

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de microbiologie
Filière : Sciences Biologiques
Option : Ecologie microbienne



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Activité antimicrobienne des huiles
essentielles**

Présenté par :
NEDJAI Ibtissem et NEDJAI Salma
Soutenu le : **18 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

M. NABTI El Hafid.	Pr	Président
M. ADJEBLI Ahmed.	MCB	Encadreur
Mme BENDALI Farida.	MCA	Examinatrice
M. CHIKHOUNE Amirouche.	MCB	Invité

Année universitaire : 2016 / 2017

Remerciements

Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons tout particulièrement à adresser nos plus vifs remerciements, à notre promoteur, Mr ADJEBLI, d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir laissé la liberté nécessaire à l'accomplissement de notre travail, tout en y gardant un œil critique et avisé. Merci pour sa rigueur scientifique, ses conseils ainsi que sa sympathie. Nous le remercions également de nous avoir responsabilisées tout au long de notre travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à Mr CHIKHOUNE. Nous le remercions de nous avoir accueillies au sein de son laboratoire.

Un grand et respectueux remerciement à Mr NABTI et Mme BENDALI, de nous avoir fait l'honneur d'examiner notre travail. Veuillez accepter l'expression de notre profond respect.

Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près pour la réalisation de ce travail, en particulier Mr ADJAOUD, Mr LADJOUZI, Mme LAHOUCHE et Mme DJAFRI, pour leur gentillesse et leurs précieux conseils.

Dédicaces

Aux êtres les plus chers a mon cœur, mon père Mohand et ma mère Nacera, qui ont consacré leur noble existence à bâtir la mienne. De ma vie je ne saurai assez leur exprimer mon affection, ma reconnaissance et mon amour.

A mes adorables frères Fahim et Nadir qui ont été toujours la à mes cotés, qui m'ont aidé en toute étape de ma vie.

A ma chère sœur Ayda, son époux Moussa et mon petit neveu Youba adoré, qui font une partie de mon bonheur.

A mon fiancé Aziz, qui a su de loin m'encourager et me soutenir.

A ma deuxième maman, Mme Moussaoui Leila, qui m'a appris beaucoup de chose et qui m'a toujours encouragé.

A ma chère cousine, ma binôme et ma jumelle de cœur Selma, avec qui j'ai grandi, et que je partage ce moment si précieux.

A toute ma famille, oncles et tantes, cousins et cousines, petit et grand, sans exception. A la mémoire de mon grand père Abdelmadjid qui m'a toujours tenu la main et qui ne m'a jamais lâché de son existence.

A tous mes amis, et toute personne que je connais, a toute la promotion Master II Ecologie microbienne 2017.

IBTISSEM.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ceux qui me sont chers,

A la mémoire de mon père

Ce travail est dédié à mon père, qui nous a quitté très tôt, et qui est toujours présent dans nos cœurs. J'espère que, du monde qui est le sien maintenant, il apprécie cet humble geste, preuve de reconnaissance de sa petite fille qui a toujours prié pour lui. Que Dieu, tout puissant, te garde dans son vaste paradis.

A ma chère mère

Aucune dédicace ne serait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as toujours été le père et la mère, rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuit pour mon éducation et mon bien être, toute cette abnégation dont tu as fait preuve afin que je devienne ce que je suis, je t'en serai éternellement reconnaissante. Que Dieu, tout puissant, te préserve et t'accorde la bonne santé, longue vie et bonheur.

A mon chère adorable et unique frère Adel, et son épouse Ryma.

A ma chère adorables et unique sœur Assia, et son fiancé Salah.

A ma chère binôme Ibtissem, et son fiancé Aziz.

A toute ma grande famille (en particulier mon oncle Mohand).

A tous mes amis.

A toute la promotion master II Ecologie microbienne 2017.

SELMA

SOMMAIRE

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des annexes

Introduction.....01

Partie bibliographique

Chapitre 1 : LES PLANTES MEDICINALES ET LEURS SUBSTANCE ANTIMICROBIENNE

Partie I : les plantes médicinales

1 Généralité.....	3
2 Les plantes médicinales en Algérie	3
3 Exemples de quelques plantes médicinales.....	4
3-1 Citronnier.....	4
3- 1-1 Description botanique.....	4
3- 1-2 Classification	4
3- 1-3 Propriétés médicinales de <i>Citrus</i>	5
3-2 La lavande.....	5
3- 2-1 Description botanique.....	5
3- 2-2 Classification	5
3- 2-3 Propriétés médicinales de <i>Lavandula</i>	6

3-3 Thymus.....	6
3- 3-1Description botanique.....	6
3- 3-2 Classification	6
3- 3-3 Propriétés médicinales du <i>Thymus</i>	7
4- Autres plantes médicinales.....	7

Partie II : les huiles essentielles

1- Définition.....	8
2- Répartition et localisation des huiles essentielles.....	8
3- Caractéristiques physiques	8
4- Composition chimique.....	8
5- Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	9
5- 1 Distillation et entraînement à la vapeur	9
5- 2 Hydrodistillation	9
5- 3 Extraction par solvants volatils	10
5- 4 Extraction par enfleurage	10
6- Domaines d'utilisation des huiles essentielles.....	11
6-1 En pharmacie.....	11
6-2 En cosmétologie.....	11
6-3 En industries agroalimentaires.....	11
6-4 En agriculture.....	12
7- Conservation des huiles essentielles.....	12

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 2 : MATERIEL ET METHODES

1- Matériel.....	13
1- 1 Matériel végétal	13
1- 2 Microorganismes	14

2-	Méthodes.....	15
2-	1-1 Méthode d'extraction.....	15
2-	1-2 Rendements.....	16
2-	1-3 Préparation des dilutions.....	16
2-	2 Activité antimicrobienne	17
2-	2-1 Activité antibactérienne	17
2-	2-2 Activité antifongique.....	19

Chapitre 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

1-	Résultats.....	21
1-	1 Extraction des huiles essentielles.....	21
1-	2 Activité antimicrobienne	22
1-	2-1 Activité antibactérienne.....	22
1-	2-2 Activité antifongique.....	26
2-	Discussion générale.....	30

	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	33
--	---	-----------

	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	34
--	---	-----------

Annexes

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie du <i>Citrus</i>	4
Figure 2 : Morphologie de <i>Lavandula</i>	5
Figure 3 : Morphologie du <i>Thymus</i>	6
Figure 4 : Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation	10
Figure 5 : Présentation de l'hydrodistillateur utilisé pour l'extraction des huiles essentielles.....	15
Figure 6 : Schéma représentatif de l'aromatogramme.....	17
Figure 7 : Etapes de réalisation du test de l'activité antibactérienne.....	18
Figure 8 : Etape de repiquage des champignons	19
Figure 9 : Test de confrontation directe	20
Figure 10 : Rendements des huiles essentielles de <i>Thymus</i> , <i>Citrus</i> et <i>Lavandula</i>	21
Figure 11 : Activité antibactérienne des différentes concentrations de <i>Thymus</i> sur les quatre bactéries.....	23
Figure 12 : Activité antibactérienne des différentes concentrations de <i>Lavandula</i> sur les quatre bactéries.....	24
Figure 13 : Activité antibactérienne de différentes concentrations de <i>Citrus</i> sur les quatre bactéries.....	25
Figure 14 : Activité antibactérienne de <i>Thymus</i>	25
Figure 15 : Activité antibactérienne de <i>Citrus</i>	26
Figure 16 : Activité antibactérienne de <i>Lavandula</i>	26
Figure 17 : Activité antifongique de différentes concentrations de l'extrait de <i>Thymus</i> vis-à-vis des quatre champignons.....	27
Figure 18 : Activité antifongique de différentes concentrations de l'extrait de <i>Citrus</i> vis-à-vis des quatre champignons.....	27

Figure 19 : Activité antifongique de différentes concentrations de l'extrait de <i>Lavandula</i> vis-à-vis des quatre champignons.....	28
Figure 20 : Activité antifongique de <i>Thymus</i> vis-à-vis des champignons	28
Figure 21 : Activité antifongique de <i>Citrus</i> Vis-à-vis des champignons	29
Figure 22 : Activité antifongique de <i>Lavandula</i> vis-à-vis des champignons.....	29

Liste des tableaux

Tableau I : Quelques plantes médicinales et leurs propriétés.....	7
Tableau II : Présentation des plantes utilisées.....	13
Tableau III : Origine et caractéristiques des souches bactériennes utilisées.....	14
Tableau IV : Origine et caractéristiques des souches fongiques utilisées.....	14
Tableau V : Concentrations des huiles essentielles utilisées.....	16
Tableau VI : Quantités et rendements en huiles essentielles des plantes étudiées.....	21

Liste des abréviations

°C : Degré Celsius.

Cm : Centimètre.

DMSO : Diméthylsulfoxyde.

DO : Densité Optique.

g : gramme.

l : litre.

M-H : Muller Hinton.

PDA : Potato Dextrose Agar.

UFC : Unité Formant Colonie.

µl : Microlitre.

Liste des annexes

Annexe I : Composition des milieux de cultures.

Annexe II : Résultats de l'aromatogramme.

Annexe III : Résultats du test de la confrontation directe.

Introduction

Introduction :

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et de soigner toutes sortes de maladies, ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structures chimiques et ils possèdent un très large éventail d'activité biologique. Cependant, l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études. Dans la lutte perpétuelle contre les infections microbiennes, les antibiotiques ont été considérés comme l'arme absolue. Mais le phénomène de l'antibiorésistance à travers les différents genres et espèces et les effets secondaires des médicaments de synthèse, sous-estimé ont remis d'actualité la phytothérapie (Mazari et al., 2010).

Le développement des techniques d'analyse chimique a permis de révéler qu'une espèce végétale peut synthétiser des milliers de constituants chimiques différents, ceux-ci appartiennent à deux types de métabolismes : primaire et secondaire. Le métabolisme secondaire, modelé par le temps et l'évolution, caractérise le profil chimique original de chaque espèce végétale, conduisant à une grande biodiversité moléculaire (Wichtel et al., 1999). Dans le réservoir chimique des plantes, les huiles essentielles représentent des molécules de fortes valeurs, utilisées dans la pharmacologie car elles ont un effet spécifique sur d'autres organismes (Remmal et al., 1993). En cosmétologie, comme base de fabrication de parfum et de produits dermatologiques. En agroalimentaire pour rehausser le goût, parfumer et colorer les aliments et leur conservation. Les huiles essentielles ont un spectre d'activité très large due principalement à leur grande affinité grâce à leur nature, pour cela, les activités antibactériennes de ces produits ont été rapportées dans de très nombreux travaux (Bouzouita et al., 2008).

Un intérêt considérable a été suscité aux huiles essentielles extraites à partir de plantes aromatiques et dotées d'activités antimicrobiennes vis-à-vis des microorganismes pathogènes, (Alzoreky et Nakahava, 2003). De nombreuses études ont été réalisées en vue de l'estimation du pouvoir antiseptique des huiles essentielles depuis très longtemps, en 1881 Koch testa l'action bactéricide de l'huile essentielle de térébenthine sur les spores de charbon, Chamberland (1887) étudia l'activité des essences d'origan, de cannelle et de girofle sur *Bacillus*, en 1919 Bonnaure étudia le pouvoir antiseptique des lavandes.

A cet effet, et dans le cadre de la valorisation de la flore Algérienne en général, on s'est intéressé aux espèces des familles de *Rutaceae* et *Lamiaceae* qui sont l'une des familles les plus utilisées comme source d'extraits à fort pouvoir antimicrobien à l'échelle mondiale. Les plantes sur lesquelles a porté notre choix sont : *Thymus vulgaris*, *Citrus limon* et *Lavandula angustifolia* vis-à-vis de souches bactériennes pathogènes (*Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*) et des souches fongiques phytopathogènes (*Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Mucor sp.*, *Botrytis cinerea*).

Partie Bibliographique

Chapitre I :

Les plantes médicinales et leurs substances antimicrobiennes

« Le don d'une plante utile me parait plus précieux que la découverte d'une mine d'or et d'un monument plus durable qu'une pyramide » Bernardin de Saint-Pierre.

Partie I : Les plantes médicinales

I. 1 Généralités

Le savoir traditionnel ancestral se transmettant de génération en génération est devenu aujourd'hui une mine d'information extrêmement précieuse pour l'industrie pharmaceutique (**Fouché et al., 2000**). Les effets des plantes médicinales sont traditionnellement connus mais leurs vertus thérapeutiques peuvent varier en fonction de la partie utilisée de la plante (**Colette, 2004**). La pharmacopée s'oriente de plus en plus vers les traitements à base de plantes car la créativité et l'efficacité de la synthèse chimique a atteint ses limites (**Iserin, 2001**).

Une plante est dite médicinale lorsqu'elle est inscrite à la pharmacopée et qu'elle présente des propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies humaines ou animales (**Moreau, 2003**). Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses, leur action provient de leur composition chimique (métabolites primaires ou secondaires) ou des synergies entre les différents composés présents (**Sanago, 2006**).

