinton, ...), ainsi que le réactif TTC.

N.B : La composition, la préparation, et les contrôles qualités des milieux de culture sont décrits en annexe 2.

2.2 Méthodes

2.2.1 Extraction des HE

L'extraction a été réalisée par hydro-distillation (Voir photo en annexe 3). Avant l'emploi, l'appareil a été nettoyé puis rincé à l'eau distillée afin d'éliminer les poussières et les graisses probablement présentes et afin d'éviter toute contamination de l'huile au cours de l'extraction. La méthode utilisée comprend les étapes ci-dessous.

- 1^{ère} étape : **Préparation du matériel et nettoyage du système.** Pour cela, on pèse 150g du matériel végétal dans un ballon et on ajoute de l'eau distillée jusqu'à l'immersion de la plante.
- 2^{ème} étape : **Hydro-distillation.** Lors de cette étape, on procède comme suit : On met le ballon sur un bain de sable. Le système refroidissant sera fixé à un support à l'aide d'une pince. L'eau circule dans le réfrigérant et on chauffe jusqu'à l'ébullition pendant 3h. Les vapeurs chargées d'HE et l'eau passent le serpentin de refroidissement où il y aura lieu la condensation, puis la séparation de ce qui résulte l'apparition de deux phases : la phase organique et la phase aqueuse.
- 3^{ème} étape : **Conservation de l'HE.** Celle-ci se fait à l'abri de lumière enveloppé de papier d'aluminium et à une T° entre 2 et 8°C.
- 4^{ème} étape : **Détermination de rendement.** Le rendement en HE (RHE) est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue après extraction (MHE) et masse de

la matière végétale utilisé (MV). Le rendement est exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$\text{Rdt HE} = (\text{MHE} / \text{MV}) \times 100$$

Avec : Rdt HE: Rendement en huile essentielle (%), MHE : Masse d'huile essentielle (g), MV: Masse de matériel végétal (g).

2.2.2 Aromatogramme

Les souches bactériennes choisies et identifiées préalablement ont été revivifiées et repiquées dans la gélose nutritive, puis incubées à la température de développements (37°C) pendant 24 heures pour l'obtention d'une culture jeune. Ces souches ont été ensuite utilisées pour la préparation de l'inoculum bactérien qui a servi pour l'activité antibactérienne de l'HE de la lavande. Celle-ci a été évaluée grâce à la méthode de diffusion sur disque (**El Barnossi et al., 2020**). Ainsi, à partir de la culture fraîcheensemencée sur gélose nutritive (PCA), un inoculum de 10⁶ UFC/ml a été préparé pour chaque souche bactérienne. Pour cela, on a mis au préalable la suspension bactérienne dans un bouillon stérile (BHI), qu'on a incubé à 37±1°C pendant 3 à 5h. On l'a ajusté ensuite, par dilution au 1/100, soit en incorporant dans 5 ml de BHI une goutte de la suspension à l'aide d'une pipette Pasteur stérile, soit par réalisation de dilution en séries. Par la suite, la suspension bactérienne, préalablement préparée, est coulée sur la boîte de pétrie correspondante contenant le Muller Hinton. Après une imprégnation de 5 minutes, l'excédent de l'inoculum est éliminé par aspiration. A la surface de chaque boîte, les disques de papier filtre stériles de 6 mm de diamètre (bio-Mérieux) sont déposés aseptiquement, à raison de 3 disques par boîte, à l'aide d'une pince stérile. Chaque disque est ensuite imprégné d'une quantité de 10 µl de l'HE pure/disque. Des témoins négatifs et des témoins positifs contenant l'antibiotique Chloramphénicol, ont été réalisés de la même manière que les tests. Les boîtes de Pétris inoculés ont été incubées à la température de 37°C pendant 24h. Les résultats des aromatogrammes sont exprimés exclusivement à partir de la mesure du diamètre des halos d'inhibitions, en millimètre (**Lafraxo et al., 2022**).

2.2.3 Détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI)

Cette technique consiste à ensemencer des souches bactériennes en présence d'une gamme de concentration décroissante en HE. Après incubation, l'observation de la gamme permet d'accéder à la concentration minimale inhibitrice (CMI), qui correspond à la plus faible concentration en produit capable d'inhiber la croissance de 90% de la population microbienne.

La méthode de microdilution en bouillon est utilisée pour évaluer la concentration minimale inhibitrice (CMI) avec l'utilisation de diméthylsulfoxyde (DMSO) comme émulsifiant, et le chlorure de triphényltétrazolium (TTC) comme indicateur de croissance bactérienne. Du deuxième au douzième puits de la microplaque de 96 puits (Greiner, VWR) 20 µl de DMSO

Activité de L'huile essentielle de la Lavande sur des bactéries uro-pathogènes

sont distribués. Plus tard, 40 µl de de l'huile essentielle est ajouté au premier puits de test de chaque ligne de la microplaque, à partir duquel 20 µl dilution géométrique de base 2 est effectuée à partir du second au 11^{ème} puits. Le 12^{ème} puits était considéré comme un contrôle de la croissance. Puis, 160 µl de bouillon Mueller Hinton (BMH) est ajouté dans tous les puits. Par la suite, 20 µl d'une suspension bactérienne à 10⁶ UFC.ml-1 sont ajoutés à chaque puits. Après 18 heures d'incubation à 37°C, la lecture est effectuée par l'ajout de 10 µL indicateur coloré le TTC dilué dans de l'eau distillée stérile à l'ordre de 0,2 g.ml-1, suivie d'une incubation pendant 10 min à 37°C. Le TTC révèle la présence de bactéries vivantes par l'apparition d'une coloration rouge (**lafraxo et al,2022 ; Sarker et al , 2007**).