Une plante médicinale est généralisée si elle obéit à plusieurs critères à savoir si elle présente ou pas de phénomène de toxicité, son utilisation pour une indication donnée dans plusieurs pays et la posologie précise (**Colette, 2014**).

Les plantes médicinales ont joué un rôle essentiel dans le développement de la culture humaine dans le monde. Il est estimé que les ressources de nouveaux médicaments et de nombreux médicaments modernes sont produits indirectement à partir de plantes (**Reddy et al., 2014**).

Les plantes médicinales sont riches en molécules actives d'intérêt multiple mis à profit dans plusieurs domaines y compris, la cosmétologie, la dermopharmacie, l'alimentation et les diverses industries (**Bahorun, 1997**).

I. 2 -Les plantes médicinales en Algérie :

Les plantes médicinales trouvent encore leurs indications thérapeutiques dans le traitement de plusieurs maladies en Algérie et cela grâce à son climat très diversifié, les plantes poussent en abondance dans les régions côtières, montagneuses et également

sahariennes. Ces plantes constituent des remèdes naturels potentiels qui peuvent être utilisés en traitements curatifs et préventifs (Belouad, 1998 ; Mahmoudi, 2006).

La richesse et l'originalité de l'étude de la flore algérienne présente un intérêt scientifique fondamental pour la connaissance de la pharmacopée traditionnelle, et le domaine de la valorisation des substances naturelles. La diversité et la fertilité du sol qui caractérisent les différentes régions d'Algérie influencent sur la qualité et la composition chimique des plantes médicinales, ce qui les dote de caractéristiques spécifiques (Baba Aissa, 1991).

On peut classer les plantes médicinales comme une source naturelle renouvelable, c'est-à-dire, que l'apparition et la disparition des plantes se fait périodiquement et continuellement dans des saisons définies par la nature. Ces ressources subissent des dégradations irréversibles, comme on l'assiste aujourd'hui en Algérie (Mokkadem, 1999).

I. 4- Exemples de quelques plantes médicinales

I. 4-1 Citronnier

Noms communs : Citronnier, Limonier, Citron.

Nom scientifique : *Citrus limon*.

Parties utilisées : Feuilles, fruits, écorce et pépins.

Climat : Méditerranéen, semi-tropical, tempéré, supporte très bien la canicule mais craint la sécheresse

Sol : Léger, sableux, humus ou terreau

✓ Description botanique :

Citronnier, arbre poussant sous les climats chauds, pouvant atteindre 7 mètres de haut, et de 3 jusqu'à 5 mètres de largeur, caractérisé par la persistance de son feuillage (Elsevier, 2016). La **Figure 1** illustre la morphologie de *Citrus*.

✓ Classification :

-Domaine : Biota

-Règne : Plantae

-Sous règne : Viridaplantae

-Classe : Equisetopsida

-Ordre : Sapindales

-Famille : Rutaceae

-Genre : Citrus

- Espèce : *Citrus limon*

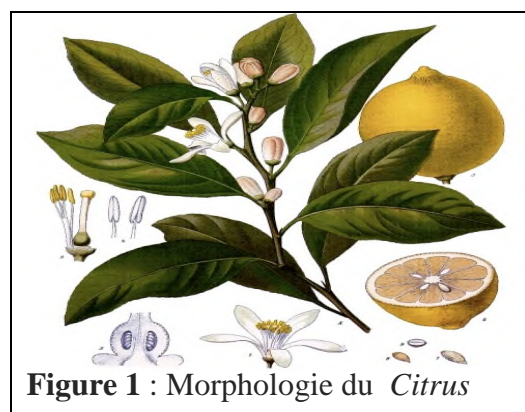


Figure 1 : Morphologie du *Citrus*

✓ Propriétés médicinales :

Le citronnier est connu pour son utilisation contre plusieurs infections ou maladies infectieuses tels que la tuberculose pulmonaire et osseuse, les états fiévreux, les ulcères d'estomac, l'insuffisance hépatique, les vomissements ainsi que le paludisme et il sert aussi à prévenir les épidémies. Pour cela, diverses formes d'applications sont possibles, on peut utiliser le jus de citron en cure, comme il est possible d'utiliser ses huiles essentielles (**Morigane**).

Parmi toutes les huiles essentielles, c'est celles du citron qui fait l'objet de la plus grande production au niveau mondiale, en aromathérapie elle fait partie des huiles essentielles incontournables dans le conseil pharmaceutique (**Iserin, 2001**).

I. 4-2-Lavandula :

Nom commun : Lavande, Lavande officinale, aspic, Lavandin.

Nom scientifique : *Lavandula angustifolia*.

Parties utilisées : Sommités fleuries.

Habitat et origine : Plante originaire des montagnes du bassin méditerrané, aujourd'hui elle est cultivée à travers le monde, partout où elle peut trouver du soleil à profusion.

✓ Description botanique :

La lavande est un sous-arbrisseau vivace, caractérisé par ses feuilles linéaires et persistantes portant des épis au bout de ses tiges, sa hauteur peut atteindre 1 mètre, ses fleurs sont bilabiées bleues pourpre à violettes, elles représentent les parties les plus aromatiques de la plante (**Morigane**). La **Figure 2** illustre la morphologie de *Lavandula*.

✓ Classification :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Lavandula*

Espèce : *Lavandula strikas*



Figure 2 : Morphologie de *Lavandula*

✓ Propriétés médicinales :

La lavande est utilisée contre plusieurs maladies, y compris, les spasmes, les insomnies, les maladies infectieuses, les affections des voies respiratoires (asthme, bronchite, tuberculose...). Pour cela, il est possible de l'utiliser sous forme d'infusion, ou d'utiliser ses huiles essentielles qui sont riches en Linalol et l'acétate de linalyl. Sa toxicité est quasiment nulle, d'où l'usage sécuritaire de cette huile essentielle devenue incontournable (**Iserin, 2001**).

I. 4-3 Thymus :

Nom : Thym.

Nom scientifique : *Thymus vulgaris*.

Parties utilisées : Feuilles, fleurs, Huiles essentielles rectifiées (sans substance irritantes).

Origine : Europe du sud.

Habitat : Originaire de l'ouest des régions méditerranéennes (**Ozcan et Chalchat, 2004**).

✓ Description botanique :

Le thym est un sous arbrisseau ramifié à tiges ligneuses, ne dépasse pas les 40 cm de hauteur, retrouvé un peu partout sur le pourtour Ouest du bassin méditerranéen, caractérisé par ses tiges portant de nombreuses petites feuilles pointues très odorantes, ses racines forment une touffe dense ce qui permet à la plante de pousser n'importe où (**Iserin, 2001**). La **Figure 3** illustre la morphologie de *Thymus*.

✓ Classification

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre : *Thymus*



Figure 3 : Morphologie du *Thymus*

✓ Propriétés médicinales :

Le Thym est excellent contre plusieurs maladies y compris la bronchite, la pleurésie, les déficiences nerveuses, l'hypotension, la chlorose, les infections pulmonaires, la tuberculose et l'asthme. On s'en sert aussi pour traiter les parasites intestinaux, les infections urinaires et les infections dues au froid (**Jiminez-Arellanes et al., 2006**). Pour cela nous pouvons prendre du Thym comme condiment dans nos potages, ou le prendre en infusion constitué d'une branche de Thym, comme nous pouvons prendre de l'huile essentielle de raison de 3 à 5 gouttes en solution alcoolique ou dans du miel (**Iserin, 2001**).

I. 5- Autres plantes médicinales :

Parmi les ressources naturelles les plantes médicinales et aromatiques jouent un rôle non négligeable dans le cadre de la valorisation du patrimoine naturel, elles sont importantes pour la recherche pharmacologique et l'élaboration des médicaments grâce à leur efficacité à traiter diverses maladies **Tableau I**. L'utilisation des plantes en phytothérapie est très ancienne et connaît actuellement une région d'intérêt du public vu leur disponibilité et grande diversité (**Ameenah, 2006**).

Tableau I : Quelques plantes médicinales et leurs propriétés.

Plante	Habitat	Propriétés	Références
Camomille <i>Tanacetum parthenium</i>	Région méditerranéenne, très répandue en Europe	Agent calmant de douleur de colique, d'indigestion, de dents...	(Iserin, 2001).
Romarin <i>Rosmarinus</i>	Les régions du bassin méditerranéen ; les contrées de l'Europe.	Antispasmodiques, soulagement des douleurs respiratoires, inhibition de la genèse des tumeurs.	(Singletery et Nelshopen, 1991). (Lemonica et al., 1996 ; Souza et al., 2008).
Tidikth <i>Pistacia</i>	Nord Algérien Sud d'Europe	Remède efficace contre : l'asthme, la diarrhée, l'ulcère	(Mekious et al., 1997). (Polesse, 2010).

		gastrique.	
Menthe <i>Mentha</i>	Origine : Europe Répandu sur tous les continents	Utilisée contre : l'indigestion, la fatigue générale, les spasmes gastriques, le choléra ...	(Sulieman et <i>al.</i> , 2010). (Charles, 2013).

Partie II : Les huiles essentielles

II. 1. Définition :

Une huile essentielle appelée aussi essence est un mélange de substances aromatiques volatiles peu complexe issue et produit par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytopathogènes (Lahlou, 2004).

II. 2. Répartition et localisation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles peuvent être présentes dans différents organes végétaux : feuilles, fleurs, écorces, bois, racines des rhizomes, fruits et graines (Bruneton, 1999).

II. 3. Caractéristiques physiques des huiles essentielles :

Les HE possèdent en commun un certains nombres de propriétés physiques (Bardeau, 1976 ; Legrand, 1978 ; Lemberg, 1982 ; Bruneton, 1999) :

- Elles sont solubles dans : l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles fixes, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques.
- La densité est généralement inférieure à celle de l'eau.
- Elles ont un indice de réfraction élevé.
- Elles sont très altérables et sensibles à l'oxydation.
- Elles sont liquides à température ambiante.
- Elles sont incolores ou de couleur jaune pale.
- Elles sont volatiles, ce qui les différencie des huiles fixes (Roux et Catier, 2007).

II. 4. Composition chimique

La composition des huiles essentielles est très complexe, ce sont des mélanges fortement variables et analysables, ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par les origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes

(les composés terpéniques) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phenylpropane, elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (**Benayad, 2008 ; Guinoisseau, 2010**).

5. Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

II. 5.1 Distillation et entraînement à la vapeur :

C'est le procédé le mieux adapté à l'extraction des essences (**Bego, 2001**). Le matériel végétale n'est pas en contact avec l'eau, son principe réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « Vapeur d'eau- huile essentielle » dispersé dans la matière végétale (**Lucchesi, 2005**). Sous l'action de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur et passe à travers les plantes en entraînant les molécules aromatiques vers un système de refroidissement. La vapeur d'eau chargée ainsi d'essence retourne à l'état liquide par condensation, le produit de la distillation se sépare donc en deux phases distinctes : l'huile et l'eau condensée que l'on appelle eau florale ou hydrolat (**Belaiche, 1979 ; Benjilali, 2004**).

I. 5.2. Hydrodistillation :

L'hydrodistillation est la méthode nommée pour l'extraction des huiles essentielles (**Lucchesi, 2005**). Selon **Bruneton (1999)**, l'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétale à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à l'ébullition, les vapeurs hétérogènes condensées sur une surface froide se transforme à l'état liquide, le mélange l'huile- eau se sépare par différence de densité. Cette méthode est généralement utilisée en cas des huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants (**Haekel et Omar, 1993**). La **Figure 4** illustre l'appareillage de l'hydrodistillation.

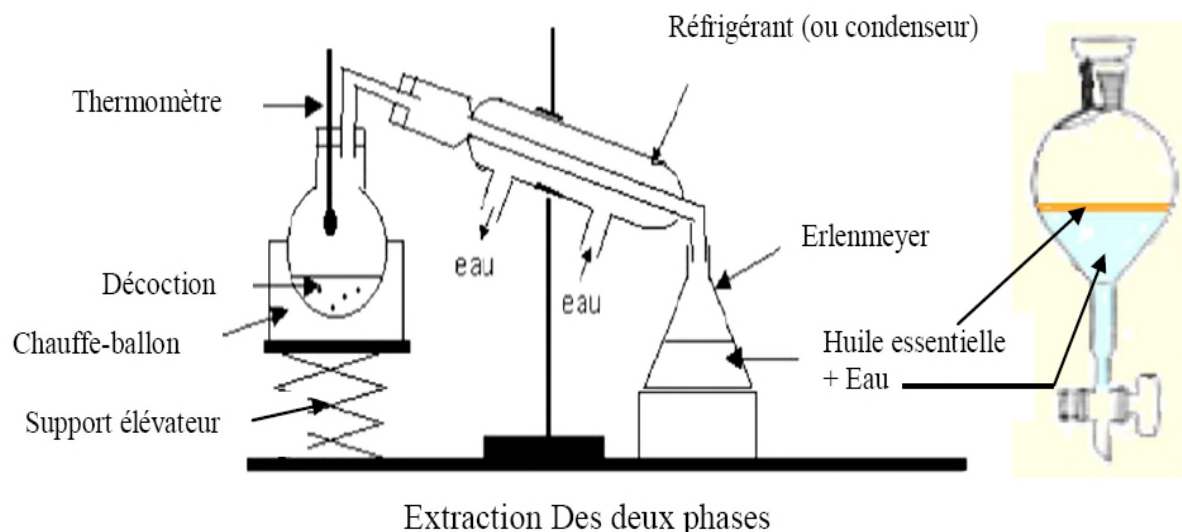


Figure 4 : Appareillage utilisé pour l'hydrodistillation de l'huile (Lagunez, 2006).