TROISIEME PARTIE RESULTATS & DISCUSSION

I. Résultats

Notre étude comporte deux parties, la première relative à l'enquête ethnobotanique menée au profit des herboristes et portant sur l'utilisation des PAM. La seconde partie se rapporte à l'action antibactérienne de l'HE de la Lavande sur des bactéries uropathogènes.

1. Enquête ethnobotanique

Notre étude a concerné 13 herboristes localisés dans 7 quartiers différents de la ville de Fès, dont un a refusé de répondre à l'enquête, soit un taux de réponse de 92,30%.

1.1 Caractères sociodémographiques des participants

Le tableau suivant montre les caractéristiques sociodémographiques des participants.

Tableau 3 : Caractéristiques sociodémographiques des participants.

Caractéristiques	Fréquence en (%)				
	Sexe	Homme 100%			Femme 0%
Age	[15-25[ans 0 %	[25-35[ans 33 %	[35-45[ans 25%	[45-55[ans 17%	Plus de 55ans 25%
Situation familiale	Célibataire : 17%		Marié : 75%		Divorcé : 8%
Catégorie Sociale	Aisée 0%		Moyenne 100%		Populaire 0%
Origine d'information	Lecture 27%		Expérience 66%		Autre 7%

On constate que parmi les herboristes ayant répondu au questionnaire, 100 % sont de sexe masculin. Il s'avère que la tranche d'âge la plus dominante est celle comprise entre 25-35 ans. La majorité des herboristes sont mariés, soit une fréquence de 75%. 100 % des herboristes ont un niveau socio-économique (NSE) moyen. La majorité des herboristes (66%) acquièrent l'information à travers les expériences des autres herboristes et 27% à travers la lecture .

1.2 Fréquence de vente des PAM

La fréquence des plantes vendues, présentée dans la figure suivante, a permis de noter que les PAM les plus vendues sont le thym (23%), suivi de la lavandula (17%) et du cannabis (17%). Le chih est aussi vendu mais à une fréquence plus faible, soit (12%).

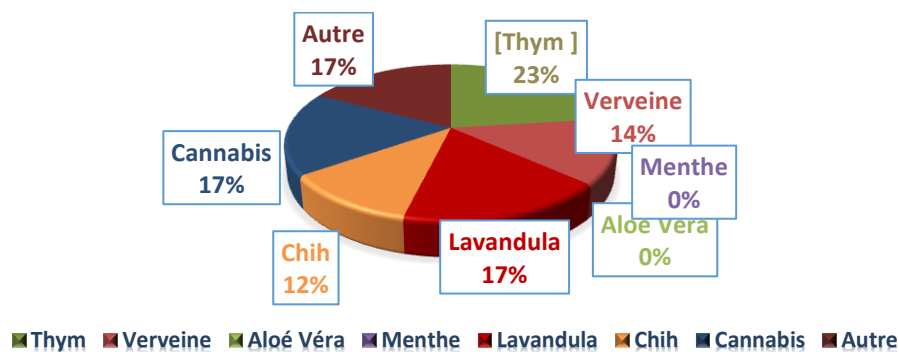


Figure 10 : Fréquence des PAM les plus vendues chez les herboristes.

1.3 Parties des PAM les plus utilisées

Les parties des PAM les plus utilisées à des fins médicales sont présentées dans la figure suivante.

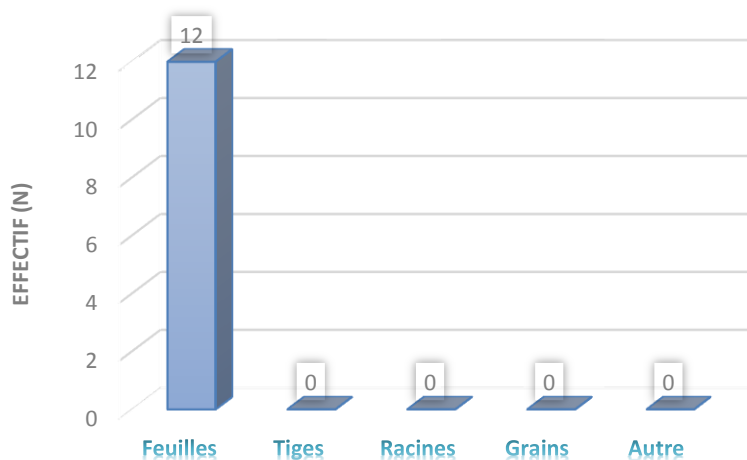


Figure 11: Parties des PAM les plus utilisées à des fins médicales

Nous avons constaté que seulement les feuilles des PAM qui sont utilisées en médecine traditionnelle.

1.4 Modes de consommation des PAM

Comme le montre la figure suivante, les participants ont répondu que les PAM sont consommées sous différents modes de préparations à savoir l'infusion (47%), la décoction (17%), la macération et sous forme de poudre (13%). On remarque que l'infusion constitue le mode de préparation le plus utilisé.

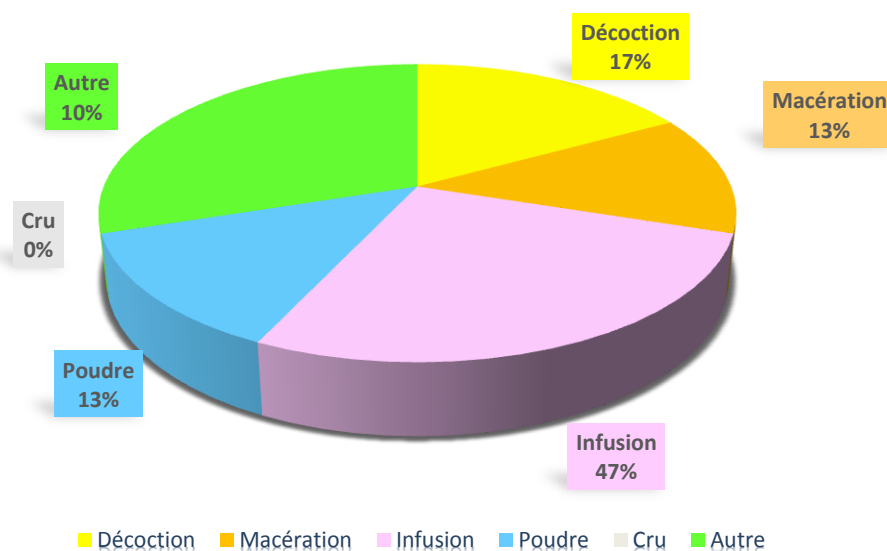


Figure 12 : Modes les plus utilisés de consommation des PAM.

1.5 Régions de culture des PAM au maroc.

La figure suivante présente les régions signalées par les herboristes. D'après les répondants à l'enquête, les PM sont cultivées dans différentes régions du Maroc à savoir Imouzzer (24%), Atlas (9%), Ketama (12%), Taounate (14%), Azrou (5%), Oulmès (2%), Taza(5%).

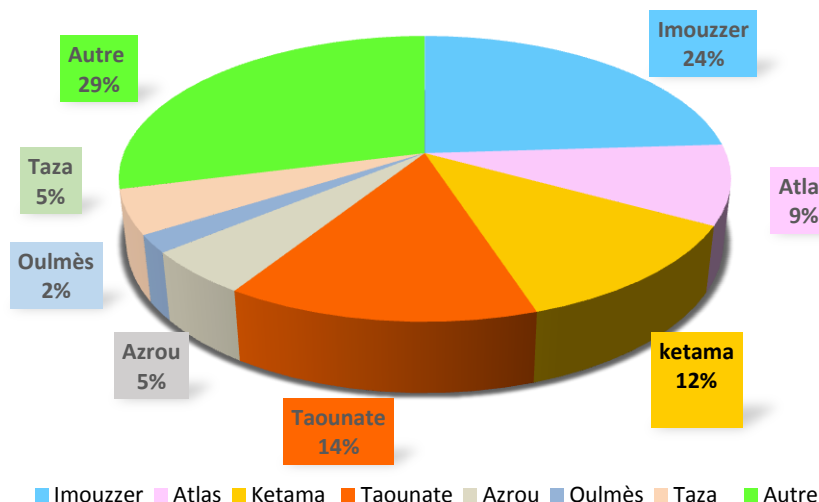


Figure 13 : Régions de culture des PAM au maroc.

2. Action antibactérienne de l'HE de la Lavande sur des bactéries uropathogènes

2.1 Calcul du rendement de l'HE de *Lavandula officinalis*.

Le rendement Rdt HE = (MHE/ MV)×100

Avec Rdt HE: Rendement en huile essentielle (%)

MHE : Masse d'huile essentielle (g)

MV: Masse de matériel végétal (g)

VHE : Volume d'huile essentielle (ml)

DHE : Densité d'huile essentielle (g / ml)

Comme MHE= DHE ×VHE= 0,6×3=1,8 g, et MV = 148

Donc, Rdt HE = (MHE/ MV)×100= (1,8 / 148)×100 = 1,21%

2.2 Effet antibactérien l'HE de *Lavandulaofficinalis* sur les souches bactériennes testées.

2.2.1 Aspect qualitatif

Les résultats relatifs à l'aspect qualitatif de l'HE de **de *Lavandulaofficinalis***, sont présentés dans le tableau suivant. Nous avons noté une sensibilité des souches testées vis-à-vis de l'HE de *Lavandulaofficinalis*. Le diamètre d'inhibition de la souche *Klebsellapneumoniae* est de 17 mm, celui de la souche *S.aureus* est de 11mm. Pour la souche *E.coli*, le diamètre d'inhibition est de 9 mm (Voir photos suivante).