II. 5.3. Extraction par solvants volatils :

C'est une méthode qui est utilisée pour les organes végétaux présentant une concentration en essence relativement faible ou pour les essences que l'on ne peut extraire par distillation. Elle est basée sur le pouvoir qu'ont certains solvants organiques à dissoudre les composants des huiles essentielles. Dans ce procédé un épuisement des plantes est effectué à l'aide d'un solvant volatil dont l'évaporation laisse un résidu cireux, très coloré et très aromatique appelé « concrète ». Le traitement de cette concrète par l'alcool absolu conduit à « l'absolu » (Belaiche, 1979 ; Duraffourd et al., 1990). Le choix du solvant est influencé par des paramètres techniques et économiques : sélectivité, stabilité, inertie chimique, température d'ébullition pas trop élevée pour permettre son élimination totale et pas trop faible pour éviter les pertes, sécurité de manipulation c'est-à-dire non toxique ou inflammable (Bruneton, 1999).

II. 5.4. Extraction par enfleurage :

Ce procédé met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras, elle consiste à déposer des plantes en particulier les organes fragiles (pétale des roses) sur une couche mince de graisse. Selon les espèces, l'absorption des huiles essentielles des pétales par le gras peut prendre de 24 heures à 72 heures. Les pétales sont éliminés et remplacés par des pétales frais jusqu'à saturation du corps gras. On épuise ce corps gras par un solvant que l'on évapore ensuite sous vide (Belaiche, 1979 ; France-Ida, 1996).

II. 6. Domaines d'utilisation des huiles essentielles :

6- 1 En pharmacie :

Le contenu des plantes en essence et la nature chimique des constituants leurs confèrent de grandes perspectives d'application, ces substances sont d'un grand intérêt pour le domaine médicale et pharmaceutique.

En effet, les huiles essentielles ont un champ d'activité très large, elles inhibent la croissance des bactéries, et des levures (**Duarte et al., 2005**) et également des moisissures (**Koba et al., 2004**), de plus elles sont très efficaces sur les microorganismes résistants aux antibiotiques.

- **Activité antibactérienne** : les plantes n'ont pas un système immunitaire proprement dit qui peut identifier une infection spécifique, leurs propriétés antimicrobiennes sont généralement efficaces contre une large gamme de microorganisme, ces propriétés sont utiles pour les infections chez les humains (**Remmal, 1993 ; Chami, 2005 ; Caillet et al., 2009**).
- **Activité antifongique** : le pouvoir antifongique des huiles essentielles des plantes médicinales a été mis en évidence par de nombreux chercheurs contre les champignons pathogènes et opportunistes (**De Bellerbeck, 2002**).

6- 2 En cosmétologie :

Le secteur d'hygiène et l'industrie des cosmétiques sont également des consommateurs, la majorité des produits cosmétiques contiennent une quantité de l'huile essentielle comme élément parfumant et aussi élément assurant une odeur agréable (**Bruneton, 1999**).

6- 3 En industries agroalimentaires :

Les huiles essentielles sont de plus en plus utilisées dans la conservation des denrées alimentaires et cela grâce à leur activité antimicrobienne à large spectre sans pour autant en dénaturer le goût car ces aromates entrent dans la composition des préparations alimentaires (**Kurita et Koike, 1982**).

6- 4 En agriculture :

Les pesticides naturels basés, notamment, sur les huiles essentielles représentent une alternative intéressante pour la protection des cultures contre les insectes mais également contre les adventices et les champignons (**Isman, 2000 ; Dayan et al., 2009**). Les huiles essentielles sont utilisées comme agent de lutte biologique dans plusieurs cas y compris le cas de niébé infectée par *Callosobruchus maculatus* (**Ilboudo, 2009**).

II. 7. Conservation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des substances sensibles et très délicates, ce qui rend leur conservation difficile et obligatoire dans le but de limiter les risques de dégradation, ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons opaques à l'abri de la chaleur et de la lumière (**Valnet, 2000**).

Partie expérimentale

Chapitre II :




Matériel & Méthodes

I. Matériel :

I. 1 -Matériel végétal :

Les plantes sélectionnées pour cette étude ont été récoltées de trois régions différentes (**Tableau II**), elles ont été nettoyées et séchées à l'abri de la lumière. Après séchage, les échantillons ont été récupérés et conservés dans des sacs propres jusqu'au moment d'extraction.

Tableau II : Présentation des plantes utilisées.

<i>Plante</i>	<i>Région</i>	<i>Présentation morphologique</i>
<i>Thymus</i>	Béni ourthilane Sétif	
<i>Lavandula</i>	Boulimate Bejaia	
<i>Citrus</i>	Bejaia	

I. 2 Souches microbiennes :

Les souches bactériennes utilisées dans ce travail ont été fournies par le Laboratoire d'Ecologie Microbienne (Université de Bejaia). Le choix de ces souches a été porté sur la base de leur importance dans le domaine clinique d'une part (Infections...etc.) (**Tableau III**). D'autre part, des souches fongiques (**Tableau IV**) ont été utilisées dans notre travail afin d'évaluer *in vitro* le potentiel antimicrobien de certaines huiles essentielles.

Tableau III : Caractéristiques des souches bactériennes utilisées.

Souche	Pouvoir pathogène
<i>Escherichia coli</i>	Infections des tissus profonds, diarrhée...etc. (Baliere, 2016).
<i>Bacillus subtilis</i>	Infections oculaires, toxi-infection alimentaire...etc. (Teyssou et al., 1998).
<i>Enterococcus faecalis</i>	Infections urinaires, pyélonéphrites...etc. (Hébert, 2008).
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Infections communautaires Infections nosocomiales (Kassis, 2012).

Tableau IV : Caractéristiques des souches fongiques utilisées.

Champignon	Pouvoir pathogène
<i>Botrytis cinerea</i> ALG173	Agent causal de la pourriture grise sur tomate (Adjebli, 2014).
<i>Aspergillus niger brasiliensis</i>	Contamination pré et post récolte des produits agricoles par production des aflatoxines (Varga et al., 2004).
<i>Aspergillus flavus</i>	
<i>Mucor sp.</i>	Engendre des problèmes dans l'élevage Agent infectieux des œufs (Juliette et al., 2010).

II. Méthodes

II. 1-1 Méthode d'extraction :

Les extractions des huiles essentielles ont été réalisées par hydrodistillation en utilisant un appareil de type Clevenger (**Figure 5**), les extractions durent environ entre 2h30 à 3h. La matière végétale sèche a été mise dans un ballon à fond rond, additionnée d'une quantité d'eau distillée, puis chauffée, l'huile essentielle a été entraînée par la vapeur d'eau, les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant, le liquide recueilli résulte en un distillat avec une couche d'huile essentielle mince à la surface. Après repos du liquide, l'huile se sépare de l'eau par différence de densité. L'huile essentielle obtenue a été gardée au réfrigérateur à 4°C et à l'obscurité.



Figure 5 : Présentation de l'hydrodistillateur utilisé pour l'extraction des huiles essentielles.

II. 1-2 Rendements :

Le calcul du rendement est défini comme étant le rapport entre la masse de la matière végétale et la masse de l'huile essentielle obtenue (**Belyagoubi, 2006**), selon la formule suivante :

$$R_{HE} = \frac{MHE}{Ms} \cdot 100$$

R: rendement en huile essentielle.

MHE : la masse d'huile essentielle.

Ms : la masse de la matière végétale en g.

II. 1- 3 Préparation des dilutions :

Les huiles essentielles ont été diluées (**tableau V**) dans une quantité de DMSO, ce dernier a été testé afin de confirmer l'absence d'une activité antimicrobienne.

Tableau V : Les concentrations d'HE utilisées

Dilution	Concentration	Quantité
1ère dilution	5%	50µl HE+ 950 µl DMSO
2ème dilution	10%	100µL HE +900 µl DMSO
3ème dilution	50%	500µl HE+500 µl DMSO
4ème dilution (HE pure)	100%	1000µl HE+ 0 µl DMSO

II. 2- Activités antimicrobienne :

II. 2. 1.- Activité antibactérienne :

➤ Aromatogramme sur milieu solide :

L'étude a été réalisée par méthode de diffusion, conçue initialement pour les antibiotiques, mais en substituant les disques d'antibiotiques par d'autres imprégnés d'huiles essentielles (**Figure 6**).

Une suspension bactérienne correspond aux normes de Mc Ferland a été préparée à partir d'une culture pure et jeune (âgée de 18 heures). Ces normes équivalentes à une densité optique de 0,13-0,19 à 600 nm, cet inoculum sert àensemencer les géloses de MH coulées dans des boîtes de Pétri par un écouvillon imbibé dans la suspension par des stries serrées.

Pour chaque souche testée, des disques de papier Whatman de 6mm de diamètre stériles ont été déposés sur la surface de la boîte de Pétri contenant des gélosesensemencées puis imprégnés de 10 μ l de chaque HE et de chaque concentration. D'autre disque chargé de 10 μ l de DMSO et d'H₂O distillée stérile ont été déposés pour servir des témoins négatifs. Deux dépôt d'huiles essentielles de concentrations similaires ont été placés dans la même boîte. Les boîtesensemencées contenant les disques d'huiles essentielles ont été mises à 4°C pendant 2 heures pour faciliter la diffusion d'HE. Le test a été répété deux fois afin de confirmer les résultats par des analyses statistiques. Après 24 heures d'incubation à 37°C, les diamètres des zones d'inhibitions ont été mesurés (**Figure 7**).

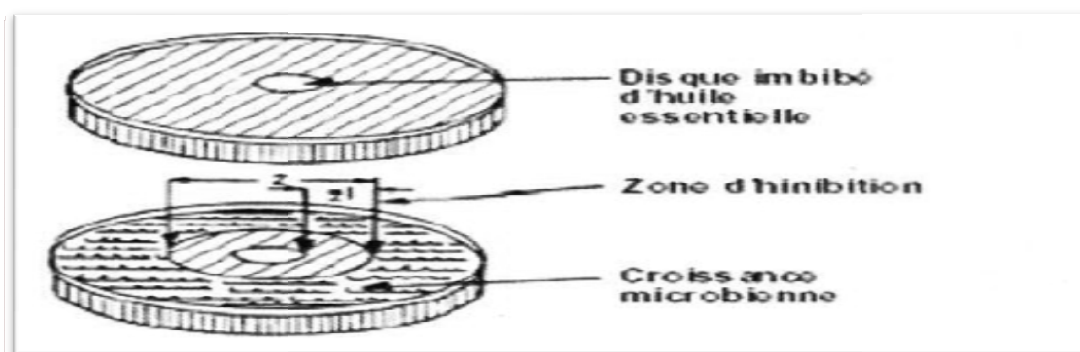


Figure 6 : Schéma représentatif de l'aromatogramme.