Tableau 1 : Diamètre d'inhibition des souches testées

	<i>E. coli</i>	<i>S.aureus</i>	<i>Klebsella.pneumoniae</i>
HE de <i>Lavandulaofficinalis</i>	9 mm	11 mm	17 mm
Antibiotique Chloramphénicol	Pas d'activité	20 mm	18mm

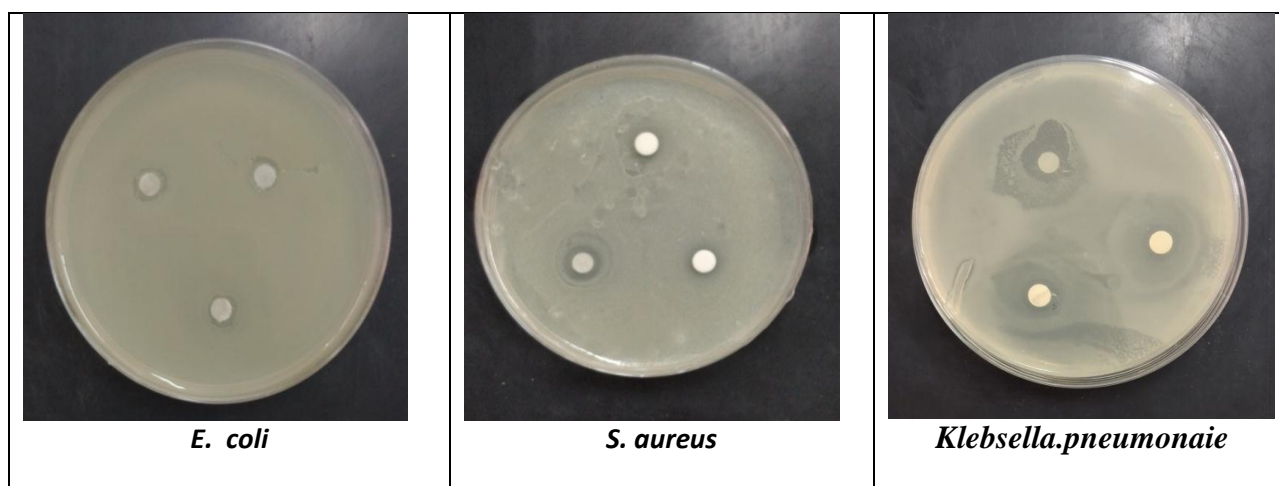


Figure 14 : Photos montrant l'effet antibactérien de l'HEde*Lavandulaofficinalis* sur les souches bactériennes testées

2.2.2 Concentration minimale inhibitrice (CMI)

Comme présenté dans le tableau ci-dessous et la figure suivante, les dilutions successives en série sur microplaques de 12 puits, ont dévoilé des valeurs de CMI de 7,5 µg/ml pour *E. coli* et pour *S.aureus* et 1,8 µg/ml pour *Klebsellapneumoniae*.

Tableau 4 : CMI de l' HE de *Lavandulaofficinalis* sur les souches testées

Souches	<i>E. coli</i>	<i>S.aureus</i>	<i>Klebsellapneumoniae</i>
CMI (mg/ml)	0,0075	0,0075	0,0018

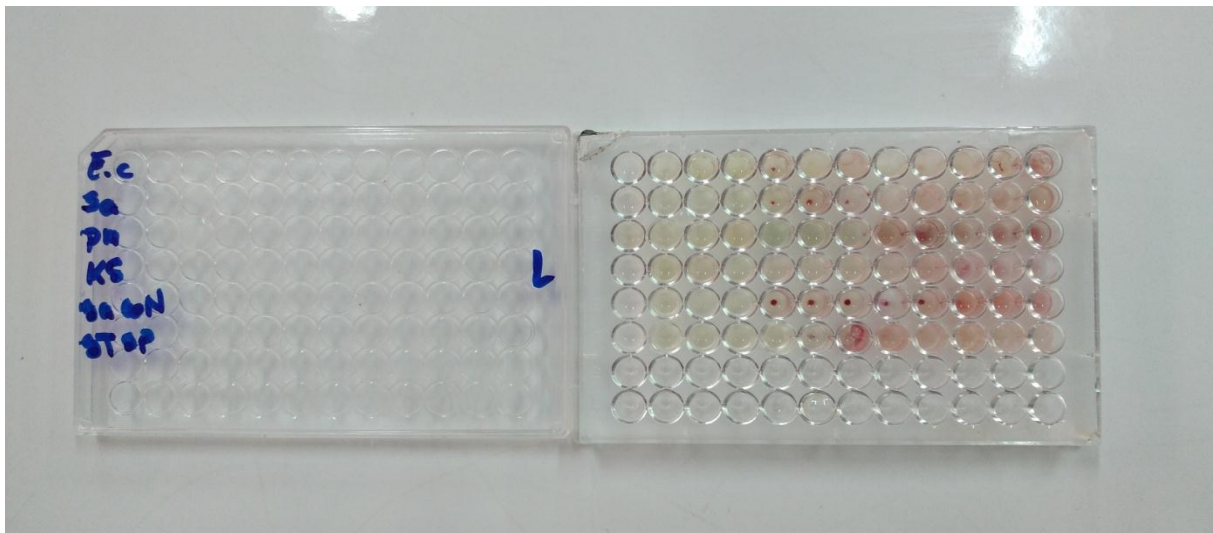


Figure 15 : Photos des CMI de l'HE de *Lavandula officinalis* sur les souches bactériennes testées.

II. Discussion

Les infections urinaires constituent un problème majeur de santé publique et sont responsables d'une morbi-mortalité importante et d'un surcoût considérable. L'évolution de la résistance des principales espèces isolées aux antibiotiques, a suscité l'intérêt de rechercher des alternatives à base de plantes (Montfort, 2019). Notre étude réalisée dans ce cadre, a comporté deux parties, soit une enquête ethnobotanique et une évaluation de l'action antibactérienne de *Lavandula officinalis* sur des souches bactériennes uropathogènes isolées des patients présentant des infections urinaires.

L'enquête ethnobotanique a montré que la totalité des herboristes ayant répondu à l'étude était de sexe masculin, que la tranche d'âge la plus fréquente est celle comprise entre 25-35 ans. La majorité des herboristes sont mariés, soit une fréquence de 75%. 100 % des herboristes ont un niveau socio-économique (NSE) moyen. La majorité des herboristes (66%) acquièrent l'information à travers les expériences des autres herboristes et 27% à travers la lecture. Les PAM les plus vendues sont le thym (23%), suivi de la lavandula (17%) et du cannabis (17%). Le chih est aussi vendu mais à une fréquence plus faible, soit (12%). En outre, nous avons constaté que seulement les feuilles des PAM qui sont utilisées en médecine traditionnelle. Nous avons également trouvé que l'infusion constitue le mode de préparation le plus utilisé (47%). Nos résultats diffèrent de ceux d'autres auteurs. L'enquête menée à Marrakech a permis de recenser une cinquantaine d'espèces de plantes appartenant à vingt-cinq familles botaniques dont les plus représentées sont les *Lamiaceae*, les *Fabaceae*, les *Astéraceae* et les *Poaceae*. Les espèces des plantes les plus vendues sont *Olea europaea*, *Trigonella foenum-graecum*, *Salvia officinalis*, *Lupinus albus* L., *Zygophyllum gaetulum*, *Argania spinosa*, *Nigella sativa*, *Artemisia* *Herba-alba* Asso,

Origanum compactumbenth et *Carallumaeuropea*. Les parties des plantes les plus utilisées sont les grains, les feuilles, les tiges, les parties aériennes, les fleurs et les fruits. Les recettes sont préparées essentiellement par décoction et sont administrées exclusivement par voie orale (**Ait Ouakrouch, 2015**).

D'autres études ont montré que les feuilles sont les plus utilisées avec un pourcentage respectivement, de 59,10% et 64,49% (**Adjanohoun&Aké Assi, 1979; Zirihi, 1991**).

La dominance du mode infusion par rapport aux autres modes pourrait être liée à la facilité de préparation et de consommation par voie orale (**Barkaoui, 2017**).

Concernant l'évaluation de la sensibilité de l'HE de *Lavandulaofficinalis* sur 3 souches bactériennes isolées uropathogènes, et ayant présenté une résistance importante aux antibiotiques testés, soit une souche d'*E.coli*, une souche de *Staphylococcus aureus* et une souche de *K. pneumoniae*, nous avons d'abord procédé à l'extraction de l'HE de la lavande. Ainsi, après extraction par la technique d'hydro distillation, nous avons déterminé le rendement de l'huile obtenue, soit 1,21%. Ce rendement diffère légèrement de celui d'autres auteurs, soit 1,12% par **Chahboun et al. (2015)**, 1,36% par **Laib et al.(2012)** et 2.01%. par **Mohammedi et al. (2011)**. Ces variations de teneurs peuvent être dues à plusieurs facteurs notamment le degré de maturité des fleurs de *Lavandulaofficinalis*, l'interaction avec l'environnement (type de climat, sol), le moment de la récolte et la méthode d'extraction (**Chahboun et al., 2015, Berrada et al, 2016**).

Par ailleurs, et en utilisant la méthode de diffusion en milieu solide, nous avons que l'HE de *Lavandulaofficinalis*, a inhibé la croissance des souches testées, avec des diamètres variant de 9mm pour la souche *E.coli* à 17 mm pour la souche de *Klebsellapneumoniae*. La souche *S.aureus* était aussi inhibée (11mm). Les résultats que nous avons trouvés concordent à ceux signalés par **Chahboun et al. (2015) et par Berrada et al (2016)**.

En outre, nous avons trouvé que la CMI de 7,5 µg/ml pour *E. coli* et pour *S.aureus* et 1,8µg/ml pour *Klebsellapneumoniae*.

L'activité antimicrobienne de cette HE pourrait être due principalement à sa richesse en constituants suivants: L'eucalyptol, le camphre, le bornéol et les esters. En effet, tous ces composés sont connus pour leurs propriétés antimicrobiennes (**Chahboun et al., 2015**). En outre, l'analyse de l'HE de *Lavandulaofficinalis* aussi bien d'origine marocaine que celle d'origine indienne (**Vermaet et al., 2009**), a montré que une prédominance des composés mono terpéniques dans la plupart des cas mais avec des teneurs différentes. Ces composés engendrent ainsi une dilatation de la membrane cellulaire, une augmentation de la fluidité ou même un désordre la composition membranaire, entraînant l'inhibition des enzymes

membranaires et la destruction des structures des membranes cellulaires et un effet bactéricide (Bouyahya *et al.*, 2017, Chaib F., 2018).

Conclusion, recommandations et perspectives

En guise de notre étude, nous pouvons conclure que:

- 66% des herboristes acquièrent l'information à travers les expériences des autres herboristes ;
- Les PAM les plus vendues sont le thym (23%), suivi de la lavandula (17%) et du cannabis (17%). Le chih est aussi vendu mais à une fréquence plus faible, soit (12%) ;
- Seulement les feuilles des PAM qui sont utilisées en médecine traditionnelle,
- L'infusion constitue le mode de préparation le plus utilisé (47%) ;
- Le rendement de l'HE de *Lavandula officinalis* est de 1,21% ;
- Le diamètre d'inhibition de la souche *Klebsiella pneumoniae* est de 17 mm, celui de la souche *S.aureus* est de 11mm, et de la souche *E.coli*, est de 9 mm ;
- La CMI de 7,5 µg/ml pour *E. coli* et pour *S.aureus* et 1,8µg/ml pour *Klebsella pneumoniae*.
- Si la résistance des germes aux antibiotiques devient de plus en plus préoccupante actuellement, les HE montrent leur efficacité.