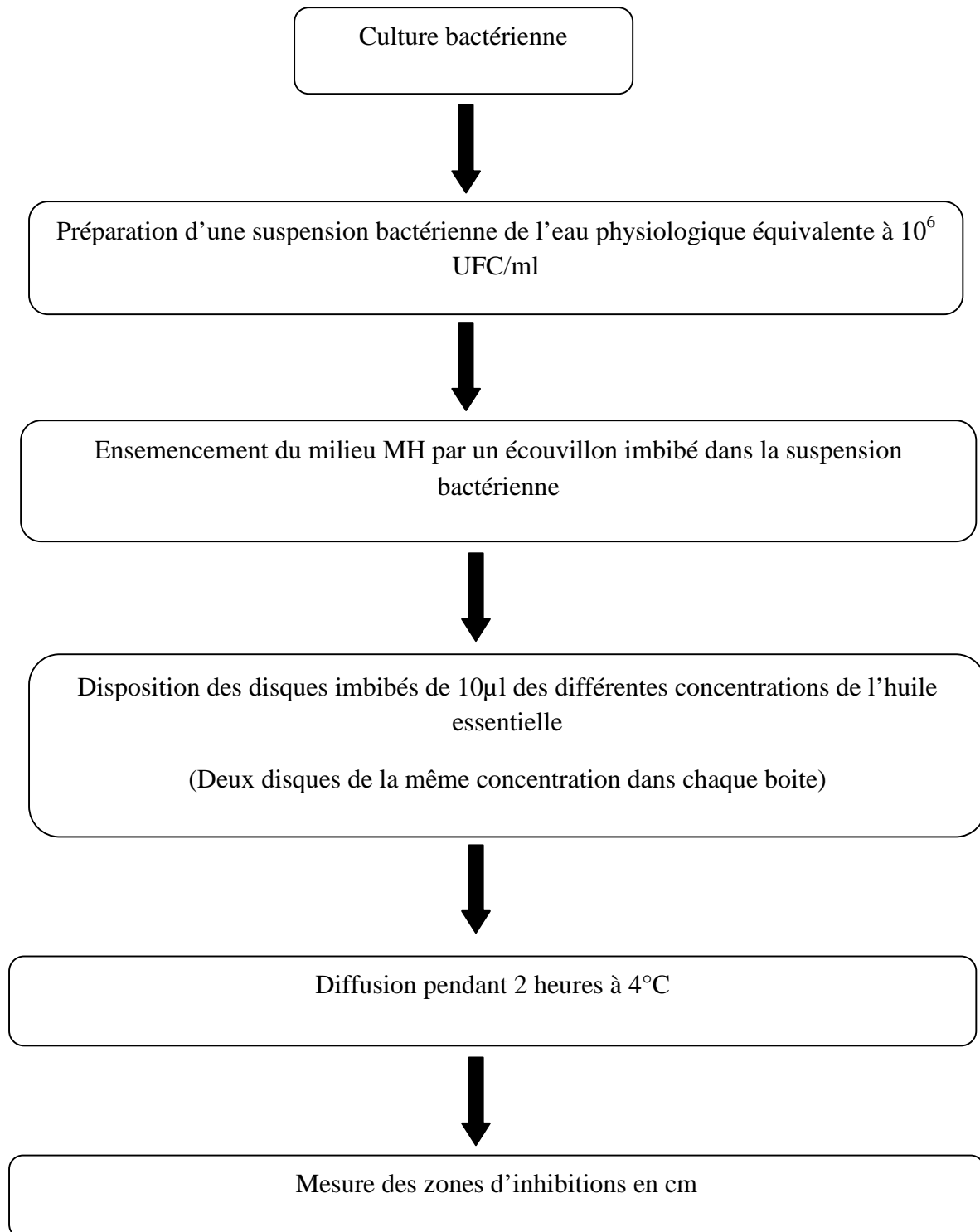


Figure 7 : Etapes de réalisation du test d'activité antibactérienne.

II. 2-2 Activité antifongique :

➤ Préparation des implants mycéliens :

Pour chaque souche fongique, deux repiquages ont été effectués afin de purifier et de revivifier les souches. Un implant mycélien a été déposé aux centres des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA, les boîtes ont été incubées à l'étuve à 28 °C, pendant 3 jours. Le deuxième repiquage a été effectué en découpant trois implants mycéliens pour chaque souche du 1^{er} repiquage et incubés pendant 3 jours à 28°C (**Figure 8**).

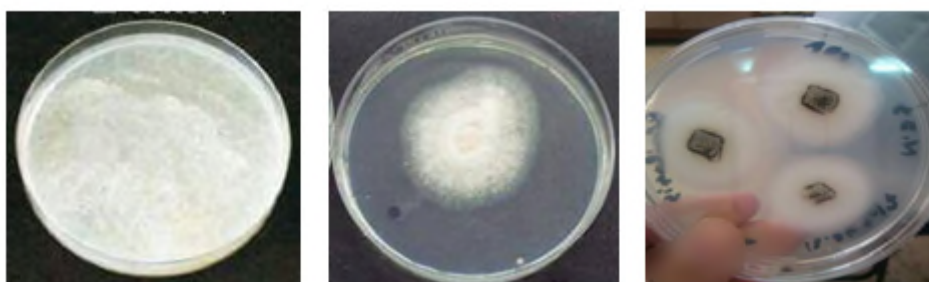


Figure 8 : Etapes de repiquages des champignons.

➤ Méthode de confrontation directe :

Pour mettre en évidence l'activité antifongique des huiles essentielles, un implant mycélien de chaque champignon a été déposé à la périphérie de la boîte de Pétri, et sur l'autre périphérie un disque de papier Whatman de 6 mm imprégné de 10 µl de chaque HE et de chaque concentration. Les boîtes contenant les implants mycéliens et les disques d'HE ont été mis 2 heures à 4°C, puis incubées à 28°C. Le test a été répété deux fois afin de confirmer les résultats par des analyses statistiques. Après 48 heures d'incubation, les distances entre le disque contenant HE et l'implant mycélien de chaque champignon ont été mesurées toute les 24 heures pendant 3 jours (**Figure 9**).

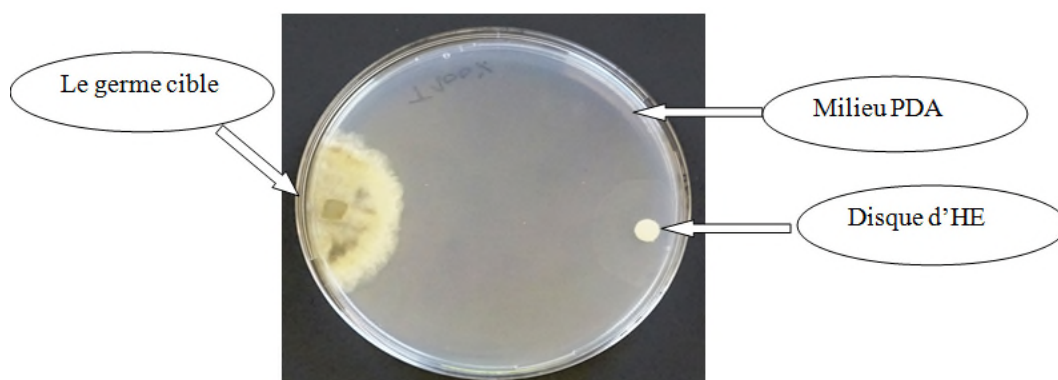


Figure 9 : Le test de confrontation directe.

Chapitre III

Résultat & Discussion

I- Résultats :

I- 1 Extraction des huiles essentielles :

L'huile essentielle des trois plantes obtenue par hydrodistillation est un liquide visqueux, limpide, d'une coloration jaunâtre et odeur forte. Le rendement des extraits des trois plantes (*Thymus*, *Citrus* et *Lavandula*) est exprimé en pourcentage massique (g/100g) par rapport à la matière sèche (**Tableau VI**).

Tableau VI : les quantités et les rendements en huiles essentielles des plantes utilisées.

Plante	Quantité de la matière végétale (g)	Quantité d'eau distillée (l)	Rendement
<i>Thymus</i>	300	3	$\frac{4.27 (g)}{300 (g)} \times 100 = 1.42\%$
<i>Citrus</i>	520	5	$\frac{2.5 (g)}{520 (g)} \times 100 = 0.48\%$
<i>Lavandula</i>	400	5	$\frac{3 (g)}{400 (g)} \times 100 = 0.75\%$

Les différents rendements des trois extraits sont présentés sur la **Figure 10**, on note que le rendement du *Thymus* (1,42%) est supérieur à celui de *Lavandula* (0,75%) et de *Citrus* (0,48%).

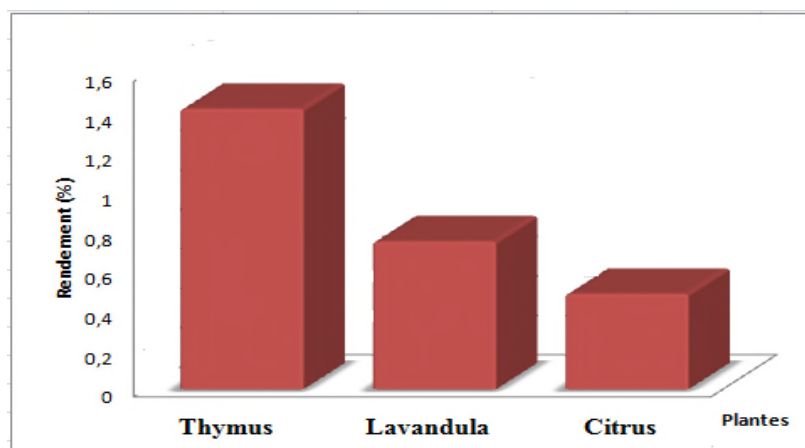


Figure 10 : Rendements des huiles essentielles de *Thymus*, *Lavandula* et *Citrus*.

I- 2 Activité antimicrobienne :

L'activité antimicrobienne des trois extraits a été évaluée sur huit souches microbiennes (bactéries et champignons), cette activité a été réalisée par la méthode d'aromatogramme par diffusion pour les bactéries et la confrontation directe pour les champignons, le pouvoir antimicrobien a été obtenu par la mesure des diamètres des zones d'inhibitions (D) en centimètre pour les bactéries et les distances de croissance pour les champignons.

I- 1-Activité antibactérienne :

• Aromatogramme par diffusion :

Les résultats de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Thymus*, *Citrus* et *Lavandula* vis-à-vis des bactéries sont résumés en **annexe**

L'échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne est donnée par **Mutai et al., (2009)** ; ils ont classé les zones d'inhibitions de la croissance en 5 classes :

- $D \geq 30\text{mm}$: Très fortement inhibitrice.
- $21\text{mm} \leq D \leq 29\text{mm}$: Fortement inhibitrice.
- $16\text{mm} \leq D \leq 20\text{mm}$: Modérément inhibitrice.
- $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{mm}$: Légèrement inhibitrice.
- $D < 10\text{mm}$: Non inhibitrice.

D'après la **Figure 11**, on constate que les zones d'inhibition de *Thymus* sont importantes ce qui montre leur pouvoir antibactérien. L'huile essentielle pure du *Thymus* a montré une très forte activité envers les quatre souches (*E. faecalis*, *E. coli*, *B. subtilis* et *K. pneumoniae*), dont aucune croissance bactérienne n'a été observée. La concentration de 50%, montre aussi une très forte activité envers *E. faecalis*, *E. coli* et *B. subtilis* avec des diamètres d'inhibitions différents qui sont 3,1cm, 3,2 cm et 3,8cm respectivement, tandis que l'activité est légèrement inhibitrice vis-à-vis de *K. pneumoniae* dont le diamètre d'inhibition est de 2.7cm. A 10%, les zones d'inhibition ont été approximativement proches pour toutes les bactéries, elles varient entre 1,3cm et 1,8cm, ce qui signifie une activité modérément inhibitrice, et à 5%, on note une activité légèrement inhibitrice pour *E. faecalis*, *E. coli*, et *B. subtilis* dont les diamètres d'inhibitions sont 1,2cm 1,4cm et 1cm respectivement et une activité non inhibitrice pour *K. pneumoniae* dont le diamètre est inférieur à 1. Ces résultats ont été comparés à des témoins négatifs pour chaque souche dont on a observé un tapis bactérien.

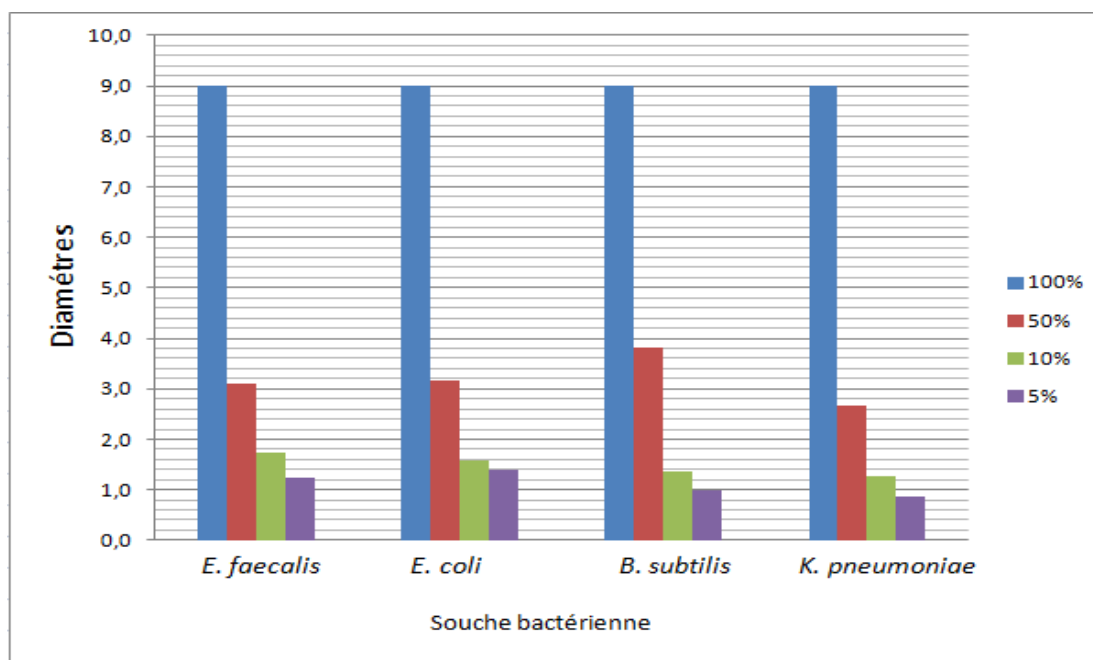


Figure 11 : Activité antibactérienne des différentes concentrations de *Thymus* sur les quatre bactéries.