Ces résultats sont très encourageants et indiquent que ces plantes devraient être étudiées plus largement, afin d'explorer leur potentiel dans le traitement des infections urinaires. Pour cela, il serait utile de :

- De déterminer leurs fractions actives, et éventuellement de caractériser les molécules responsables de ces activités ;
- De rechercher leur mécanisme d'action ;
- D'évaluer leur effet synergique ;
- D'étudier leur toxicité ;
- D'envisager d'autres investigations telles que l'application de ces deux huiles essentielles comme agents de phytomédecation.

Par ailleurs, il serait recommandé de développer un système de phytovigilance au Maroc, afin d'assurer un usage sécuritaire des PAM, tout en informant le public et aussi les professionnels de santé sur les effets indésirables prévus de l'utilisation anarchique des plantes surtout en association, et en élaborant une base de données complète sur les plantes médicinales dans notre pays. Cependant, il faut noter que ce système de phytovigilance rencontre plusieurs problèmes, au premier lieu les contraintes culturelles et l'absence d'une législation qui régit la vente des plantes médicinales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelnour R, Arnold N, 2004.** Contribution à l'étude ethnopharmacologique et pharmacognosiques des drogues médicinales les plus utilisées et vendues par les herboristes du Liban et recherche de leurs falsifications / R. AbdelNour ; sous la direction du N. Arnold. Extrait de : Annales de recherche scientifique. N° 5, pp. 37-51.
- Ait Ouakrouch.** Enquête ethnobotanique à propos des plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète de type II à Marrakech. Thèse de Doctorat en médecine, Faculté de Médecine, Marrakech.
- Alan E. 2015.** Les infections urinaires communautaires bactériennes : évaluation des connaissances de l'équipe officinale et des conseils apportés aux patients.
- Belmont M. 2013.** *Lavandula angustifolia M., Lavandulalatifolia M., Lavandula x intermedia E.* : études botaniques, chimiques et thérapeutiques. Sciences pharmaceutiques. 2013. ffdumas-00858644f.
- Benhiba I., Bouzekraoui T., Zahidi J., Noureddine E., Ait Said L., Warda K., Et Zahlane K. (2015).** Épidémiologie et antibiorésistance des infections urinaires à enterobactéries chez l'adulte dans le chu de marrakech et implication thérapeutiques, Uro'Andro - Volume 1 N° 4 Juillet 2015.
- Berrada S. 1999.** Etude de la distribution et de la sensibilité des germes isolés des urines recueillies au laboratoire de l'hôpital AL GHASSANI à Fès (A propos de 1017 cas). Diplôme d'Etude Supérieur. Faculté des Sciences Dhar El Mehraz. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah-Fès, Maroc.
- Berrada S. 2016.** Gestion du risque infectieux en hémodialyse par la mise en place d'une démarche qualité : Cas du centre d'hémodialyse de l'hôpital Al Ghassani. Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences Dhar El Mehraz. Université Sidi Mohammed Ben Abdellah-Fès, Maroc.
- Berrada S., Bennani L., Chahbi A., Sqalli H.T., EL Ouali L. A., Benjelloun T. G., Sqalli H. F.Z. 2016.** Effet antibactérien de deux huiles essentielles (*Thymus vulgaris et Lavandulaofficinalis*) sur des souches isolées d'un centre d'hémodialyse de la ville de Fès. International Journal of Innovation and Applied Studies. Juillet 2016, 17(2): 639-645.
- Bouyahya.A, Bakri. Y, Et-Touys. A, 2017.**Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries.Phytothérapie.
- Burt S., 2004.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in a review—foods. Int. J. Food Microbiol. 94: 223-253.
- Caron F, 2003.** Physiopathologie des infections urinaires nosocomiales. Médecine et maladies infectieuses ,33 , 438–44.
- Chahboun N., Esmail A. , Abed H. et al, 2015.** Evaluation de l'activité bactériostatique d'huile essentielle de la LavandulaOfficinalis vis-à-vis des souches d'origine clinique résistantes aux antibiotiques. J. Mater. Environ. Sci. 6 (4) (2015) 1186-1191.
- Chaib F.2018.** Etude de Quelques Plantes Sahariennes de Tamanrasset « El-Hoggar » : Extraction, identification et Activités Biologiques des Huiles Essentielles, Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques, Université d'Oran.
- EL Ammani I.** Activité antibactérienne d'extraits de quelques plantes médicinales et d'huiles essentielles sur des germes uro-pathogènes multi-résistants. Master Biotechnologie Microbienne. Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Faculté des Sciences et Techniques Fès, 2018/2019.
- El Barnossi, A., Moussaid, F., Iraqi, H.A., 2020.** Antifungal activity of Bacillus sp. Gn-A11-18 isolated from decomposing solid green household waste in water and soil against *Candida albicans* and *Aspergillus Niger*. E3S Web Conf. 150. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015002003>

- Fisher K, Phillips C, 2009.** In vitro inhibition of vancomycin-susceptible and vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* and *E. faecalis* in the presence of citrus essential oils. *Br. J. Biomed. Sci.* 66: 180-185.
- Herzi N., 2013.** Extraction et purification de substances naturelles : comparaison de l'extraction au CO₂-supercritique et des techniques conventionnelles. Thèse de Doctorat, Toulouse France,
- Iacobelli S , Bonsante F, Guignard J P, 2009.** Infections urinaires en pédiatrie Urinary tract infections in children, *Archives de pédiatrie* 16 , 1073–1079.
- Jean-yves Chabrier, 2018.** Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. HAL open science.
- Kalemba D, Kunicka A., 2003.** Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.* 10: 813-829
- Lafraxo, S., Barnossi, A. El, Moussaoui, A. El, Bourhia, M., Salamatullah, A.M., Alzahrani, A., Akka, A.A., Choubbane, A., Akhazzane, M., Aboul-soud, M.A.M., Giesy, J.P., Bari, A., 2022.** Essential Oils from Leaves of *Juniperus thurifera* L ., Exhibiting Antioxidant , Antifungal and Antibacterial Activities against Antibiotic-Resistant Microbes.
- May J, Chan CH, King A, Williams L, French GL., 2000.** Time-kill studies of tea tree oils on clinical isolates. *J. Antimicrob. Chemother.* 45: 639-643.
- Mittal R, Aggarwal S, Sharma S, Chhibber S, 2009.** Urinary tract infections caused by *Pseudomonas aeruginosa*: A minireview. *Journal of Infection and Public Health*, 2, 101—111.
- Monnoyer-Smith L.,(2018).** Consommation d'antibiotiques et résistance aux antibiotiques en France : une infection évitée, c'est un antibiotique préservé. Santé publique France, Direction de la communication, Unité de valorisation scientifique. France
- Montfort N.. 2019.** Infections urinaires récidivantes : problématique de l'utilisation répétée d'antibiotiques et alternatives par phytothérapie, homeopathie et aromathérapie. Université d'Aix-Marseille – Faculté de Pharmacie – 2.
- Mouy. D, Cavallo J, 1999.** Les membres de l'AFORCOPIBIO. Update on acute uncomplicated urinary tract infection in women, *Postgrad Med*, vol. 119, 39–45.
- Nabors, M, 2008.** Biologie végétale : structure, fonctionnement, écologie. PEARSON (France) (30 mai 2008), 640 pages.
- Penso G, 1980.** The role of WHO in the selection and characterization of medicinal plants (vegetable drugs). *Journal of Ethnopharmacology*, Volume 2, Pages 183-188.
- Raghu F. 2016.** Epidémiologie de la résistance chez les entérobactéries isolées sur les ECBU réalisés dans un service d'urgence. Thèse de Doctorat en médecine. France
- Ramzan.I, 2015.** Phytotherapies: Efficacy, Safety, and Regulation. Wiley–Blackwell, 672pages.
- Rhayour K., 2002.** Etude du mécanisme de l'action bactéricide des huiles essentielles sur *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* et sur *Mycobacterium phlei* et *Mycobacterium fortuitum*, Thèse du Doctorat, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Faculté des Sciences DharMehraz-Fès, Maroc.
- Robin Deschepper, 2017.** Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Doctorat en pharmacie. France
- Rowe T, Juthani-Mehta M, 2013.** Urinary tract infection in older adults. *Future Medicine Ltd*, 9(5), 519–528.
- Sarah B. Dubbs, Sarah K. Sommerkamp, 2019.** Evaluation and Management of Urinary Tract Infection in the Emergency Department. *Emerg Med Clin N Am*, 37(4):707-723.
- Sarker, S.D., Nahar, L., Kumarasamy, Y., 2007.** Microtitre plate-based antibacterial assay incorporating resazurin as an indicator of cell growth, and its application in the in vitro antibacterial screening of phytochemicals. *Methods* 42, 321–324. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2007.01.006>

Seck Rose, 2005. Résistance des souches *Escherichia coli* et de *Klebsiella pneumoniae* isolées d'infections urinaires. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université Cheikh AntaDiop de Dakar. Sénégal.

Shin S, Kim JH., 2005. In vitro inhibitory activities of essential oils from two Korean thymus species against antibiotic-resistant pathogens. Arch. Pharm. Res. 28: 897-901

Verma R.S., Laiq U., Rahman S., Chandan S., Chanotiya K., Rajesh Chauhan K.A., Yadav A., Singh A. J. Serb. 2009. Chem. Soc. 75 (3), 343-348.

Vorkauffer S. 2011. Les infections urinaires communautaires bactériennes de l'adulte Prise en charge diagnostique et thérapeutique. Thèse de doctorat en médecine. Université Henri Poincaré, Nancy, p 104

Yasmin A.R, Chia S.L, 2020. Chapter 7 – Herbal extracts as antiviral agents. Feed Additives Aromatic Plants and Herbs in Animal Nutrition and Health, Pages 115-132.

REFERENCES WEBOGRAPHIQUES

(1): https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=infection_urinaire_pm#. **Tout savoir sur l'infection urinaire ou cystite. 24/06/2022.**

(2) : https://www.doctissimo.fr/html/sante/atlas/fiches-corps-humain/appareil_urinaire.htm. **Appareil urinaire. 27/06/2021.**

(3) : <https://sante.lefigaro.fr/actualite/2011/12/02/16221-comment-prevenir-infections-urinaires>. **À quoi sont dues les infections urinaires et comment les éviter?. 24/06/2022.**

(4) : <https://www.qare.fr/sante/infection-urinaire/cause>. **Causes de l'infection urinaire : nos conseils de prévention.24/06/2022.**

(5) : <http://www.mabiologie.com/2018/05/bacteries-gram-positif-bacteries-gram-negatif.html>.24/06/2022.