L'huile essentielle de *Lavandula* à l'extrait pur montre une activité légèrement inhibitrice vis-à-vis d'*E. faecalis* et *B. subtilis* dont les diamètres d'inhibitions sont 1,15cm et 1,77cm respectivement, contrairement à *E. coli* et *K. pneumoniae* qui ne présente aucune activité inhibitrice dont les diamètres sont 0,97cm et 0,99cm respectivement, à 50%, l'activité est légèrement inhibitrice seulement envers *B. subtilis* dont le diamètre est de 1,36cm, une absence d'activité a été noté vis-à-vis d'autres souches bactérienne. Les concentrations de 10% et 5% ne présentent aucune activité inhibitrice de l'huile essentielle vis-à-vis des quatre souches bactérienne dont les diamètres sont inférieurs à 1 cm (**Figure 12**). Un témoin négatif a été comparé à ces résultats dont un tapis bactérien a été observé.

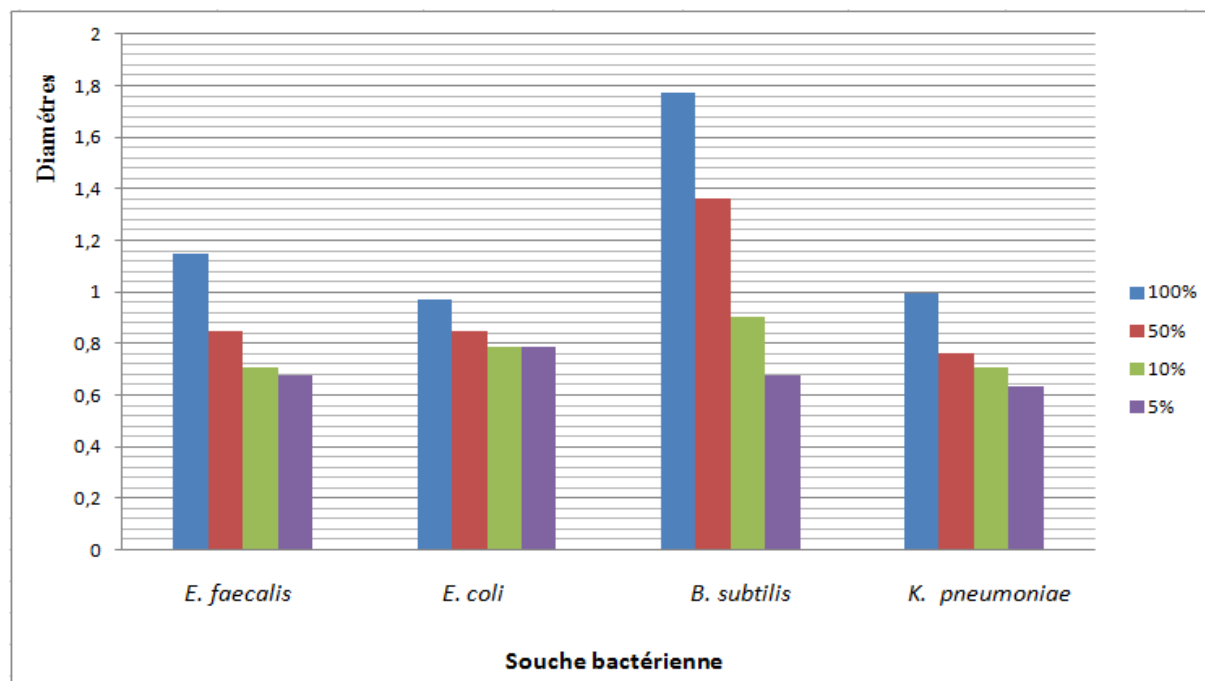


Figure 12 : Activité antibactérienne de différentes concentrations de *Lavandula* sur quatre bactéries.

L'huile essentielle pure de *Citrus* montre une très forte activité inhibitrice vis-à-vis de *E. faecalis*, *E. coli*, *B. subtilis* et *K. pneumoniae* dont les diamètres sont 3,6 cm, 4,7cm, 4,6cm et 3,4cm respectivement, à 50% une forte activité inhibitrice a été noté vis-à-vis de *E. coli*, *B. subtilis* et *K. pneumoniae* dont le diamètre d'inhibition est de 3,4 cm pour les trois souches, tandis que l'activité est légèrement inhibitrice vis-à-vis de *E. faecalis* dont le diamètre est de 1,3cm. Une légère activité a été observée à 10% et a 5 %, pour *E. Coli* (1,5cm± 1,1cm) et *B. Subtilis* (2,3cm± 1.6cm) tandis que les diamètres d'inhibitions vis-à-vis de *K. Pneumoniae* et *E. Faecalis* marquent des zones qui varient entre 1cm et 1.1cm, par ailleurs, l'activité n'est pas inhibitrice a 5% vis-à-vis de *E. faecalis* dont le diamètre est de 0,8cm (**Figure 13**). Ces résultats ont été comparés à des témoins négatifs pour chaque souche dont on a observé un tapis bactérien.

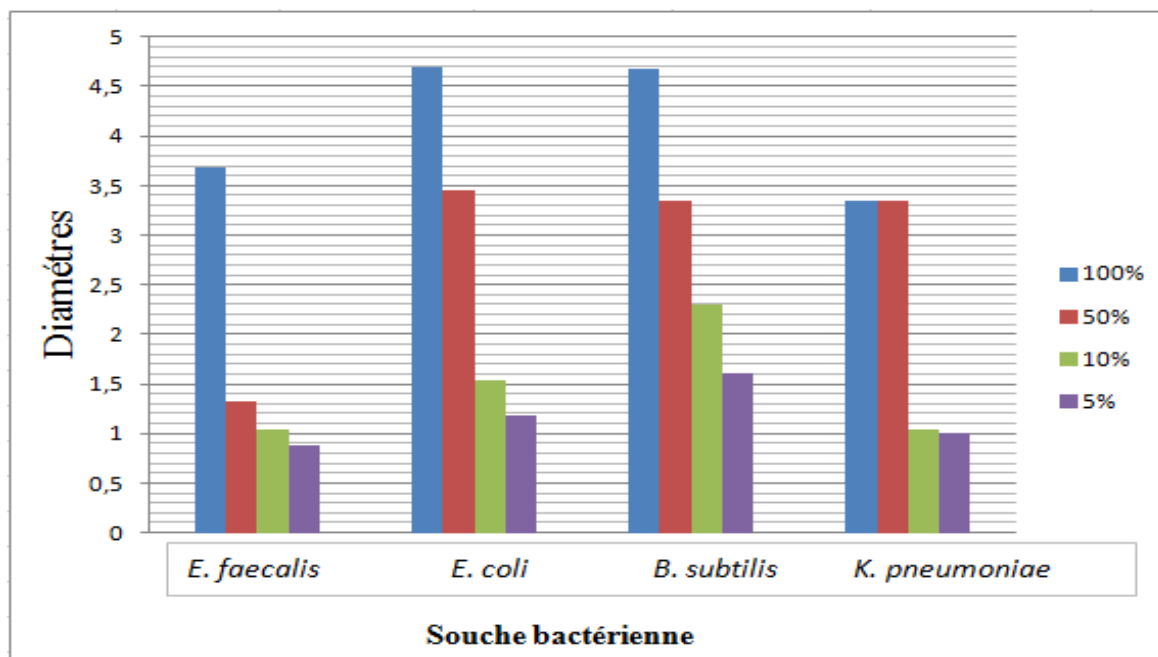


Figure13 : Activité antibactérienne de différentes concentrations de *Citrus* sur quatre bactéries.

D'après ces résultats, on note que l'extrait du *Thymus* présente la meilleure activité inhibitrice (**Figure 14**) par rapport à l'extrait du *Citrus* (**Figure 15**), qui est moins efficace, et l'extrait de *Lavandula* qui ne présente d'activité inhibitrice qu'à l'extrait pur de l'huiles essentielles (**Figure 16**).

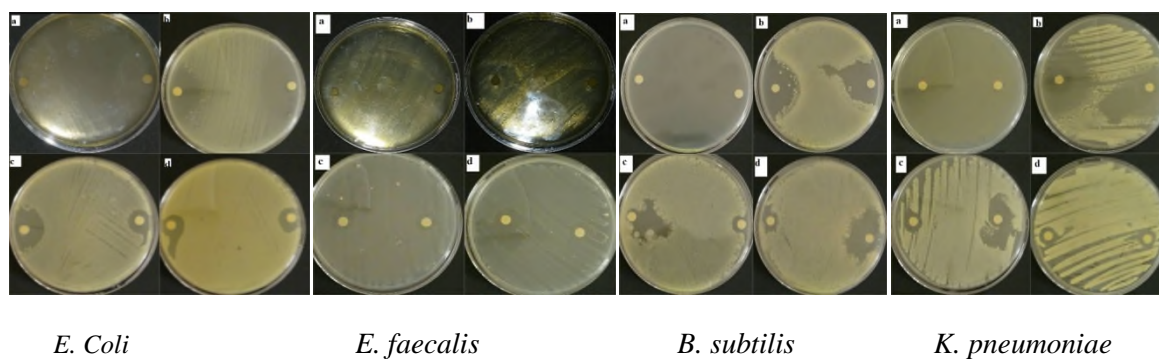


Figure 14 : Activité antibactérienne de l'huile essentielle du *Thymus* (a-100%, b-50%, c-10%, d-5%).

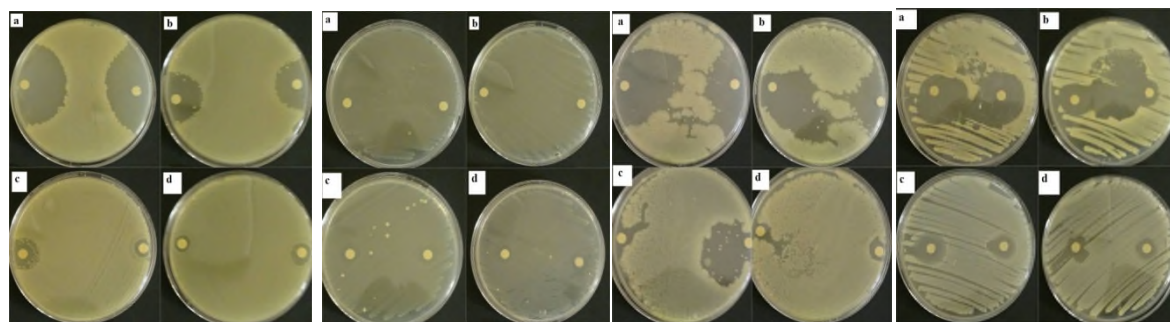
*E. coli**E. faecalis**B. subtilis**K. pneumoniae*

Figure15 : Activité antibactérien de l'huile essentielle de *Citrus* (a-100%, b-50%, c-10%, d-5%)

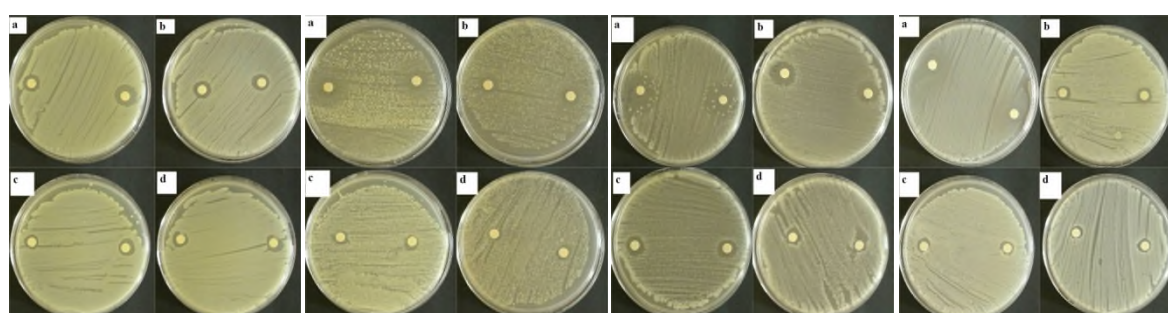
*E. coli**E. faecalis**B. subtilis**K. pneumonia*

Figure 16 : Activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula* (a-100%, b-50%, c-10%, d-5%).