(6) : <https://www.zayataroma.com/fr/methodes-d'extraction>. **Pour les Huiles Essentielles & Essences.25/06/2022.**

(7) : <https://www.sylvaine-delacourte.com/fr/guide/l-enfleurage#>. 25/06/2022.

(8) : <https://histoire-parfums.skyrock.com/2709161132-L-enfleurage-a-chaud-froid.html>. 24/06/2022.

(9) : https://www.researchgate.net/figure/Montage-d'extraction-par-entrainement-a-la-vapeur-deau_fig4_343615181.25/06/2022

Annexes

Annexe 1: Questionnaire sur les plantes aromatiques et médicinales

Dans le cadre de l'élaboration de notre mémoire de fin d'études intitulé : « Activité antibactérienne de L'huile essentielle de la Lavande sur des bactéries uro-pathogènes », nous avons l'honneur de vous demander de bien vouloir répondre ce questionnaire avec un maximum d'objectivité. Nous vous informons que les renseignements recueillis resteront confidentiels.

I- Caractères sociodémographiques du répondant

Q1 / Quel est votre sexe ?

- Homme Femme

Q2 / Quel est votre âge ?

- 15-25ans 25-35 ans 35-45 ans
 45-55 ans et plus

Q3 / Quelle est votre situation familiale ?

- Célibataire Marié Divorcé

Q4 / A quelle catégorie sociale appartenez-vous ?

- Aisé Moyenne Populaire

Q5 / Quel est l'origine de votre information ?

- Lecture Expérience Autre :

II- ..Usage des plantes

Q6 / Quelles sont les plantes les plus vendues ?

- Thym laurier-sauce verveine Aloé Véra
 Autre :

Q7 / Pour quelle(s) raison(s) ces plantes sont utilisées ?

- Prévention
 Sommeil
 Digestion (ballonnements, aigreur d'estomac, transit, diarrhées...)
 Peau, cheveux, ongles
 Respiration (toux, bronchites, rhume, asthme...)
 Confort urinaire (cystites...)
 Problèmes hormonaux (ménopause, règles douloureuses...)
 Autre :

Activité de L'huile essentielle de la Lavande sur des bactéries uro-pathogènes

Q8 / Quelles sont les parties utilisées de ces plantes ?

Feuilles Tiges Racines Grains Autre :

Q9 / Quel est le mode de préparation de ces plantes ?

Décoction Macération Infusion Poudre Cru
 Autre :

Q10 / Sont-ils des plantes saisonnières ou toute l'année ?

Saisonnières Toute l'année

Q11 / Quelle est la durée du traitement par ces plantes ?

Au moins deux semaines. Au moins un mois Au moins une année

Q12 / Ces plantes ont-elles le même effet que les médicaments ?

Oui Non

Q13 / Quelle est la tranche d'âge qui consomme le plus de plantes médicinales ?

15-25ans 25-35 ans 35-45 ans
 45-55 ans et plus

Q14 / Quel genre consomme le plus de plantes aromatiques médicinales ?

Femmes Hommes

Q15 / Dans quelles régions ces plantes sont-elles cultivées ?

Imouzzer Atlas Ketama Taounate
 Azrou Oulmès Taza Autre :

Q16 / Vendez-vous du cannabis ?

Oui Non

Q17/ Si votre réponse est oui pour Q16, pour quelle(s) raison(s) ces cannabis sont utilisées ?

Soulager la douleur Stimuler l'appétit Améliorer l'humeur.
 Autre ;

Q18 / Y a-t-il des effets secondaires ou toxiques du cannabis ?

Oui Non

Q19 / Si oui, quels sont ces effets ?

.....
.....

Q20 / D'après vous, quels sont les effets néfastes des plantes aromatiques et médicinales

Merci pour l'intérêt que vous nous avez et de nous avoir appuyés par vos idées et votre esprit de partage

Adresse :

Annexe 2 : Composition, et préparation et contrôles qualités des milieux de culture

Milieu PCA

Tryptone	5.0g
Extrait autolytique de levure	2,5g
Glucose	1.0g
Agar agar	15.0g

Milieu BHI

Extrait cœur-cervelle	17,5 g
Peptone pancréatique de gélatine	10,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Phosphate disodique	2,5 g
Glucose.	2,0 g

Milieu Muller Hinton

Tryptone	15.0 g
Peptone papainique de soja	5.0 g
Chlorure de sodium	5.0 g
Lécithine	0.7 g
Polysorbate (Tween 80)	5.0 g
Thiosulfate de sodium, 5 H ₂ O	0.5 g
L-histidine	1.0 g
Agar agar bactériologique	20 g

N.B : Afin d'avoir des résultats fiables, nous avons procédé à un contrôle qualité de tous les paramètres (milieux de cultures, mesure Température des étuves et des réfrigérateurs, contrôle de la qualité de la verrerie et du consommable utilisé).

Les quantités des milieux de cultures préparés sont par litre d'eau distillée.

Annexe 3 : Photo montrant le montage d'une hydro-distillation.