II- 2-Activité antifongique :

➤ Confrontation directe :

Les résultats de l'activité antifongiques des huiles essentielles de *Thymus vulgaris*, *Lavandula angustifolia* et de *Citrus limon* vis-à-vis des quatre champignons sont résumés en annexe.

La croissance mycélienne des champignons (*A. niger*, *A. flavus*, *Mucor sp*, *Bt. cinerea*) a été évaluée en présence de différentes concentrations de l'huile essentielle (*Thymus*, *Citrus*, *Lavandula*) et en son absence (témoin).

Une inhibition de la croissance mycélienne des champignons (*A. niger*, *A. flavus*, *Mucor sp* et *Bt. cinerea*) a été notée en présence de l'huile essentielle de *Thymus* (**Figure 17**), à 100%, une forte inhibition a été observée envers toutes les souches fongiques, à 50%, et 10%, l'inhibition est moins efficace pour toutes les souches, d'où on remarque

que l'efficacité de l'inhibition diminue en fonction des concentrations, et même un résultat négatif a été observé à 5%, envers *A. niger* dont la distance de croissance de cette dernière était supérieur à celle du témoin contrairement à d'autres souches fongiques.

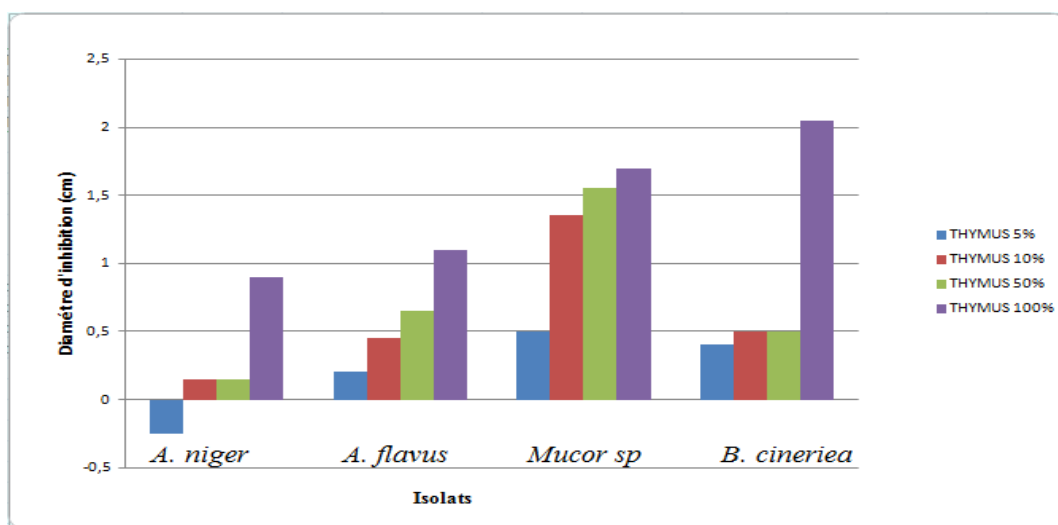


Figure17 : Activité antifongique de différentes concentrations de l'extrait de *Thymus* vis-à-vis les quatre souches fongiques.

L'huile essentielle du *Citrus* est efficace qu'envers *A. flavus* et *Mucor sp*, d'où on constate que l'efficacité d'inhibition de la croissance mycélienne diminue en fonction des différentes concentrations (**Figure18**), contrairement à *A. niger* et *Bt. cinerea* qui présentent des résultats négatifs, sauf à l'extrait pur envers *Bt. cinerea* dont on observe une légère inhibition de la croissance mycélienne.

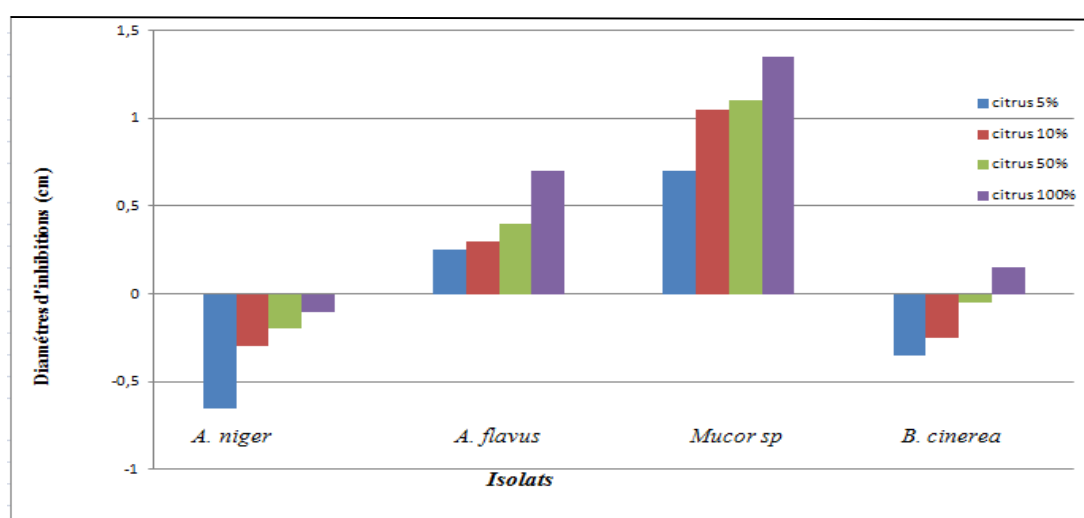


Figure18 : Activité antifongique des différentes concentrations de l'extrait du *Citrus* envers les quatre souches fongiques.

L'huile essentielle de *Lavandula* a une légère inhibition de la croissance de *Mucor sp* dont on observe une meilleure inhibition à 5% et 100%, par ailleurs on note des résultats négatifs pour *A. niger*, *A. flavus* et *B. cinerea* à différentes concentrations qu'à l'exception de *B. cinerea* dont on observe une inhibition efficace à 5% et 100% (**Figure19**).

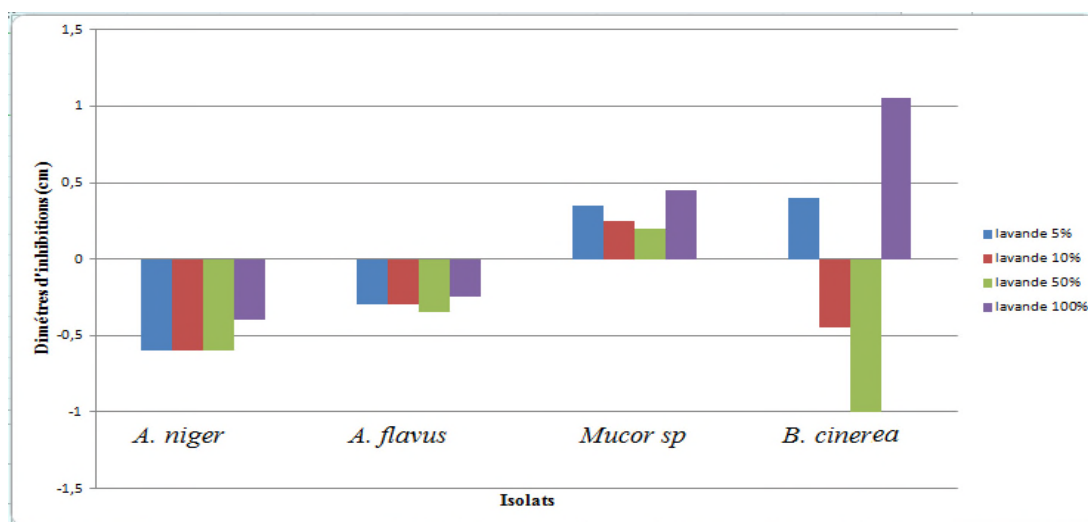


Figure19 : Activité antifongique des différentes concentrations de l'extrait de *Lavandula* envers les quatre souches fongiques.

D'après les résultats obtenus, on remarque que l'huile essentielle de *Thymus* inhibe la croissance mycélienne (**Figure20**), tandis que les extraits de *Lavandula* et de *Citrus* n'ont d'activité inhibitrice remarquable que sur quelques souches fongiques (**Figures 21, 22**).

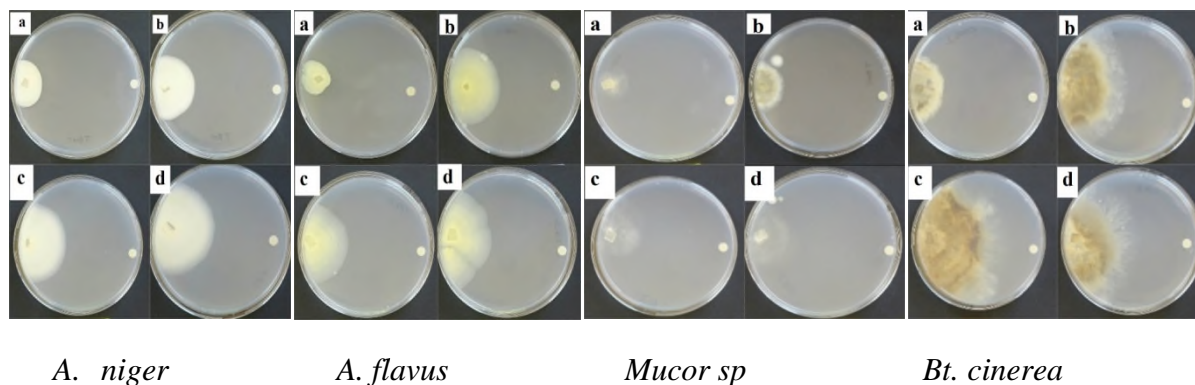


Figure 20: Activité antifongique des différentes concentrations de l'extrait de *Thymus* (a-100%, b-50%, c-10%, d-5%).

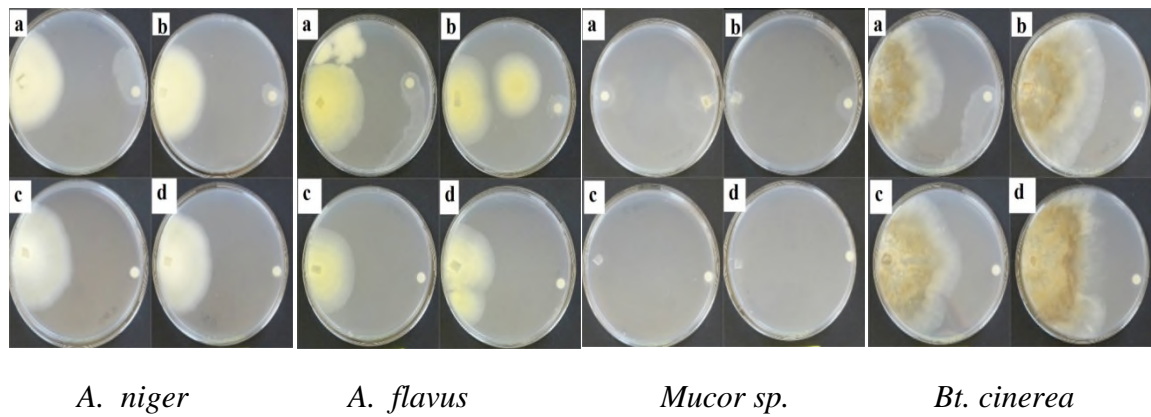


Figure 21 : Activité antifongique des différentes concentrations de l'extrait de *Citrus* (a-100%, b-50%, c-10%, d-5%).

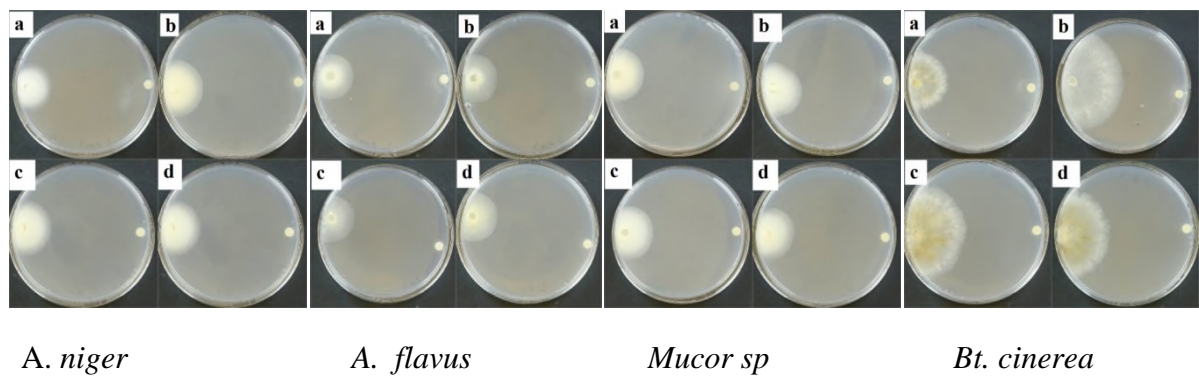


Figure 22 : Activité antifongique des différentes concentrations de l'extrait de *Lavandula* (a-100%, b-50%, c-10%, d-5%).

Discussion générale :

Les rendements moyens des huiles essentielles ont été calculés en fonction de la matière végétale sèche. Les plantes étudiées *Thymus vulgaris*, *Citrus limonia* et *Lavandula angustifolia* ont des rendements différents, ces différences peuvent être influencées par de nombreux facteurs y compris la teneur, les caractéristiques physiques, la composition chimique des huiles essentielles (**Giordani et al., 2008**) et l'espèce, les conditions environnementales, le séchage, la période et le milieu de récolte, les pratiques culturales et l'âge du matériel végétale et la technique d'extraction (**Garnero, 1975**). Ces caractères peuvent expliquer la différence des rendements, tel que le *Thymus vulgaris* étudiée qui présente un rendement (1,42%) supérieur au rendement du *Thymus vulgaris* de la région d'Ifran (0,5%) du Maroc (**El Ouali Llalami et al., 2013**).

Plusieurs paramètres peuvent être à l'origine de la présence ou l'absence de l'activité antimicrobienne.

La nature de l'activité des huiles essentielles des espèces *Thymus*, *Citrus* et *Lavandula* peut être attribuée aux composés majoritaires, le *Thymus vulgaris* est caractérisé par sa composition majeure en α -terpénène, thymol et p-cymène (**El Ouali lalami et al., 2013**), *Citrus Limon* est très riche en composés monoterpènes environ 99% (**Dangmo et al., 2002**), par ailleurs les constituants majoritaires de l'extrait de *Lavandula* sont les linalool, linalyl acétate et lavandulyl acétate (**Bakat et Laib, 2012**).

Dorman et Dreans (2000) ont démontré que le thymol est le composé qui possède le plus large spectre d'activité antibactérienne contre 25 genres de bactéries testées. Aussi, des études réalisées par l'organisation mondiale de la santé (**OMS, 1999**) ont également montré que ce constituant possède une forte activité antifongique et antibactérienne contre de nombreuses espèces y compris les bactéries étudiées.

Lambert et al. (2001) et **Juven et al. (1994)** ont expliqué le fait que le thymol se lie aux protéines membranaires et fait augmenter la perméabilité de la membrane cellulaire bactérienne. D'autres études ont suggéré aussi que ce composé volatil est responsable de l'inactivation d'enzymes, y compris ceux impliqués dans la production d'énergies et la synthèse des constituants de structure (**Trombetta, 2005**).

De nombreux facteurs écologiques tels que la température, l'humidité relative, l'insolation et la nature du sol peuvent influencer la composition chimique des huiles essentielles (**Oliveira et al., 2005**).

La période de la récolte des plantes peut avoir un effet sur l'activité antimicrobienne, dans l'étude approfondie de **Bounatirou et al., (2007)** sur l'effet inhibiteur des huiles essentielles du *Thymus* durant la période de la floraison, la plante exerce un effet inhibiteur plus important.

L'activité antimicrobienne peut être influencée également par les familles des plantes, selon **Hussain et al., (2009)** la période de la récolte et la région ont un effet sur la famille des Lamiaceae tel que *Lavandula* et *Thymus*.

On note que la concentration des huiles essentielle influence l'activité inhibitrice, plus la concentration de l'extrait augmente plus les diamètres d'inhibitions sont importants, et cela a été constaté par **Karagoz et al., (2010)**.

Deans et al. (1995), apportent que la susceptibilité des bactéries Gram- positives et Gram- négatives vis-à-vis des huiles essentielles a une légère influence sur l'accroissement du degré d'inhibition. Cependant, il apparait que beaucoup d'huile volatiles exercent une activité importante envers les bactéries Gram positive; comme il est souvent apporté que les bactéries Gram négatives sont plus résistantes aux plantes à base d'huile essentielle (**Reynolds, 1996**). Comme on la constaté, l'huile essentielle de *Lavandula* a un effet plus important sur les bactéries à Gram positif, *E. faecalis* et *B. subtilis* que sur les bactéries à Gram négatif comme *E. coli* et *K. pneumoniae*. Cette résistance est attribuée à la présence du lipopolysaccharides dans la paroi cellulaire qui constitue une barrière pour l'huile essentielle (**Bezic et al., 2013**).

La variabilité des résultats est probablement due à l'influence de plusieurs facteurs tels que la méthodologie, les microorganismes testés et les huiles essentielles utilisées (**Pattnaik et al., 1996**). Cela a été confirmé par **Suhr et Nielsen (2003)**, qui ont mentionné que l'effet antifongique des huiles dépend de la méthode d'application.

D'après **Stupars et al., (2014)**, l'huile essentielle de *Lavandula angustifolia* a montré une activité modérée, nettement inférieure à d'autres extraits vis-à-vis de plusieurs souches fongiques y compris *A. niger*.

Conclusion & perspectives

Conclusion :

Les plantes médicinales restent toujours la source fiable des principes actifs connus par leurs propriétés thérapeutiques. Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris*, *Citrus limon* et *Lavandula angustifolia*, vis-à-vis de souches bactériennes Gram positives et Gram négatives (*E. faecalis*, *E. coli*, *B. subtilis* et *K. pneumoniae*) et des champignons (*A. niger*, *A. flavus*, *Mucor sp* et *Bt. cinerea*). L'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation de type Clevenger a été réalisée pour les plantes étudiées, les rendements des huiles essentielles : *Thymus*, *Citrus* et *Lavandula* sont différents et sont de l'ordre de 1,42%, 0,48% et 0,75% respectivement, d'où on constate que le *Thymus* présente le meilleur rendement.

Dans notre étude, l'activité antibactérienne des huiles essentielles a été évaluée par la méthode d'aromatogramme. Une bonne activité des huiles essentielles de *Thymus* et de *Citrus* a été obtenue pour les concentrations (5%, 10%, 50%, 100%) dont les zones d'inhibitions varient approximativement entre 1cm et 9cm pour le *Thymus*, et entre 0,8cm et 4,7cm pour le *Citrus* comparé à celles obtenues par l'extrait de *Lavandula* qui varient entre 0,7cm et 1,7cm pour les mêmes concentrations vis-à-vis des bactéries cibles utilisées. Les faibles concentrations des huiles essentielles de *Thymus* et le *Citrus* ont montré un effet considérable par rapport à l'extrait de *Lavandula*.

L'activité antifongique des trois huiles essentielles a été suivie par la méthode de confrontation directe. L'huile essentielle de *Thymus* montre une bonne activité inhibitrice vis-à-vis des champignons utilisés, par contre l'extrait de *Citrus* présente une inhibition seulement envers *A. flavus* et *Mucor sp*. et l'extrait de *Lavandula* seulement envers *Mucor sp*. Cette activité varie d'une souche à une autre et diffère selon les concentrations.

Toutefois, ces résultats restent préliminaires et afin de les approfondir, d'autres approches et études sont souhaitables à réaliser, il serait intéressant de :

- Comparer les diamètres d'inhibitions des huiles essentielles à ceux des antibiotiques,
- Déterminer les concentrations minimales inhibitrices,
- Etablir des synergies de différents composés de diverses plantes en plus d'étudier d'autres propriétés biologiques de ces plantes, à savoir les propriétés anti-inflammatoires, antivirales, antiparasitaires et insecticides.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

A

- Adjebli A. (2014).** Caractérisation phénotypique et génotypiques des souches de *Botrytis cinerea* ; agent causal de la pourriture grise sur tomate. Thèse de doctorat de Biologie. Université abderrahmane Mira Bejaia, faculté de science de la nature et de la vie
- Alzoreky, Nakahara. (2003).** Antimicrobial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. International journal of Food Microbiology, 80, 223_230.
- Ameenah G. (2006).** Medicinal plants : traditions of yesterday and drags of tomorrow Molecular Aspects of Medicines. P 27.

B

- Baba Aissa, F. (1991).** Les plantes médicinales en Algérie. *coédition Bouchene et ad. Diwan, Alger, 29.*
- Bahorun T. (1997).** Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. Food and agricultural resarch council, Réduit, Mauritus, 83-94.
- Baliere. (2016).** *Les Escherichia Coli potentiellement pathogenes dans l'environnement littoral: cas des STEC et des EPEC* (Doctoral dissertation, Université de Bretagne Occidentale).
- Bardeau F. (1976).** La médecine par les fleurs. Ed. Robert Laffont.
- Barkat, M., & Laib, I. (2012).** Composition chimique et activité antioxydante de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis*.
- Bego Ph. (2001).** Connaitre l'essentiel sur les huiles essentielles. Collection aromathérapie pratique et familiale, Ed. MDB Paris, p.2-3.
- Belaiche P. (1979).** Aromatogramme. In *Traité de phytothérapie et d'aromathérapie*. Edition Maloine-S-S, tome I. p. 9-20.
- Beloued. (1998).** Plantes médicinales d'Algérie. Ed Office des publications universitaires, Alger, 274 p.
- Benayad N. (2008).** Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Projet de recherche. Université Mohammed V-Agdal, Maroc, 61.

Références Bibliographiques

Benjlali B. (2004). Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l'entraînement a la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de la plante a la commercialisation. P 17-59.

Bouzouita N., Kachouri F., Ben Halima M., et Chaabouni M.(2008). Composition chimique et activité antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*. Société Chimique de Tunisie. 10 : 119-125.

Bounatirou, et al.,(2007). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. et Link. Food Chemistry, **105** : 146-155.

Bruneton J. (1999). Pharmacognosie-Phytochimie, Plantes médicinales, *Tec et Doc*, Paris, 1119.

Brown, et al., (1995). Determination of resistance to aflatoxin production in maize kernels and detection of fungal colonization using an *Aspergillus flavus* transformant expressing *Escherichia coli* β -glucuronidase. *Phytopathology*, 85(9), 983-989.

C

Caillet, Lacroix. (2009). Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Laboratoire de recherche en science appliquées a l'alimentation (RESALA), INRS-Institut Armand-Frappier.

Chami. (2005). Oregano and clove essential oil induce surface.

Charles D. (2013). Spearmint. In *antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*, Springer New York, 537-543.

Colette-Keller. (2004). Les plantes médicinales. ALS (séance du 25 Avril 2004). P58.

Cotty. (1989). Virulence and cultural characteristics of two *Aspergillus flavus* strains pathogenic on cotton. *Phytopathology*, 79(7), 808-814.

D

Dayan F., Cantrell C.L., et Duke S.O. (2009). Natural products in crop protection. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 17(12), 4022-4034.

De Billerbeck K.V.G., Roques C., Vanière P., et Marquier P. (2002). Activité antibactérienne et antifongique de produits a base d'huiles essentielles. *Hygiène*, 10(3), 248-251.

Références Bibliographiques

- Deans S G., Noble R C., Hiltunen R., Wuryani W et Penzes LG., 1995.** Antimicrobial and antioxidant properties of *Syzygium aromaticum* (L) Merr perry : impact upon bacteria, fungi and fatty acid level in ageing mice. *Flavour Frag J* **10**: 323-328.
- Dongmo et al., (2002).** Composition chimique et activité antifongique in vitro des huiles essentielles de *Citrus* sur la croissance mycélienne de *Phaeoramularia angolensis*. *Fruits*, *57*(2), 95-104.
- Dorman H.J.D.et Deans H.J.D.(2000)** .Antimicrobial agents from plants : antibacterial activity of plant volatile oils. –*J. Appl. Microbiol.* **88**, 308-316.
- Duarte M.C.T., Fingueira G.M., Sartoratto., Rehder V.L.G and Delarmelina C.(2005).** Anti-Candida activity of Brazilian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, *97*(2), 305-311.
- Duraffound C., Hervicourt L.et Lapraz J.C. (1990).** Cahiers de phytothérapie clinique. 1. Examens de laboratoires galénique. Eléments thérapeutiques synergiques. 2^{ème} éd. Masson, Paris.

E

- El Ouali Lalami , Fouad, Wissal. (2013).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain: *Thymus vulagris* et *Thymus satureioidis*. *Thymus vulagris*, 27-33.

F

- Fouché G.P., Marquet A. et Hambuckers A. (2000).** Les plantes médicinales : de la plante au médicament. Exposition temporaire de 19.09 au 30.09.2000.
- France-Ida J. (1996).** Bref survol de diverses méthodes d'extraction d'huiles essentielles. *Info-essence*, 3 :5-6.

G

- Garnero J. (1975).** Quelques problèmes rencontrés au cours de l'obtention du contrôle et de l'étude de la composition des huiles essentielles. Journée dermatopharmacie(Nice), 105-126
- Giordani R ., Hadeif Y.and Kaloustian J. (2008)** – Composition and antifungal activities of essential oils of some Algeria aromatic plants. *Fitoterapia*, *79* : 199-203.

Références Bibliographiques

Guinoiseau E. (2010). Molécules antibactériennes issues d'huiles essentielles : séparation, identification et mode d'action, Thèse de Doctorat, Université de Corse, 114.

H

Hébert. (2008). *Etude de la résistance au lysozyme chez Enterococcus faecalis* (Doctoral dissertation, Université de Caen).

Hussain A.I. (2009). Characterization and biological activities of essential oils of some species of Lamiaceae. Thèse de Doctorat, University of agricultures, 249.

I

Iserin P. (2001). Encyclopédie des plantes médicinales. Ed : Larousse Bourdasse. Paris. P335.

Isman M.B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*, 19(8), 603-608.

J

Jiménez-Arellanes et al. (2006). *Thymus vulagrif* as a potential source of antituberculosis compounds. *Pharmacologyonline.*, 3 :569-574.

Juven, Kanner, Schved et Weisslowiez, (1994). Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J. Appl. Bacteriol.*, 76, 626-631.

K

Kadri, Tauhami, Benkirane, et Douira. (2014). Pouvoir pathogène de *Botrytis cinerea* sur *Catharanthus roseus* à différents stades végétatifs. *Journal of Applied Biosciences*, 76(1), 6338-6351.

Karagoz, Jemis, Coskum. (2010). Antimicrobial activity of soy edible films incorporated with thyme and oregano essential oil on fresh ground beef patties. *Meat science*, 86 :283-286.

Kassis-Chikhani. (2012). *Klebsiella Pneumoniae* pathogène nosocomial, résistance et virulence (Doctoral dissertation, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI).

Références Bibliographiques

Koane, Syssa-Magalé, et Ouamba. (2011). P291-Études phytochimique et pharmacologique de quelques plantes médicinales centrafricaines à propriétés antidiabétiques. *Diabetes & Metabolism*, 37(1), A102-A103.

Koba K., Sanda K., Raynaud C., Nenonene Y.A., Millet J. et Chaumont J.P.(2004). Activités antimicrobienne d'huile essentielle de trios *Cymbopogon sp.* Africains vis-à-vis de germe pathogène d'animaux de compagnie. *Ann. Méd. Vét.* 148 : 202-206

Kurita, Koike. (1982). Systematic antimicrobial effect of sodium chloride and essential oils componements. *Agric. Biol. Chem.*, p 46-159-165.

L

Lagunez –Rivera L. (2006). Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe ; Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de TOULOUSE ; p. 31-42.

Lahlou M. (2004). Methods to study the phytochemistry and bioactivity of the essential oils. *phytotherapy research*, 18(6), 435-448.

Lambert R., Skandamis P.N., Coote P.J.et Nychas G.J. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of applied microbiology*, 453-462.

Legrand. (1978). Manuel préparatoire en pharmacie. 8^{ème} éd. Masson.

Lemberg. (1982). « Armoise » *Artémisia herba alba*. *Perfumer flavorist*, 7, p58-63.

Lemonica, Damasceno, Di-Stasi. (1996) . Study of the embryotoxic effects of an extract of Rosmary (*Rosmarinus officinalis*). *Brazilian journal of medical and biological research.*, 29 (2) : 223-227.

M

Mazari K., Bendinerad N., Benkhechi Ch et Fernandez X. (2010). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil isolated from Algerian *Juniperus phoenicea* L and *cupressus sempervirens*. *Medicinal Plant Research.* 4(10) : 959-964

Mekious Sch ., Houmani Z. (1997). Plante dans la medecine traditionnelle et la cuisine algérienne. Ed : RVBA. P :51

Références Bibliographiques

Mohammediz Z. (2006). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentiels et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemecen. Mémoire de magistère, Univ. AbouBakr Belkaid, Tlemcen.

Mokkadem. (1999). Cause de dégradation des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. Revue Vie et Nature n° 7, 24-26.

O

Oliveira M.J., Iani F.P.C., Oliveira C.B.A., Santos M.R., Souza P.S., Santos S.C., Seraphin J.C. and Ferri P.H. (2005). Influence of growth phase on the essential oil composition of *Hyptis suaveolens*. Biochemical Systematics and Ecology, 33 : 275-285.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 1999. *Monographs on selected medicinal plants*. Geneva, Switzerland : OMS.

Ozcan, Chalcha. (2004). Aroma profile of *Thymus vulgaris* L growing wild in Turkey. Bulgarian journal of plant physiology., 30(3-4): 68-73.

P

Polesse., J-M. (2010). Arbres & Arbustes de Méditerranée. Ed :Edisup, p 85.

R

Reynolds J. (1996). *The Extra Pharmacopoeia*, 31st edition. Royal Pharmaceutical Society of Great Britain, London.

Roux D. et Catier O. (2007). Botanique, pharmacognosie, phytothérapie : Wolters Kluwer France, 146.

S

Sanago R. (2006). Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université Bamako(Mali): 53.

Références Bibliographiques

Singletary, Nelshoppen. (1991). Inhibition of 7, 12-dimethylbenz [a] anthrance (DMBA) induced mammary tumorigenesis and of *in vivo* formation of mammary DMBA-DNA adducts by rosemary extract. *Cancer letters.*, **60**(2): 169-175.

Souza, Schiavetto, Thomazini et Oliviera. (2008). Processing of *Rosmarinus officinalis* linne extract on spray and spotted bed dryers. *Brazilian journal of chemical engineering .*, 25 (1) : 59-69 .

Suhr K.I. et Nielson P.V. (2003). Antifungal activity of essential oil evaluated by two different application technique against rye bread spoilage fungi. *Journal of Applied Microbiology.* **94** :665-674.

Sulieyman, Abdelrahman, Rahim. (2011). Phytochemical Analysis of local *Spearmint* (*Mentha spicata*) Leaves and Detection of the Antimicrobial Activity of its oil. *Journal of Microbiology Research*, 1(1), 1-4.

Stupar, Grbić, Džamić, Unković, Ristić, Jelikić, & Vukojević. (2014). Antifungal activity of selected essential oils and biocide benzalkonium chloride against the fungi isolated from cultural heritage objects. *South African Journal of Botany*, 93, 118-124.

T

Teysou, Hance, Nicand, Nizou, Buisson. (1998). Les infections à *Bacillus cereus*: bactériologie, clinique et traitement. *Lett Infect*, 99-104.

Trombetta D., 2005 ; Mechanisms of antibacterial action three monoterpenes. *Antimicrob. Agents Chemother.*, **49**(6), 2474-2478.

V

Valnet J. (2000). Aromathérapie. Ed. Maloine S. A.alteration of *saccharomyces cerevisiae*. *Phytother. Res.* 19(5), 405-8.

Varga, Juhász, Kevei, Kozakiewicz. (2004). Molecular diversity of agriculturally important *Aspergillus species*. *European Journal of Plant Pathology*, 110(5), 627-640.

W

Wichtel M. Anton R. er Bernard M. (1999). Plantes thérapeutiques: Tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. Tec & Doc, 692.

Annexe I : Composition des milieux de culture

➤ **Muller-Hinton :**

- Infusion de viande de bœuf déshydraté.....300g
- Hydrolysate de caséine.....17.5g
- Amidon de maïs5g
- Agar-agar.....13g
- Eau distillée.....1l

➤ **Potato Dextrose Agar :**

- Pomme de terre.....200g
- Dextrose ou sucre blanc.....15g
- Agar-agar, gélose ou gélatine.....20g
- Eau distillée.....1l

Annexes II : Résultats de l'aromatogramme

Tableau XI : Moyennes de diamètres des zones d'inhibitions (en cm) de l'huile essentielle de *Thymus* vis-à-vis des bactéries étudiées.

	<i>E. faecalis</i>	<i>E. coli</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>K. pneumoniae</i>
100%	9	9	9	9
50%	3,1	3,2	3,8	2,7
10%	1,8	1,6	1,4	1,3
5%	1,2	1,4	1	0,9

Tableau XII : Moyennes de diamètres des zones d'inhibitions (en cm) de l'huile essentielle de *Citrus* vis-à-vis des bactéries étudiées.

	<i>E. faecalis</i>	<i>E. coli</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>K. pneumoniae</i>
100%	3,67	4,7	4,68	3,4
50%	1,32	3,45	3,35	3,4
10%	1,03	1,53	2,3	1
5%	0,88	1,18	1,6	1

Tableau XIII : Moyennes de diamètres des zones d'inhibitions (en cm) de l'huile essentielle de *lavandula* vis-à-vis des bactéries étudiées.

	<i>E. faecalis</i>	<i>E. coli</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>K. pneumoniae</i>
100%	1,2	1	1,8	1
50%	0,9	0,9	1,4	0,8
10%	0,7	0,8	0,9	0,7
5%	0,7	0,8	0,7	0,6

Annexe III : Résultats de test de confrontation directe

Tableau XVII : Moyennes des distances d'inhibitions (en cm) de l'huile essentielle du *Thymus* vis-à-vis des champignons étudiés

	<i>A. niger</i>	<i>A. flavus</i>	<i>Mucor sp.</i>	<i>B. cinerea</i>
100%	0,9	1,1	1,7	2,05
50%	0,15	0,65	1,55	0,5
10%	0,15	0,45	1,35	0,5
5%	-0,25	0,2	0,5	0,4

Tableau XVIII : Moyennes des distances d'inhibitions (en cm) de l'huile essentielle du *Citrus* vis-à-vis des champignons étudiés.

	<i>A. niger</i>	<i>A. flavus</i>	<i>Mucor sp.</i>	<i>B. cinerea</i>
100%	-0,1	0,7	1,35	0,15
50%	-0,2	0,4	1,1	-0,05
10%	-0,3	0,3	1,05	-0,25
5%	-0,65	0,25	0,7	-0,35

Tableau XIX : Moyennes des distances d'inhibitions (en cm) de l'huile essentielle de *Lavandula* vis-à-vis des champignons étudiés.

	<i>A. niger</i>	<i>A. flavus</i>	<i>Mucor sp.</i>	<i>B. cinerea</i>
100%	-0,4	-0,25	0,45	1,05
50%	-0,6	-0,35	0,2	-1
10%	-0,6	-0,3	0,25	-0,45
5%	-0,6	-0,3	0,35	0,4

Résumé :

Notre étude a pour objectif de déterminer l'activité antimicrobienne des huiles essentielles extraites par hydrodistillation de type Clevenger de trois plantes médicinales (*Thymus vulgaris*, *Citrus limon* et *Lavandula angustifolia*) dont le rendement obtenu est de l'ordre de 1,42%, 0,48% et 0,75% respectivement. Cette activité a été mise en évidence par la méthode de l'aromatogramme *vis-à-vis* de quatre souches bactériennes (*E. faecalis*, *E. coli*, *B. subtilis* et *K. pneumoniae*) et la méthode de confrontation directe *vis-à-vis* de quatre souches fongiques (*A. niger*, *A. flavus*, *Mucors sp*, *Bt. cinerea*). Les huiles essentielles pures et leurs dilutions (100%, 50%, 10% et 5%) ont été testées sur les souches étudiées. Les résultats des activités antimicrobiennes ont montré que les huiles essentielles de *Thymus* et *Citrus* présentent une bonne activité inhibitrice par rapport à l'extrait de *Lavandula*. L'activité antifongique nous a révélé que l'huile essentielle de *Thymus* a présenté une activité importante envers les champignons étudiés comparée avec l'extrait de *Citrus* et *Lavandula* qui sont faiblement actifs. D'après les résultats obtenus, on note que *Thymus* présente le meilleur rendement en l'huile essentielle et la meilleure activité antimicrobienne.

Mots clés : Huiles essentielles; Plantes médicinales; Activité antibactérienne; Activité antifongique.

Abstract :

Our objective is to determine the antimicrobial activity of essential oils extracted by Clevenger hydrodistillation from three medicinal plants: *Thymus vulgaris*, *Citrus limon* and *Lavandula angustifolia*, with a yield of 1.42%, 0.48% and 0.75% respectively. This activity was demonstrated by the aromatogram method towards four bacterial strains (*E. faecalis*, *E. coli*, *B. subtilis*, *K. pneumoniae*) and the method of direct confrontation towards the fungal strains (*A. niger*, *A. flavus*, *Mucor sp*, *B. cinerea*). Pure essential oils and their dilutions (100%, 50%, 10% and 5%) were tested on the precedent target strains. The results of the antimicrobial activity showed that the essential oils of *Thymus* and *Citrus* have a better inhibitory activity compared to the extract of *Lavandula*. The results of the antifungal activity revealed that the essential oil of *Thymus* showed an important activity towards the four fungal strains whereas the extracts of *Citrus* and *Lavandula* was active only towards some strains. Based on the results obtained, *Thymus* has the best yield in essential oil and the best antimicrobial activity.

Key words: Essential oil; Medicinal plant; Antimicrobial activity; Antifungal activity.